



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL QUE
PERMITAN EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y
POSESIONAMIENTO EN EL MERCADO GUATEMALTECO DE UN TALLER
DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS**

RENÈ DANIEL AGUILAR VALLADARES
Asesorado por el Ing. José Francisco Gómez Rivera

Guatemala, febrero de 2,006.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL QUE
PERMITAN EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD Y
POSESIONAMIENTO EN EL MERCADO GUATEMALTECO DE UN TALLER
DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RENÉ DANIEL AGUILAR VALLADARES

Asesorado por el Ing. José Francisco Gómez Rivera

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÒMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	
VOCAL II:	Lic. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Inga. Marcia Ivonne Vèliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÒ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Walter Leonel Ávila Echeverría
EXAMINADOR:	José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR:	Julio Sebastián Granja Pérez
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	X
INTRODUCCIÓN	XI
1 ANTECEDENTES	1
1.1 Definición de microempresa	1
1.1.1 Características	2
1.1.2 Importancia	3
1.2 Mantenimiento Industrial	4
1.2.1 Características de un pequeño taller de mantenimiento industrial.	5
1.2.2 Máquinas y herramientas utilizadas	6
1.2.3 Materia prima y accesorios	18
1.2.4 Clasificación de los puestos de trabajo	20
1.2.5 Sistema de operación de un taller de mantenimiento Industrial.	21
2 INFRAESTRUCTURA	23
2.1 Áreas de trabajo.	23
2.1.1 Área de máquinas	24
2.1.2 Área de soldadura	24
2.2 Área de materia prima	24
2.3 Área de producto terminado	25
2.4 Área de herramientas	26

2.5	Distribución de planta.	26
2.5.1	Distribución por proceso	28
2.5.2	Distribución por producto	29
2.5.3	Distribución de posición fija	30
2.6	Condiciones de trabajo.	43
2.6.1	Iluminación	43
2.6.2	Control de temperatura	49
2.6.3	Ventilación	50
2.6.4	Niveles de ruido	54
2.6.5	Niveles de vibración	57
2.6.6	Partículas en el aire	69
2.6.7	Orden, limpieza y cuidado del local	70
2.6.8	Protección en puntos de peligro	73
2.6.8.1	Equipo de protección personal	73
2.6.8.1.1	Overoles de lona o gabardina	73
2.6.8.1.2	Anteojos	74
2.6.8.1.3	Mascarillas	74
2.6.8.1.4	Guantes	75
2.6.8.2	Seguridad	76
2.6.9	Programa de primeros auxilios.	77
3	PROPUESTA DE PRODUCTO	79
3.1	Diseño del producto	79
3.2	Especificaciones del producto	84
3.3	Materias primas y materiales	86
3.3.1	Aceros para construcción mecánica	86
3.3.2	Aceros bonificados	87
3.3.3	Aluminio	87
3.3.4	Bronce	87

3.4	Utilización de desperdicios	88
4	IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS Y MÉTODOS DE TRABAJO	89
4.1	Trabajo de mantenimiento industrial propiamente dicho.	97
4.2	Descripción del proceso	98
4.3	Diagramas de procesos	99
4.3.1	Diagrama de operaciones del proceso	100
4.3.2	Diagrama de flujo	101
4.4	Aplicación de diagramas de procesos	103
4.4.1	Diagrama de operaciones del proceso	103
4.4.2	Diagrama de flujo	104
4.4.3	Diagrama de recorrido	105
5	CONTROL DE CALIDAD	107
5.1	Aspectos que abarca la calidad	108
5.1.1	Mano de obra	108
5.1.2	Materia prima	109
5.1.3	Maquinaria	109
5.1.4	Método de fabricación	110
5.2	Actividades del control de calidad	110
5.2.1	Control en la recepción de materia prima y materiales	111
5.2.2	Control del proceso	111
5.2.3	Control del producto	112
5.3	Control de calidad en un Taller de Máquinas Herramientas	113
5.4	Parámetros de calidad	114
6	SISTEMA DE COSTOS	119
6.1	Conceptos generales de costos	119
6.2	Importancia de un control de costos	124

6.3	Finalidad de un control de costos	127
6.4	Punto de equilibrio	128
6.4.1	Costos fijos y costos variables	128
6.4.2	Gráfica del punto de equilibrio	129
6.5	Costo unitario	132
6.5.1	Precio de venta unitario	134
6.6	Compras de materia prima, materiales y accesorios	135
CONCLUSIONES		139
RECOMENDACIONES		141
BIBLIOGRAFÍA		143
ANEXOS		145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Torno	7
2.	Fresadora	8
3.	Cepillo	8
4.	Sierra	9
5.	Taladro de pedestal	10
6.	Esmeril	10
7.	Rectificadora	11
8.	Orden de limpieza	72
9.	Ej. De orden de limpieza	72
10.	Planta de corona y piñón	84
11.	Planta y perfil de engranaje	84
12.	Símbolos para diagramas de operaciones	91
13.	Orden de producción	93
14.	Ej. De orden de producción	94
15.	Diagrama de operaciones	103
16.	Diagrama de flujo	104
17.	Diagrama de recorrido	105
18.	Control de calidad	117
19.	Punto de equilibrio	132
20.	Listado de materiales	136

TABLAS

I.	Tiempo estándar	38
II.	Cálculo de operarios	39
III.	Cálculo de tiempos	39
IV.	Coeficiente de entrada	52
V.	Dispositivos de protección para los oídos	57
VI.	Costos	122
VII.	Materia prima y materiales directos	125
VIII.	Mano de obra directa	125
IX.	Gastos generales de fabricación	126
X.	Rangos de iluminación	146
XI.	Clasificación de luminarias	147
XII.	Coeficientes de reflexión para colores de ambiente	148
XIII.	Reflectancias efectivas	149
XIV.	Información de lámparas incandescentes	150
XV.	Información de lámparas fluorescentes	151
XVI.	Número de renovaciones por hora	152
XVII.	Número de renovaciones por hora	153

GLOSARIO

Engranaje o engrane	Se utilizan para la transmisión positiva de potencia de un eje a otro, por medio del acoplamiento de los dientes de dos o más engranajes.
Máquinas herramientas	Son máquinas estacionarias y motorizadas que se utilizan para dar forma o modelar materiales sólidos, especialmente metales.
Mantenimiento industrial	Consiste en dar mantenimiento específicamente al área industrial.
Torno	Es una máquina giratoria que sujeta una pieza de metal o de madera, y la hace girar mientras un útil de corte da forma al objeto.
Fresadora	Las fresadoras son las máquinas herramientas más versátiles. Permiten obtener superficies curvadas con un alto grado de precisión y un acabado excelente.
Soldadura por gas	La soldadura por gas o con soplete utiliza el calor de la combustión de un gas o una mezcla gaseosa, que se aplica a las superficies de las piezas y a la varilla de metal de aportación.

Soldadura eléctrica

En este tipo de soldadura el electrodo metálico, que es conductor de electricidad, está recubierto de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borne de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. El intenso calor del arco funde las dos partes a unir y la punta del electrodo, que constituye el metal de aportación.

RESUMEN

Es un marco de referencia, en el que se presenta de forma general qué es una microempresa y específicamente un taller de máquinas herramientas.

Detalla el espacio físico, indicando las diferentes áreas que debe constar para un eficiente funcionamiento y manejo de materiales, así como las condiciones de trabajo que deben prevalecer en un taller de esta categoría.

Enmarca todo lo relacionado directamente con el producto, como lo es su diseño, sus especificaciones, materiales utilizados, para planificar la producción.

Trata sobre el proceso dentro de un taller en el cual describe las tareas fundamentales que se realizan en él. Asimismo, se presenta una descripción del proceso, para luego presentar una aplicación de los diagramas utilizados por la ingeniería industrial como lo son el diagrama de operaciones del proceso y diagrama de flujo.

Es una presentación del control de calidad y de su importancia en cualquier empresa para poder competir en el mercado, pues de la calidad en la operación de una empresa depende en gran parte su éxito.

Pretende destacar la importancia de conocer los costos en que incurre una empresa en su operación para saber si genera utilidad, pérdida o sólo recupera el costo.

OBJETIVOS

General

Desarrollar y evaluar las técnicas de ingeniería industrial que proporcionen a un taller de máquinas herramientas, los lineamientos para eficientar, asegurar y controlar la calidad de sus servicios.-

Específicos

1. Implementar técnicas de distribución de planta para optimizar el uso del espacio disponible en un taller, permitiendo un adecuado manejo de los materiales.
2. Aplicar diagramas de procesos para el análisis de las operaciones y presentar métodos de trabajo que permitan realizar las diferentes operaciones.
3. Poseer un buen sistema de control de calidad, que nos garantice la obtención de buenos productos, que cumplan las especificaciones y que satisfagan óptimamente al consumidor.
4. Diseñar mecanismos que ayuden a crear un ambiente de trabajo limpio y ordenado, y que constituyan un factor que permita hacer una adecuada organización del taller, en cuanto a distribución de las áreas de trabajo.
5. Poder determinar cuáles son las distintas máquinas herramientas y materia prima que se puede utilizar, para la elaboración de cada uno de los productos a desarrollar.
6. Brindar los elementos necesarios para determinar el costo de producción, en un taller de máquinas herramientas y conocer si se genera utilidad o pérdida.

INTRODUCCIÓN

Los pequeños negocios son los motores principales del desarrollo económico ya que contribuyen con el crecimiento de ingresos y la reducción de la pobreza en la mayor parte del mundo en desarrollo. Estos negocios construyen también comunidades estables, sociedad civil e igualdad de género. Sin embargo, una infraestructura inadecuada, servicios públicos débiles, mecanismos inadecuados de solución de diferencias y la falta de acceso a los mercados y al financiamiento convencional siguen siendo los principales impedimentos al crecimiento de los pequeños negocios.

Una pequeña empresa de máquinas herramientas es, por lo general, un taller que se dedica a mantenimiento industrial, que consiste en dar un servicio que agrupa una serie de actividades, cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, que utiliza métodos y técnicas de fabricación empíricos.

Cuando se usa el término distribución en planta, se alude a veces a la disposición física ya existente, otras veces a una distribución proyectada frecuentemente al área de estudio, o al trabajo de realizar una distribución en planta. En el presente documento se desarrollará el proyecto de diseñar una planta, para estas pequeñas empresas donde las condiciones de espacio, higiene y organización no son adecuadas. Asimismo, este tipo de microempresa no se somete a los reglamentos y leyes jurídicas e institucionales del país, que regulan la actividad de empresas comerciales e industriales. Por esta razón, se les sitúa dentro del sector productivo informal.

Se pretende ayudar a resolver algunos de los principales problemas que tienen la micro, pequeña y mediana empresa de máquinas herramientas, haciendo énfasis en la aplicación correcta de las diferentes técnicas, que ofrece la ingeniería industrial para optimizar el trabajo, aumentando así la productividad.

1. ANTECEDENTE

1.1 Definición de Microempresa

El término microempresa (ME) se refiere genéricamente a las unidades productivas de baja capitalización, que operan bajo riesgo propio en el mercado; por lo general, nacen de la necesidad de sobre vivencia de sus propietarios. En esta definición se incluye a la microempresa, propiamente, y al autoempleo.

Específicamente, se entiende por microempresa a las unidades económicas que contratan habitualmente mano de obra asalariada, con bajo nivel de educación y generalmente de gran experiencia laboral.

Es importante indicar que la baja capitalización inicial de las ME tiende a reproducir, en la mayoría de ellas, un círculo vicioso: baja productividad de la mano de obra, bajos ingresos, escasa capacidad de reinversión productiva. Creemos que este círculo, en ciertas condiciones, podría revertirse si se lograran flujos externos de recursos que faciliten financiamiento y servicios técnicos desde una concepción integral, y si la intervención de los Estados en favor de la microempresa respondiese consistentemente a políticas que posibiliten su adecuada inserción en las economías de los países.

A partir de esta definición de microempresa podemos establecer diferencias sustantivas entre la ME y el tipo de empresa más conocida: pequeña, mediana o grande, que llamaremos tradicional. ¿Cuáles son estas diferencias?:

1. En primer lugar, el nivel de capitalización, que en las microempresas suele ser extremadamente bajo y que limita, si no niega, su adecuado funcionamiento y su inserción en los mercados.
2. En segundo lugar, el origen: las ME nacen por la falta de empleo y por la necesidad de sobrevivencia de los pobres, en tanto que las empresas tradicionales se originan en la búsqueda de lucro, lo que es posible a partir de la acumulación o el ahorro.
3. En tercer lugar, dentro del concepto de ME se involucra al autoempleo, que en términos básicos no constituye empresa propiamente; sin embargo, esto es así por el origen común y por las características similares de aquel con la ME propiamente dicha.

1.1.1 Características

A continuación se presentan las características que identifican a una microempresa:

- a) Tiene un número reducido de trabajadores, incluyendo al propietario, con un promedio entre cuatro y cinco personas.
- b) La administración está concentrada en una sola persona.
- c) El periodo de trabajo oscila entre 54 y 60 horas a la semana.
- d) Las condiciones de espacio, higiene y organización no son adecuadas.
- e) Existe mucha diversificación de productos en una misma microempresa.
- f) Se tiene limitado recursos financieros.

- g) Difícil acceso al crédito.
- h) Se trabaja, por lo general, con procedimientos empíricos.
 - i) No se cuenta con mano de obra capacitada y calificada y se carece de los medios para capacitación.
 - j) Falta de especialización, y por lo tanto, limitada capacidad de crecimiento.
 - k) Por lo general, se utiliza materia prima local o nacional.
 - l) No se somete a los reglamentos y leyes jurídicas e institucionales del país que regulan la actividad de empresas comerciales e industriales. Es decir, pertenecen al sector productivo informal.
 - m) Reducido monto de inversión.
 - n) Pequeña escala de producción.
 - o) Bajo volumen de ventas.
 - p) Poca capacidad de ahorro y reinversión.

1.1.2 Importancia

Las microempresas sobresalen en su conjunto por el hecho de tener un importante papel en la vida económica de un país, pues involucran a un número elevado de mano de obra en el sistema productivo. Por lo anterior, la microempresa representa una fuente importante de contratación de empleo y creación de ingreso, contribuyendo a la economía y sostenimiento familiar.

En el aspecto productivo, se espera un mejoramiento por la magnitud de operación de mano de obra que generan las micro y pequeñas empresas. Así, también, por la experiencia y habilidad adquiridas en largos años en el uso de herramientas por parte de las personas que intervienen en esta actividad productiva. Constituyen un

renglón importante en el consumo de materia prima y materiales nacionales.

Con la existencia de programas de capacitación del micro y pequeño empresario y de la mano de obra en general se están creando los medios para que estas microempresas crezcan de su estado actual a pequeñas y medianas empresas.

Asimismo, si una microempresa es bien manejada y administrada, siendo bien enfocada su actividad, tiene la oportunidad de crecer y por consiguiente involucrarse en forma más sólida en el proceso productivo de un país.

1.2 Mantenimiento Industrial

La idea es poder transmitir el concepto y la esencia de lo que significa el mantenimiento, aplicado en este caso a la industria. Pero esta misma puede aplicarse con las variantes necesarias en cada caso a cualquier cosa, como por ejemplo, complejos de todo tipo, edificios, parques de diversiones, y todo aquello que posea objetos o cosas sujetas a desgaste y que sea factible, ver, medir, observar, inspeccionar, predecir, tal deterioro, con el único fin de que la función para la cual fue desarrollado o creado la pueda seguir cumpliendo satisfactoriamente a lo largo de todo su vida útil.

Ahora bien, sin darnos cuenta fuimos nombrando elementos y conceptos que quizás pasaron desapercibidos a primera vista, pero en sí encierran cada uno cierto contenido desde el punto de vista del mantenimiento.

Algunos de los mencionados son:

- Inspeccionar

- Vida útil
- Medir
- Desgaste

Pero además debemos agregar el ingrediente fundamental que es el personal técnico, ingeniero, o bien la persona experimentada, que llevará el proyecto adelante, que deberá contar con el perfil adecuado para tal fin. Perseverancia, disciplina, receptividad, resolutivo, convincente, humildad, entre otras cualidades, son la base para poder llevar adelante un proyecto de mantenimiento, mantenible en el tiempo, valga la redundancia.

1.2.1 Características de un pequeño taller de mantenimiento industrial

Una microempresa de máquinas herramientas se conoce generalmente bajo la denominación “taller de torno”, el cual en nuestro medio se caracteriza por:

- a. Local inadecuado, lo que implica problemas de espacio.
- b. No existe una correcta distribución de maquinaria y equipo.
- c. Organización prácticamente inexistente, no se aplican las reglas básicas de administración.
- d. No hay un correcto flujo de material.
- e. El control sobre la existencia y despacho de materia prima, materiales y accesorios es muy deficiente o inexistente.
- f. No existen áreas pequeñas bodegas para almacenamiento de materia prima y producto terminado.
- g. No existe controles sobre la existencia de materia prima, materiales y accesorios.

- h. Las órdenes de producción consisten en dibujos incompletos del trabajo a realizar, es decir, no existen formatos especiales de órdenes de producción en los cuales se anoten características, especificaciones, dimensiones, etc.
- i. No existen controles de costos en el aspecto contable y financiero.
- j. No se aplican técnicas de distribución del espacio, por lo que existe desorden general.

1.2.2 Máquinas y herramientas utilizadas

Máquina herramienta, máquina estacionaria y motorizada que se utiliza para dar forma o modelar materiales sólidos, especialmente metales. El modelado se consigue eliminando parte del material de la pieza o estampándola con una forma determinada. Son la base de la industria moderna y se utilizan directa o indirectamente para fabricar piezas de máquinas y herramientas.

Estas máquinas pueden clasificarse en tres categorías: máquinas desbastadoras convencionales, prensas y máquinas herramientas especiales. Las máquinas desbastadoras convencionales dan forma a la pieza cortando la parte no deseada del material y produciendo virutas. Las prensas utilizan diversos métodos de modelado, como cizallamiento, prensado o estirado. Las máquinas herramientas especiales utilizan la energía luminosa, eléctrica, química o sonora, gases a altas temperaturas y haces de partículas de alta energía para dar forma a materiales especiales y aleaciones utilizadas en la tecnología moderna.

A continuación se presentan las que más se emplean en el trabajo de mantenimiento industrial a nivel de un pequeño taller.

Máquinas Fijas:

a) Torno

El torno, la máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de metal o de madera y la hace girar mientras un útil de corte da forma al objeto. El útil puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de giro, para obtener piezas con partes cilíndricas o cónicas, o para cortar acanaladuras. Empleando útiles especiales un torno puede utilizarse también para obtener superficies lisas, como las producidas por una fresadora, o para taladrar orificios en la pieza.

Figura 1. Torno

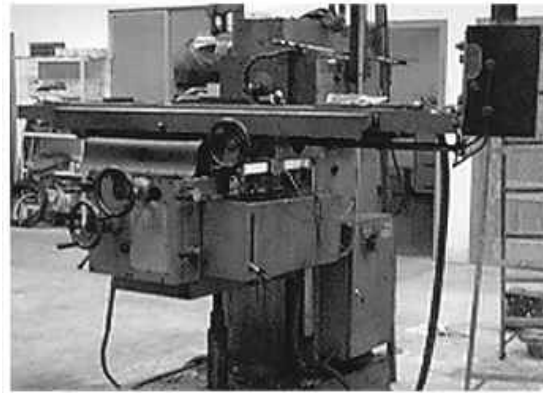


b) Fresadora

En las fresadoras, la pieza entra en contacto con un dispositivo circular que cuenta con varios puntos de corte. La pieza se sujeta a un soporte que controla el avance de la pieza contra el útil de corte. El soporte puede avanzar en tres direcciones: longitudinal, horizontal y vertical. En algunos casos también puede girar. Las fresadoras son las máquinas herramientas más versátiles. Permiten obtener superficies

curvadas con un alto grado de precisión y un acabado excelente. Los distintos tipos de útiles de corte permiten obtener ángulos, ranuras, engranajes o muescas.

Figura 2. Fresadora



c) **Cepilladora**

Esta es la mayor de las máquinas herramientas de vaivén. Al contrario que en las perfiladoras, donde el útil se mueve sobre una pieza fija, la cepilladora mueve la pieza sobre un útil fijo. Después de cada vaivén, la pieza se mueve lateralmente para utilizar otra parte de la herramienta. Al igual que la perfiladora, la cepilladora permite hacer cortes verticales, horizontales o diagonales. También puede utilizar varios útiles a la vez para hacer varios cortes simultáneos.

Figura 3. Cepillo



d) Sierras

Las sierras mecánicas más utilizadas pueden clasificarse en tres categorías, según el tipo de movimiento que se utiliza para realizar el corte: de vaivén, circulares o de banda. Las sierras suelen tener un banco o marco, un tornillo para sujetar la pieza, un mecanismo de avance y una hoja de corte.

Figura 4. Sierra



e) Taladro de pedestal

Las máquinas taladradoras y perforadoras se utilizan para abrir orificios, para modificarlos o para adaptarlos a una medida o para rectificar o esmerilar un orificio a fin de conseguir una medida precisa o una superficie lisa.

Hay taladradoras de distintos tamaños y funciones, desde taladradoras portátiles a radiales, pasando por taladradoras de varios cabezales, máquinas automáticas o máquinas de perforación.

La perforación implica el aumento de la anchura de un orificio ya taladrado. Esto se hace con un útil de corte giratorio con una sola punta, colocado en una barra y dirigido contra una pieza fija. Entre las máquinas perforadoras se encuentran las

perforadoras de calibre y las fresas de perforación horizontal y vertical.

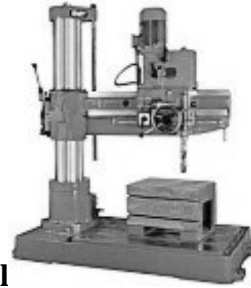


Figura 5. Taladro de pedestal

f) Esmeril

Es una pequeña máquina que consta por lo general de dos piedras de esmeril que sirven para afilar las herramientas de trabajar metales como buriles, brocas y otras similares.

Figura 6. Esmeril



g) Rectificadoras

Las rectificadoras son máquinas herramientas equipadas con muelas abrasivas de precisión y sistemas adecuados para sujetar, colocar, girar o desplazar la pieza para poder afinarla hasta lograr el tamaño, forma y acabado deseados. La muela va montada en un eje movido por un motor, que la hace girar a unos 30 metros/segundo. Las rectificadoras suelen clasificarse según la forma de la pieza a afinar, el modo de sujeción y la estructura de la máquina. Los cuatro tipos de rectificadoras de precisión son las rectificadoras de puntos, las rectificadoras sin puntos, las interiores y las de superficie.

Las rectificadoras de puntos o exteriores se usan con piezas cilíndricas taladradas por su centro en cada extremo, lo que permite sujetar la pieza entre dos puntos y hacerla girar. Las piezas rectificadas entre los puntos van desde minúsculos manguitos de válvula hasta laminadoras siderúrgicas con diámetros superiores a 1,5 m y pesos de casi 100 toneladas.

Las rectificadoras sin puntos eliminan la necesidad de taladrar los extremos de la pieza. En estas máquinas la pieza se sujeta sobre una cuchilla de apoyo y una rueda reguladora, que también controla la rotación de la pieza. Se utilizan para afinar objetos como bolas de bolos, suturas quirúrgicas o rodamientos de rodillos cónicos.

Las rectificadoras interiores se emplean para el acabado de los diámetros interiores de engranajes, guías de rodamientos y piezas similares. Las muelas abrasivas son pequeñas y giran a velocidades muy elevadas, entre 15.000 y 200.000 revoluciones por minuto. La pieza va rotando despacio mientras la muela permanece fija.

Las rectificadoras de superficie se emplean para superficies planas. La pieza se coloca en un banco plano y se mantiene en su sitio mediante electroimanes o dispositivos de fijación. La muela se hace descender sobre la pieza mientras el banco se desplaza con un movimiento alternativo o gira lentamente.

Figura 7. Rectificadora



Máquinas Portátiles:

a) Barreno

Esta maquina portátil es sumamente útil y sirve para hacer agujeros en los metales. Los más utilizados son los de $\frac{1}{4}$ “a $\frac{1}{2}$ ”. Al mandril se adaptan una variedad de tipos de brocas para diversidad de trabajos. Inclusive al barreno se pueden adaptar accesorios para lijar, pulir, avellanar.

b) Soldadura por gas

La soldadura por gas o con soplete utiliza el calor de la combustión de un gas o una mezcla gaseosa, que se aplica a las superficies de las piezas y a la varilla de metal de aportación. Este sistema tiene la ventaja de ser portátil ya que no necesita conectarse a la corriente eléctrica. Según la mezcla gaseosa utilizada se distingue entre soldadura oxiacetilénica (oxígeno/acetileno) y oxihídrica (oxígeno/hidrógeno), entre otras.

c) Soldadura por arco

Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar acero, y requieren corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.

La soldadura por arco tiene ciertas ventajas con respecto a otros métodos. Es más rápida debido a la alta concentración de calor que se genera y por lo tanto produce menos distorsión en la unión. En algunos casos se utilizan electrodos fusibles, que son los metales de aportación, en forma de varillas recubiertas de fundente o desnudas; en otros casos se utiliza un electrodo refractario de wolframio y el metal de aportación se añade aparte. Los procedimientos más importantes de soldadura por arco son con electrodo recubierto, con protección gaseosa y con fundente en polvo.

d) Soldadura por arco con electrodo recubierto

En este tipo de soldadura el electrodo metálico, que es conductor de electricidad, está recubierto de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borne de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. El intenso calor del arco funde las dos partes a unir y la punta del electrodo, que constituye el metal de aportación. Este procedimiento, desarrollado a principios del siglo XX, se utiliza sobre todo para soldar acero.

Herramientas de preparación:

1) Banco

Es fundamental e indispensable en un taller de mantenimiento industrial pues es donde prácticamente el técnico hace todo el trabajo. Consta de una plancha de metal con cuatro gruesas patas, cuatro travesaños, una prensa vertical y una horizontal. Por lo general tienen

una superficie de 0.90 metros por 1.80 metros y un altura de 0.90 metros.

2) Caballetes

Se les llama también burros y se utilizan para apoyar materiales muy largos, para cortar a mano, etc.

3) Prensas

Se utilizan para sujetar una pieza a otra o más en el armado de las mismas. Asimismo, pueden sujetar una pieza al banco de trabajo para poder trabajarla.

4) Sargentos

El principio de operación es el mismo que el de las prensas; la única diferencia es que son más largos y se usan para uniones de planchas y armado de estructuras.

5) Piedra de asentar

Sirve para asentar y afilar las herramientas de filo uniforme como los buriles, las brocas, etc.

Herramientas de trazado:

1) Lápiz

Sirve para trazos en las piezas de madera y metal, para realizar los distintos apuntes que desea hacer el técnico.

2) Cinta métrica

Sirve para medir los materiales previos a los cortes, las hay de metal, madera, plástico, tela.

3) Regla

Las hay de madera y metal graduadas, al igual que la cinta métrica, en sistema inglés y métrico (pulgadas y centímetros), y sin numeración. Sirven para trazar líneas rectas.

4) Compás

Se utiliza para trazar circunferencias en los distintos materiales, así como trazos circulares.

5) Nivel

Sirve para verificar la horizontalidad de piezas colocadas en la prensa, y en instalaciones.

6) Punzón

Se emplea para marcar puntos o para operaciones específicas como en la penetración de brocas.

7) Martillo de bola

Llamado a veces martillo de ajustador es el de uso más general en el taller mecánico. La parte superior redondeada se llama bola y la inferior, cara. Los martillos pequeños se utilizan para trazar líneas, los grandes para trabajo general de banco.

8) Destornilladores

Se utilizan para atornillar o destornillar. Pueden ser de paleta o de cruz (phillips), según sea la castigadera del tornillo a trabajar.

9) Alicates

Una herramienta muy útil para doblar y cortar alambre.

10) Limas

Son herramientas de desgaste y varían por la forma de su sección: triangulares, planas, redondas, cuadradas y media caña. Es fundamental tener un cepillo de cerdas de metal para limpiarlas.

11) Micrómetro

Es el instrumento de medición de mayor uso cuando se necesita exactitud. Los micrómetros en pulgadas, vernier y métricos están disponibles en una gran variedad de tamaños y formas para diversas piezas de trabajo. Dado que la mayoría de trabajo en un taller mecánico se mide con micrómetro, es muy importante saber usar y leer el micrómetro en forma correcta, para poder medir y maquinarse la pieza de trabajo con máxima exactitud.

12) Calibrador Vernier

Son instrumentos de precisión para hacer mediciones exactas con aproximación de 0.001 pulgadas en los instrumentos graduados en pulgadas y con aproximación de 0.02 mm en los métricos.

13) Calibrador telescópicos

Se utilizan para obtener el tamaño de agujeros, ranuras y rebajos, desde 5/16 hasta 6" son instrumentos en forma de T y constan de un par de tubos o vástagos telescópicos conectados con un mango.

14) Micrómetro de Carátula

Se utilizan para comparar tamaños y dimensiones con una norma conocida y para verificar la alineación de herramientas, máquinas, dispositivos y piezas de trabajo antes del maquinado.

15) Llave de tuercas

Se utilizan muchos tipos de llaves de tuercas en el trabajo de taller mecánico, cada uno para un propósito específico. El nombre de la llave se deriva de su forma su uso o su construcción. Ej. La llave española sencilla (llave de boca), la llave española doble, la llave ajustable (perico), la llave para poste portaherramientas, la llave para prisioneros más conocidos como llave allen, la llave de gancho y la llave de estrías o de doce puntos.

16) Pinzas

Son herramientas de mano que sujetan diversas piezas para instalación o ajuste. Se fabrican en diversos tipos y tamaños. Las pinzas nunca se deben usar en vez de una llave, porque se resbalarán y dañaran las aristas de la tuerca o la cabeza del tornillo.

17) Machuelos

Son herramientas de corte de precisión, endurecidos y pulidos y se utilizan para cortar roscas internas. Se fabrican muchos tipos de machuelos y la mayor parte se pueden usar a mano o con máquina.

18) Tarrajas

Se usan para cortar roscas externas en piezas de trabajo redondas.

19) Rimas de mano

Es una herramienta utilizada para acabar con exactitud los agujeros taladrados y darles buen acabado de superficie.

20) Brocas

Es una herramienta de corte para producir un agujero en una pieza de metal u otro material. Las brocas más comunes tienen dos filos y dos acanaladuras rectas o helicoidales que constituyen los filos, dejan entrar el fluido para corte y dejan escapar las virutas durante el taladrado.

21) Porta brocas

Son los de uso más común en los taladros para sujetar herramientas de corte con vástago recto. La mayor parte de los portabrocas tienen tres mordazas que se mueven al mismo tiempo cuando se gira el manguito externo; en algunos tipos al elevar el collar externo.

22) Mandril

Es una herramienta de precisión que cuando se introduce a precisión en el agujero de una pieza de trabajo, suministra los centros para torneear.

1.2.3 Materia prima y accesorios

La materia prima, los materiales y los accesorios son los que constituyen propiamente el trabajo de mantenimiento industrial, pues son

los que forman el producto terminado. Es sobre éstos que se utilizan las herramientas descritas en el punto anterior.

La materia prima, al igual que en otras industrias, comprende todos aquellos materiales en estado natural o elaborado, que por medio de transformaciones sucesivas, ensambles y subensambles dan origen a un nuevo producto. Es el elemento básico y fundamental del producto.

Dentro del mantenimiento industrial la materia prima está constituida por el ACERO que varía según la aplicación que se le dará al producto elaborado. En Guatemala, los aceros más utilizados son los siguientes:

- a. Aceros indeformables para matriceria / trabajo en frío.
- b. Aceros para construcción mecánica.
- c. Aceros bonificados.
- d. Acero inoxidable.

Para los talleres de mantenimiento, el acero se vende en ejes, platinas, planchas, todas de diferentes dimensiones. Este material es vendido dependiendo del peso, es decir, la libra del acero tiene un precio en quetzales.

Sin embargo, la materia prima en los talleres no sólo lo constituye el acero propiamente dicho, sino también existen otros:

- a. Bronce: Barra de acero fabricada mediante el proceso de colado continuo; de excelente desempeño y amplia variedad de usos; con maquinabilidad superior, mayor resistencia a la tracción y al impacto, gran dureza, resistencia al esfuerzo y resistencia al desgaste.

- b. Cobre: Es un material dúctil, maleable muy tenaz y fuerte; es de color rojizo. Alta conductividad a la corriente eléctrica más duro y resistente que el cobre normal.
- c. Hierro Fundido: Es un hierro gris-perlítico que contiene grafito del tipo A. este material se diseño para aplicaciones donde se requiere alta resistencia al desgaste y excelente respuesta al tratamiento térmico como también gran dureza.
- d. Aluminio: Este material se caracteriza por alta calidad, resistencia a la corrosión, buen trabajo en el desempeño, y alto grado de propiedades mecánicas, a la vez es versátil y tiene buen acabado.

1.2.4 Clasificación de los puestos de trabajo

Dentro de un taller de mantenimiento industrial se pueden clasificar los puestos así:

- ♣ Administrador

Por lo general es el propietario del taller y se encarga del funcionamiento del taller en cuanto al trato con los clientes, controlar la producción, proveer materias primas y materiales, manejo de personal. Es frecuente que el administrador haga trabajo de tornero o fresador adicional a sus labores de administración del taller.

- ♣ Jefe de taller

Es la persona encargada del trabajo del mantenimiento industrial propiamente dicho, en cuanto a supervisar el trabajo de los torneros, fresadores y ayudantes. Es común que una misma persona ejerza el trabajo de administrador y jefe de taller a la vez. El jefe de taller también hace labor de tornero.

♣ Tornero

El tornero constituye por lo general mano de obra calificada que hace el trabajo de transformación de un sólido indefinido, haciéndolo girar alrededor de su eje y arrancándole material periféricamente a fin de obtener una geometría definida (sólido de revolución). Con el torneado se puede obtener superficies: cilíndricas, planas, cónicas, esféricas, perfiladas, roscadas.

♣ Fresador

El fresador constituye por lo general mano de obra calificada que hace el trabajo de arranque de viruta mediante una herramienta (fresa o cortador) provista de múltiples aristas cortantes dispuestas simétricamente alrededor de un eje gira con movimiento uniforme y arranca el material a la pieza que es empujada contra ella.

♣ Soldador

Esta persona al igual que los anteriores necesita también por lo general ser mano de obra calificada para poder utilizar de manera adecuada la soldadura oxi-acetilenica y la soldadura eléctrica; por medio de las cuales realizará las juntas adecuadas de los distintos materiales, en distintas posiciones.

1.2.5 Sistema de operación de un taller de mantenimiento industrial

La forma en que opera un taller de mantenimiento industrial típico en Guatemala es la misma, la mayoría de las veces; las ventas dependen directamente de las personas que llegan al taller a solicitar un determinado trabajo y del prestigio que se tenga. Se presenta un presupuesto por lo general hablado, por parte del administrador o propietario al eventual comprador (cliente), solicitando para la realización del trabajo un pago anticipado del 50% o 60% y 50% o 40% contra entrega del trabajo, respectivamente. Si este es confirmado por el cliente, se procede a la compra de la materia prima y accesorios necesarios. El tiempo de entrega es estimado empíricamente, por lo que no es confiable la estimación que se hace de esta forma.

El sistema de trabajo en un taller mantenimiento industrial es por unidad de obra, es decir se destina un trabajo específico a cada técnico, pagándole semanal o quincenalmente su sueldo estipulado con anterioridad en su contrato de trabajo. A los ayudantes se les paga de la misma manera que a los técnicos o bien de la forma convenida en el contrato de trabajo.

El transporte del producto terminado al destino correspondiente es parte del servicio que presta el taller.

2. INFRAESTRUCTURA

En un taller de máquinas herramientas que se dedica al mantenimiento industrial debe distinguirse, por la naturaleza y características de este trabajo, las siguientes áreas bien diferenciadas, para su mejor funcionamiento y optimización del trabajo de producción:

- a. áreas de trabajo.
 - área de máquinas
 - área de soldadura
- b. área de materia prima
- c. área de producto terminado
- d. área de herramientas

2.1 Áreas de trabajo

Estas áreas son aquellas en las cuales se llevan a cabo los trabajos necesarios para transformar la materia prima en producto terminado. En cualquier taller, pequeño o grande, deben distinguirse estas áreas para poder desarrollar el trabajo necesario en forma eficiente. En una microempresa de máquinas herramientas, en la cual se carece la mayoría de las veces del espacio suficiente, pueden distinguirse igualmente estas áreas, por intervalos o periodos de tiempo y trabajo, alternándose en su utilización.

2.1.1 Área de maquinas

Todo el trabajo de maquinado del acero o bien del material que se esté utilizando, se debe llevar a cabo en esta área. Deben colocarse aquí todas las máquinas fijas que se necesitan en el trabajo que se desarrolla en el taller, como son el torno, la fresadora, el cepillo, el esmeril y otras. Por supuesto, en la mayoría de los casos, en las microempresas no se dispone de todas las máquinas indicadas, pero si por lo menos el torno y la fresadora, que en este caso constituirían el área de máquinas, por lo que debiera disponerse siempre del espacio para esta área (torno y fresadora).

2.1.2 Área de soldadura

Aquí se lleva a cabo todo el trabajo de armado de piezas. Deben colocarse en esta área los distintos bancos de taller, indispensables para los operarios en este trabajo. Esta área debe estar aislada del resto ya que se utiliza los distintos tipos de soldadura que existen, eléctrica y oxi-acetilenica, que son las que no deben faltar en ningún taller de mantenimiento industrial. Esta área es indispensable en el funcionamiento de un taller, por lo que también se debe disponer del espacio, así como del equipo de protección necesario destinado a la misma.

2.2 Área de materia prima

Es el área destinada al almacenamiento temporal de toda la materia prima antes de ser procesada y transformada en el producto final, así como de los materiales y accesorios. La superficie a utilizar debe estar protegida de medio ambiente, ya que la materia prima es muy propensa al oxido y ser lo

suficientemente grande para colocar estanterías, y materiales de bastante longitud. En este último caso deben colocarse durmientes entre las tablas donde se colocará los distintos materiales para que exista facilidad para poder tomarlos sin ninguna dificultad, al igual para que sea fácil la limpieza del área. Debe estar cerca de la entrada del taller para el fácil ingreso de la materia prima al mismo.

Las condiciones anteriormente señaladas son las óptimas que debieran existir en un taller. Ahora bien, en los talleres de maquinas herramientas no se dispone del espacio y de un inventario considerable que justifique una superficie amplia para esta área, pues por lo general se trabaja sobre pedido y al comprar la materia prima y materiales se procesa de inmediato. Además no se dispone del capital para invertir en un inventario de materia prima y materiales.

El microempresario del taller debe, en la medida de sus posibilidades, aplicar la forma indicada para el almacenamiento temporal de los materiales, para garantizar la calidad de su trabajo, que depende, además de su habilidad, de la calidad de la materia prima que utilice.

2.3 Área de producto terminado

En el taller debe haber un área destinada al almacenamiento temporal del producto terminado mientras este es entregado. La superficie a utilizar depende de la capacidad del taller en cuanto a espacio y producción y del tipo de producto. Es importante que esta área esté alejada del polvo, pintura, y otros factores, pues pueden afectar el producto terminado.

En una microempresa de maquinas herramientas esta área prácticamente no existe, pues por lo general al estar terminado un engranaje por ejemplo, se entrega al cliente de inmediato. Es decir, el área de acabado constituye también

el área de producto terminado mientras el producto se entrega al cliente. Inclusive, el entregar el producto en el menor tiempo posible garantiza el flujo de capital hacia el taller, pues se cancela contra entrega. Además, el espacio que podría usarse en el área de producto terminado se puede utilizar mejor en el área de trabajo para hacer más eficiente y productivo el taller.

2.4 Área de herramienta

La superficie y espacio ocupados no son grandes en comparación con los anteriores. Debe ser el necesario para un armario o gabinete en el cual se coloquen ordenada y debidamente clasificadas las herramientas y útiles enumerados y descritos anteriormente. Es fundamental que esté muy próxima al área de soldadura y de maquinas, pues es aquí donde más se utilizan las herramientas.

Debe tenerse un inventario escrito de las herramientas existentes y el trato a las mismas debe ser adecuado para garantizar su durabilidad y buen servicio. Es muy importante el mantenimiento que se dé a las herramientas y una ayuda lo constituye tenerlas en gabinetes, los cuales las protegen del polvo.

2.5 Distribución de planta

Con la descripción de las áreas de trabajo necesarias para el correcto funcionamiento y operación de un taller de máquinas herramientas, así como para optimizar el trabajo de producción del mismo, se recurre a una correcta distribución de estas áreas en base al proceso de mantenimiento industrial y al manejo de materiales. Es fundamental tomar en cuenta que en un proceso de mantenimiento y en un pequeño taller difícilmente se trabaja en serie, pues la producción varía constantemente.

Lo que se pretende con la distribución de planta de un taller es adaptar la distribución de las principales áreas de trabajo y almacenamiento que resulte del estudio, para ubicarse en el local existente o conocer las necesidades de espacio para buscar o construir uno. Lo que se quiere es la colocación lógica y apropiada de la maquinaria, de tal forma y en tal lugar que resulte el máximo de economía en el proceso de producción. Para una microempresa de mantenimiento industrial ésta distribución será difícil ponerla en práctica como aquí se indica, pero puede adaptar las técnicas y propuestas que aquí se hacen al espacio superficial de que se disponga.

Una distribución de planta se hace basándose en sistema de producción y busca cumplir estos fines

- a. Integrar globalmente los diferentes factores que afectan la distribución.
- b. Minimizar las distancias en el manejo de materiales.
- c. Que exista fluidez en la circulación del trabajo en el taller.
- d. Utilizar eficientemente el espacio existe.
- e. Seguridad, comodidad en cuanto al trabajo y satisfacción para los trabajadores.
- f. Flexibilidad, para que la distribución pueda ser ajustada sin dificultad.

Debe tomarse en cuenta que una distribución busca el “orden” dentro del taller es decir, una coordinación entre tiempo y materiales para el trabajo una mejor producción a un costo más bajo, y un buen trabajo, o sea, usar correctamente el tiempo, las energías y los materiales. Debe evitarse el congestionamiento y lograr que en el taller no haya absolutamente ninguna cosa innecesaria y que las cosas necesarias estén en los lugares apropiados.

Primeramente se debe establecer el sistema de producción que se tiene en el taller. En este caso por ser un taller de máquinas herramientas el sistema de producción es intermitente, pues en el taller se hacen una diversidad de trabajos al mismo tiempo en una variedad de máquinas y lugares, al menos que sea una fábrica grande que trabaje en serie.

Ya establecido el sistema de producción, se procede a escoger qué tipo de distribución de planta se utilizará. Dentro de esta forma hay tres tipos básicos de distribución: distribución por proceso, distribución por producto, y distribución de posición fija.

2.5.1 Distribución por proceso

La distribución por procesos consiste en la agrupación de las máquinas o procesos del mismo tipo. Es un sistema laboral estacionario y se le conoce con el nombre de fabricación según principio de realización.

Es necesario utilizar este tipo de distribución por procesos en los siguientes casos:

- Cuando se fabrica una gran variedad de productos.
- Cuando se produce en lotes pequeños.
- Cuando la demanda es intermitente.

La distribución por procesos tiene como ventajas:

- Flexibilidad de la producción.
- Menores inversiones en maquinaria.
- Mayor utilización del equipamiento.

- La producción no se interrumpe por rotura o reparación de una maquina.
- Alta especialización de los operarios en el manejo de las maquinas.
- Mejores posibilidades de aislar y controlar procesos contaminantes y molestos.

La distribución por procesos tiene como desventajas:

- No existen rutas fijas ni directas.
- Mayor manipulación de materiales.
- Elevada producción en proceso.
- Mayor congestión de rutas y áreas de trabajo.
- Difícil de programar y reprogramar.
- Dificultad para controlar.

2.5.2 Distribución por producto

Aquí se agrupan los trabajadores, materiales, máquinas y servicios sobre la base de la secuencia de operaciones necesarias para la fabricación del producto. En este caso las máquinas se adaptan al proceso del producto, y no el producto a la ubicación de las máquinas, como sucede en la distribución por proceso. Se aplica a producción continua o en serie.

Es necesario utilizar este tipo de distribución por productos en los siguientes casos:

- Cuando la variedad de productos es pequeña
- Cuando se fabrica en grandes volúmenes.
- Cuando la demanda es estable.

- Cuando la línea se puede equilibrar en cuanto al tiempo.

La distribución por productos tiene como ventajas:

- Rutas directas
- Menor manipulación de materiales, por lo que se requiere menos espacio físico y menos mano de obra para el transporte.
- Bajo stock de las materias primas usadas.
- Programación de la producción sencilla.
- Simplificación de la supervisión y los mecanismos control.
- Menor el costo de mano de obra directa por especialización en la operación.

La distribución por productos tiene como desventajas:

- Sistema rígido (poca flexibilidad)
- La inversión en capital fijo es mayor, se pueden necesitar varias máquinas del mismo tipo en varias líneas.
- La repetición de actividades genera monotonía.
- Necesidad de equipamiento especializado.
- La producción se ve interrumpida por la avería de una máquina.

2.5.3 Distribución de posición fija

En esta situación el producto permanece en un lugar fijo y las máquinas, trabajadores, materiales y servicios se llevan a él. Este tipo de distribución es común en las microempresas de maquinas herramientas, ya que por lo general no disponen del espacio suficiente para ubicar las áreas de trabajo indicadas anteriormente, y por consiguiente casi todas las

operaciones se concentran en un sólo lugar, que es donde se encuentra el producto.

Ventajas de distribución por posición fija:

- Se logra una mejor utilización de la maquinaria
- Se adapta a gran variedad de productos
- Se adapta fácilmente a una demanda intermitente
- Presenta un mejor incentivo al trabajador
- Se mantiene más fácil la continuidad en la producción

Luego de éstas explicaciones de los tipos básicos de distribución, se llega a la conclusión que los que se adaptan al producción intermitente de un taller de maquinas herramientas son la distribución por proceso y la distribución de posición fija.

El sistema de producción debe ser flexible en cuanto a los productos que se pueden hacer y los trabajos que pueden ejecutarse.

Cabe hacer notar que dentro del área de máquinas puede hacerse una distribución para la correcta ubicación de las máquinas que se utilizan en esta área. Es muy importante señalar que lo que se pretende es dividir, clasificar y ubicar las diferentes áreas en el taller y no se puede particularizar sobre un producto o varios productos en particular, debido a que un taller se dedica a producir una gran diversidad de productos a partir de otra gran variedad de materias primas.

Los factores a considerar para una correcta distribución son los siguientes:

1. Espacio disponible
2. Máquinas
3. Mano de obra
4. Materiales
5. Servicios de apoyo
6. Instalaciones de almacenamiento

Espacio disponible

Es el primer factor a considerar, pues de éste dependerá la superficie asignada a cada área de trabajo y de hecho constituye la base para hacer la distribución.

Maquinaria

En este factor es fundamental conocer las máquinas que se utilizarán en el taller. Debe conocerse el área que ocupa cada una de ellas, así como la superficie necesaria para que se pueda trabajar bien la materia prima y el operario efectúe su labor con holgura y comodidad. Las máquinas escogidas son las más frecuentes en un taller de máquinas herramientas; estas son:

- Torno
- Fresadora
- Cepillo
- Esmeril
- Prensa hidráulica
- Taladro
- Rectificadora

Para hacer una correcta distribución se deben conocer las dimensiones de las máquinas en altura, profundidad y longitud. Asimismo, su forma, el material a trabajarse en la máquina y los requisitos de espacio para su funcionamiento. Se deben usar plantillas de dos dimensiones para distribuir bien el espacio.

Siempre en el área de máquinas, deben considerarse los espacios necesarios para pasillos: tránsito y manejo de materiales.

En un taller de máquinas herramientas, por lo general no se dispone del espacio suficiente para las máquinas que se tienen, ni se cuenta con todas las máquinas en mención, pero si deben considerarse las condiciones indicadas anteriormente para evitar posibles accidentes y facilitar el trabajo. Asimismo se debe estar preparado para un eventual crecimiento que se debe esperar con la correcta aplicación de estas técnicas de ingeniería industrial.

Mano de obra

Las personas son los elementos más flexibles en cuanto a su adaptación al sistema de producción (intermitente en el caso de este taller) y de la distribución de las instalaciones. En máquinas herramientas, las personas que trabajan normalmente son:

- Tornero
- Fresador
- Ayudantes

Cabe hacer mención que por lo general el propietario es a su vez administrador, jefe de taller y tornero/fresador. Debe tratarse en lo

posible que los espacios sean amplios, que el lugar esté limpio y que el ambiente sea agradable.

Es importante conocer y determinar el número de trabajadores requeridos por el sistema de producción. Este dato se puede conocer por medio de registros del pasado, que prácticamente no existen en pequeños talleres, estudios, los que se justifican haciendo análisis de la producción y en base a la experiencia. En el caso de un taller para calcular el número de personas necesarias se puede proceder de dos formas,

✓ **Trabajo por pedidos**

Esta forma de establecer el número de trabajadores se hace por experiencia y se puede aplicar cuando el taller es un microempresa que trabaja por pedidos, como sucede a la mayoría de talleres pertenecientes al sector informal. Sin embargo, lo que se pretende es crecer por lo que al tener pedidos grandes y una demanda preestablecida, el número de trabajadores se determina por una técnica llamada balance de línea que se explicará más adelante.

En todo trabajo de máquinas herramientas se necesita una persona que haga los trabajos sencillos como limado, eliminación de rebabas de las piezas elaboradas. Esta persona es el ayudante. Siempre deben haber ayudantes en el taller de máquinas herramientas para hacer más eficiente el trabajo, ya que de esta forma el tornero y fresador se dedica a los trabajos difíciles avanzando más rápido por las diversas tareas que se tengan. Por consiguiente, debe haber un ayudante.

Si la demanda de trabajo crece, debe contratarse a un segundo tornero o fresador y así tener dos torneros o fresadores y un ayudante para

ambos. Si el trabajo del ayudante se acumula es necesario revisar la forma en que realiza su trabajo para hacerlo más eficiente, si siendo eficiente, no tiene tiempo para el trabajo que le suministran los dos torneros o fresadores, debe contratarse a otro ayudante.

✓ **Trabajo en base a la demanda**

Aquí se aplica la técnica arriba mencionada de balance de línea que no es otra cosa que determinar el número ideal de personas necesarias en una línea de producción, la que está constituida por todas las estaciones o puestos de trabajo donde se realizan todas las operaciones necesarias para fabricar determinado producto.

Una línea de producción parte de dividir las operaciones necesarias para hacer determinado producto, de tal forma de que una persona haga todo el trabajo, varias personas lo hagan en secuencia, avanzando en la terminación del producto conforme avanza este en la línea de producción.

Entonces, dado que varias personas ejecutan cada una operaciones consecutivas, se trabaja como una unidad, por lo que la velocidad de producción dependerá de la operación más lenta o lo que se llama cuello de botella.

Para llevar a cabo el balance de línea es necesario determinar el tiempo que se requiere para hacer cada operación, que se llama tiempo normal y es el tiempo en que un operario normal haría la operación en condiciones normales de trabajo.

Para poder hacer esto se necesita recurrir a un cronometro (instrumento utilizado para toma de tiempos), o bien a un reloj con segundero. El tiempo registrado se debe anotar en minutos y segundos. A este tiempo se le debe agregar un porcentaje de tolerancia con lo que se obtiene el tiempo estándar. Este margen o tolerancia es el que permite obtener el tiempo estándar que debe ser un tiempo justo y de fácil mantenimiento por parte de la persona a un ritmo normal y continuo. Esta tolerancia cubre tres áreas: demoras personales, fatiga, y retrasos inevitables. Estas áreas incluyen los retrasos debidos a necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, lubricación de las máquinas, mantenimiento de las herramientas, cansancio (fatiga) y ciertas demoras inevitables.

Para determinar este porcentaje de tolerancia se necesita hacer un estudio por medio de observación para saber cuanto tiempo dedica la persona a otras actividades que no son propias de la operación que le corresponde dentro de la línea de producción. Sin embargo la oficina internacional del trabajo ha realizado estudios y determinaron una tabla de tolerancias en la que indican los márgenes constantes para cualquier tipo de trabajo o actividad, así:

1. Tolerancia personal	5%
2. Tolerancia básica por fatiga	4%
Total	9%

Por consiguiente, se puede tomar una tolerancia mínima del 9% para todas las operaciones que intervienen en la línea de producción.

Con el tiempo estándar, que resulta de sumar el tiempo normal más el porcentaje de tolerancia, se puede proceder a realizar el balance de línea.

Ejemplo de balance de línea en la fabricación de engranajes

Por lo general un taller cuenta con cuatro áreas de trabajo únicamente, el área de corte, de torneado, fresado y cementado. En el área de corte se cuenta con una persona únicamente, en el área de torneado se cuentan con tres personas, el área de fresado con dos personas y el de cementado con dos. Cabe recalcar que estas personas no son fijas en la empresa, sino sólo en este proceso, por lo que podríamos decir que todos están en la capacidad de realizar cualquier trabajo.

La producción de un taller de máquinas herramientas varia, según la demanda del mercado. El dato que es factible determinar, es el del pedido que se efectuó, y este puede variar de 10 unidades hasta un máximo de 30 unidades, estas unidades pueden variar de tamaño y número de dientes según lo solicite el gerente, que esta confirmado por órdenes de compra.

El análisis de la jornada normal de trabajo, es sumamente difícil de determinarlo, ya que los días que no se efectúa operación de fresado, los operarios se dedican a efectuar actividades varias, las cuales hacen que ellos devenguen un salario mensual fijo.

Calculo del número de operarios y estaciones de trabajo necesarias para el ritmo de producción.

Dicho proceso esta efectuado tomando como referencia todas las actividades realizadas por la empresa, así como se utilizaran los tiempos

determinados en cada operación. La secuencia idealizada estaría formada por las siguientes actividades:

Tabla I. Tiempo estándar

Actividad	Tiempo Estándar en minutos
Corte de masa	18.6
Torneado de masa	12.3
mortajado de cuñero	10.00
Fresado de dientes	160.00
cementado	27.70

Total de 228.6 minutos

Efectuando el cálculo para una producción de 30 unidades, y una eficiencia del 90% tenemos los siguientes cálculos:

$$\text{Índice de Producción (IP)} = \frac{30 \text{ unidades a fabricar}}{8 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hora}}$$

$$\text{IP} = 0.0625 \text{ unidades por minuto}$$

$$\text{Numero de operarios (NOT)} = 228.6 \text{ min/un} \times \frac{0.0625 \text{ un/min}}{0.90}$$

$$E = .90$$

$$\text{NOT} = 15.88 \text{ operarios}$$

Numero de Operarios para cada operación:

$$\text{NO1} = 18.6 \text{ min./ un} \times \frac{0.0625}{0.90} = 1.29$$

$$\text{NO2} = 12.3 \text{ min. / un} \times \frac{0.0625}{0.90} = 0.85$$

$$\text{NO3} = 10 \text{ min. / un} \times \frac{0.0625}{0.90} = 0.69$$

$$NO4 = 160 \text{ min. / un} \times \frac{0.0625}{0.90} = 11.11$$

$$NO5 = 27.7 \text{ min. / un} \times \frac{0.0625}{0.90} = 1.92$$

Tabla II. Cálculo de operarios

Operación	Tiempo Estándar	No de Op. Teórico	No de Op. Real
1	18.6	1.29	1
2	12.3	0.85	1
3	10.00	0.69	1
4	160.00	11.11	11
5	27.70	1.92	2

Tiempo Asignado

$$TA1 = 18.6 / 1 = 18.6 \text{ min. / un}$$

$$TA2 = 12.3 / 1 = 12.3 \text{ min. / un}$$

$$TA3 = 10.00 / 1 = 10.00 \text{ min. / un}$$

$$TA4 = 160.0 / 11 = 14.54 \text{ min. / un}$$

$$TA5 = 27.7 / 2 = 13.85 \text{ min. / un}$$

Tabla III. Cálculo de Tiempos

Operación	T Estándar	No. Real	T Asigna	T E Asig.
1	18.6	1	18.6	18.6
2	12.3	1	12.3	18.6
3	10.00	1	10.0	18.6
4	160.00	11	14.54	18.6
5	27.70	2	13.85	18.6
	T = 228.6	T = 16		

$$\text{Unidades por día} = \frac{1 \text{ operario} \times 8 \text{ horas} \times 60 \text{ min. / hora}}{18.6 \text{ min. / unidad por operario}}$$

$$= 25.80 \text{ unidades por día}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{228.6}{18.6 \times 16} \times 100 = 76.81 \%$$

Materiales

El factor más importante en una distribución es el material el cual incluye los siguientes elementos:

- ✓ Materias primas.
- ✓ Material entrante.
- ✓ Material en proceso.
- ✓ Productos acabados.
- ✓ Material saliente o embalado.
- ✓ Materiales accesorios empleados en el proceso.
- ✓ Piezas rechazadas, a recuperar o repetir.
- ✓ Material de recuperación.
- ✓ Chatarras, viruta, desperdicios, desechos.
- ✓ Materiales de embalaje.
- ✓ Materiales para mantenimiento, taller de utillaje u otros servicios.

El objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre cambiar su forma o características. Esto es lo que da el producto. Por esta razón la distribución de los elementos de producción depende del producto que se desee y el material sobre el que se trabaje.

Servicios de Apoyo

La maquinaria y los procesos precisan de determinados servicios, los cuales deben cumplir con ciertos requerimientos con el propósito de adaptarse lo mejor posible a la distribución.

Incluye los servicios sanitarios, el área para guardar ropa y para equipo de mantenimiento y limpieza del local (escoba, recogedores, trapeador).

Instalaciones de almacenamientos

Son fundamentales en una distribución de planta de un proceso de producción, incluyendo los talleres de máquinas herramientas, pues en estos siempre se obtienen productos terminados, que por su característica de almacenamiento temporal se les llama comúnmente área de materia prima y área de producto terminado.

a. Área de materia prima.

Dentro de un taller de máquinas herramientas se necesitan tener espacio para la materia prima, los materiales y accesorios. En cuanto a materia prima debe tenerse área para ejes y lingotes

de acero, las cuales deben tener suficiente espacio para poder recogerlos por su gran peso.

Sin embargo, al empezar a crecer un taller y especializarse, puede determinarse el área de materia prima en base a la demanda.

b. Área de producto terminado.

En este caso el área a utilizar depende del tamaño del producto terminado.

Pueden presentarse dos casos: que el taller trabaje bajo pedido conforme lleguen los trabajos o que se tenga una demanda de productos preestablecida.

c. Área de herramientas.

Constituye el área superficial necesaria para los gabinetes destinados a guardar los útiles, herramientas, y máquinas portátiles que se tengan.

Oficina

En todo taller de máquinas herramientas es indispensable una oficina en la cual se desarrolle todo el trabajo de administración. Se considera un área de 2.0 m por 2.0 m.

Pasillos

Adicional al área estimada en los párrafos anteriores para las áreas de la distribución de planta, es necesario considerar el pasillo, que constituyen el lugar por el cual se circulará en la planta (movilización, manejo de materiales). Es normal en talleres pequeños usarlos de 1.0 m de ancho.

2.6 Condiciones de trabajo

Las condiciones de trabajo que se deben tomar en cuenta para el trabajo de un taller de máquinas herramientas tienen mucha relación con la distribución, pues influye en el correcto funcionamiento del mismo, pues son los aspectos que influyen en el buen rendimiento de los trabajadores y la comodidad de los mismos. Entre estos están:

- a. Iluminación
- b. Control de temperatura
- c. Ventilación
- d. Niveles de ruido
- e. Niveles de vibración
- f. Partículas en el aire
- g. Otros

A continuación se hará un análisis de las condiciones de trabajo que deben prevalecer en un taller de máquinas herramientas:

2.6.1 Iluminación

La iluminación es muy importante en cualquier proceso de producción porque la eficiencia y la facilidad para ver lo que se hace por parte de los operarios dependen de una correcta iluminación en el área de trabajo.

Esta iluminación puede provenir de una fuente natural (el sol) fuentes artificiales o la combinación de ambas. En un taller o en cualquier fábrica debe procurarse utilizar la mayor parte del tiempo la iluminación natural, pues es un bien que se obtiene sin ningún costo. Esto implica que deben abrirse ventanas en

la cantidad y posición que permitan aprovechar con ventaja la luz solar y obtener así la iluminación natural suficiente para la mayor parte del tiempo de la jornada de trabajo, pues representa menor costo que el pago constante de electricidad para obtener luz artificial.

Dentro de un proceso de producción existen áreas que necesiten más iluminación que otras, dependiendo de la clase de trabajo que se realicen. Por ejemplo, el área de máquinas y de soldadura, necesitan más luz que el de materia prima y producto terminado. Adicional a la intensidad de la luz se deben tomar en cuenta factores como la calidad de la luz, sombras producidas por la luz, deslumbramiento por la localización de la fuente de luz y el número de la misma.

La iluminación es el efecto de una fuente luz al incidir sobre una superficie. La unidad que se utiliza para medir la iluminación es el pie-bujía o el lux. El pie-bujía equivale a 10.76 lux.

En cuanto a la iluminación natural es conveniente que en lo posible, de acuerdo al proceso de producción, las operaciones que necesiten mayor visibilidad estén cerca de las ventanas, pues es en ésta región donde hay mayor intensidad de luz.

Distintas asociaciones de ingenieros en el mundo se han dedicado a investigar los niveles de iluminación que se necesitan para los distintos tipos de trabajo que existen. Para un taller de máquinas herramientas existen estos tres valores, que dependen también de la edad de las personas que laboran en el área de trabajo, de la velocidad o exactitud del trabajo que se hace y de la reflectancia de las paredes del local:

500 lux - 750 lux - 1000 lux

Todo taller debe disponer de la adecuada instalación para la iluminación artificial que suministra los luxes necesarios para las áreas de trabajo. Para esto se utilizan lámparas de luz artificial que funcionan con electricidad: las hay incandescentes y fluorescentes. Las especificaciones de una lámpara están dadas en horas de vida útil y lúmenes. El lúmen es la unidad de medida del flujo luminoso de una fuente puntual de luz. La diferencia entre un lámpara incandescente y una fluorescente es que la primera trabaja por medio de un filamento que al calentarse producen vibraciones que transforman el calor en energía radiante y la segunda funciona por medio de un arco voltaico en el gas a baja presión que contiene el tubo y que origina radiación ultravioleta que al incidir sobre el materia fluorescente de las paredes del tubo convierte esta radiación en luz visible.

La ventaja de una sobre otra es su vida útil, pues una lámpara incandescente tiene una vida útil del orden de las 1000 horas, mientras que las fluorescentes 10,000 horas (10 veces más).

Para la distribución de las lámparas en el taller y el tipo de lámpara a utilizar existen métodos que permiten establecer el número de lámparas y la posición de cada.

Los principales métodos que se utilizan para el alumbrado de interiores son:

- a. Método de rendimiento o utilización
- b. Método de cavidad zonal

En ambos casos el cálculo exacto es imposible, debido a la reflexión de la luz en los ambientes, por lo que se basa en factores experimentales que

relacionan el rendimiento lumínico con las dimensiones y los acabados de los ambientes.

El método de cavidad zonal es el más moderno y lo recomienda la asociación de ingenieros eléctricos, por lo que a continuación se explica su procedimiento.

El ambiente de trabajo se divide en tres espacios zonales así:

- a. cavidad cielo: altura o distancia del techo a la fuente de luz.
- b. Cavidad ambiente: distancia desde la fuente de luz a la superficie de trabajo.
- c. Cavidad piso: distancia desde la superficie de trabajo al piso.

El procedimiento es el siguiente:

1. Escoger el nivel lumínico adecuado a una de las normas. Se establece en base al tipo de trabajo que se desarrolla y se obtiene de la tabla 1 del anexo.
2. Escoger el tipo de luminaria, la cual se clasifica así: directa, indirecta, semi-directa, semi- indirecta y de difusión general. Estas se basan en el porcentaje de luz dirigida hacia arriba y hacia abajo, de acuerdo al tipo de lámpara y su posición. Se obtiene esta información de la tabla 2 del anexo.
3. Escoger los colores del ambiente, que proporcionaran la reflectancia de los alrededores de la fuente de luz. Los datos necesarios están en la tabla 3 del anexo.
4. Estimar el coeficiente de mantenimiento, que oscila entre 0.50 y 0.80 este factor considera la disminución de la iluminación por

envejecimiento y suciedad de la fuente de luz. Por lo tanto, a mayor suciedad y vida de uso de lámpara el coeficiente es más alto.

5. Calcular las relaciones de cavidad de ambiente de cielo y de piso:

$$RCA = \frac{(5 * hca) * (L + W)}{L * W}$$

$$RCC = \frac{(5 * hcc) * (L + W)}{L * W}$$

$$RCP = \frac{(5 * hcp) * (L + W)}{L * W}$$

Donde:

RCA: Relación cavidad de ambiente

RCC: Relación cavidad de cielo

RCP: Relación cavidad de piso

L: Longitud del ambiente

W: Ancho del ambiente

hcc: Cavidad cielo

hca: Cavidad ambiente

hcp: Cavidad piso

6. Buscar en tabla 4 del anexo

6.1 La reflectancia efectiva para cavidad cielo, se necesitan para esto los valores de reflectancia de cielo y paredes, y la relación de cavidad de cielo.

6.2 La reflectancia efectiva de la cavidad de piso, usando la reflectancia del piso.

7. Se encuentra el coeficiente de utilización en base al tipo de luminaria usado. Para encontrar este dato se utiliza la tabla 4 del anexo, empleando los valores de:

7.1 Relación cavidad ambiente

7.2 Reflectancia efectiva de cavidad de cielo

7.3 Reflectancia de paredes

En esta tabla se supone un reflectancia de efectiva de cavidad piso del 20%.

8. Calcular el flujo lumínico total que se necesite, a partir de la siguiente fórmula:

$$O = \frac{E * S}{K * k'}$$

Donde:

O: flujo lumínico total

E: iluminancia en lux

S: superficie en metros cuadrados

K: coeficientes de utilización

K': factor de mantenimiento

9. Calcular el espaciamiento máximo de lámparas, de acuerdo al principio de uniformidad para determinar el número de lámparas necesarias. Para espaciamiento de lámparas existen dos normas a aplicar:

- Norma alemana: 1.5 a 2.5 veces la altura de suspensión.

- Norma americana: menor o igual a la altura de suspensión.

La altura de suspensión es la altura de la lámpara sobre el plano de trabajo, que es usualmente entre 2 y 3 metros.

10. Determinar el flujo por lámpara: se divide en flujo total entre el número de lámparas. Escoger las bombillas o tubos adecuados para proporcionar como mínimo ese flujo. Utilizar las tablas 5 y 6 del anexo.

2.6.2 Control de temperatura

En este sentido es necesario mantener una temperatura adecuada que evite la transpiración y el sudor, pues influye en el sistema humano y puede alterar el equilibrio normal de los líquidos del organismo, produciendo fatiga y por lo tanto causando problemas en la salud de la persona y en la producción. Se recomienda una temperatura ente 18° y 24°C durante todo el año. En este caso no es problema en nuestro medio, pues esta es la temperatura media que perdura en Guatemala a lo largo del año. Ahora bien, si el local del taller es muy encerrado, la temperatura interior no tiene una relación directa con la del ambiente, por lo que es necesario hacer cambios en el local para garantizar la correcta temperatura y ventilación.

2.6.3 Ventilación

Influye positivamente en el desenvolvimiento y trabajo de los operarios. Asimismo es necesario e indispensable en las áreas de máquinas por el polvo que se despiden al trabajar tanto en el esmeril como en la rectificadora.

Como se indicó en el punto anterior, si no se hacen cambios en el local, las fuentes térmicas internas, máquinas, y externas, el sol, elevan la temperatura en el interior, haciéndolo inoperante.

La ventilación consiste en el proceso por medio del cual el aire caliente y viciado del interior del local es sustituido por aire fresco y limpio del exterior. Esta ventilación se debe obtener por medios naturales o por medio de dispositivos mecánicos.

Debe procurarse utilizar la ventilación natural, que se obtiene de las fuerzas naturales siguientes: la energía cinética, de movimiento, del viento y el tiro natural. Se puede lograr ventilación con una de estas fuerzas o la combinación de ambas.

En cuanto al movimiento del viento, la ventilación depende de la velocidad de éste, de la dirección del mismo y de los obstáculos cercanos al local, árboles, edificios, rótulos. Ahora bien, la cantidad de aire que entra en el local depende de la velocidad del viento, del tamaño de las ventanas existentes y de la posición de las mismas. Por lo tanto las ventanas se deben colocar en el eje longitudinal que es perpendicular a la dirección del viento, para permitir que éste circule dentro del edificio lo

que si es indispensable es colocar ventanas de entrada y ventanas de salida del viento.

Las ventanas de entrada de aire siempre deben procurarse que estén más bajas que las de salida para garantizar el intercambio de aire dentro del local.

El hecho de colocar así las ventanas se fundamenta en el aprovechamiento del tiro natural, que es la diferencia de presiones originada por la diferencia de temperaturas entre el aire interior y el exterior, caliente, tiende a subir y ser sustituido por el aire frío proveniente del exterior. Entonces, para contribuir con el tiro natural, se deben colocar las ventanas en desnivel.

Diseño de sistemas de ventilación

Para poder diseñar el sistema de ventilación para un edificio o local determinado primero se debe conocer la ventilación natural existente, la cual se mide por el número de veces que cambia el aire en el local cada hora.

La cantidad de aire que entra en un edificio depende de la velocidad del viento y del tamaño y posición de las ventanas con respecto a la dirección del viento. Esta cantidad de aire se llama flujo de aire y se puede determinar con esta fórmula:

$$Q1 = C * A * V$$

En donde: Q1: flujo del aire (m³/seg.)

A: área de paso ventanas (m²)

V: velocidad del viento (m/seg.)

C: coeficiente de entrada de ventana

Para determinar el coeficiente de entrada de ventana, se debe utilizar la siguiente tabla:

Tabla IV. Coeficiente de entrada

COEFICIENTE	CARACTERÍSTICA
0.5	El viento sopla perpendicular a ventana.
0.25 – 0.35	El viento actúa longitudinalmente.

Para saber si la cantidad de aire que está entrando es suficiente para la ventilación del local, el flujo de aire Q1 se debe comparar con el caudal necesario Q2, que se calcula de la siguiente forma:

1°. Determinar el volumen del edificio

$$V = \text{ancho} * \text{largo} * \text{altura}$$

2°. Establecer el número de renovaciones por hora que se necesitan de acuerdo al tipo de edificio que se tenga en cuanto a la actividad que se realiza en el mismo, para lo cual se utiliza la tabla 7 del anexo que indica los valores a utilizar según el local que se tenga.

3°. Con esta información se calcula el caudal necesario en metros cúbicos por hora, con la siguiente fórmula:

$$Q2 = V * \text{número de renovaciones por hora}$$

Si el caudal necesario Q2 es menor o igual al flujo de aire Q1, es suficiente la ventilación natural existente. Por el contrario, si el caudal es mayor, entonces se debe recurrir a la ventilación mecánica, considerando también la contaminación que genere el proceso.

Ej. En un taller normal

$$Q1 = 0.5 * 2 * 10$$

$$Q1 = 10 \text{ m}^3/\text{seg.} * 8 \text{ ventanas} = 80 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = 5 * 10 * 4$$

$$V = 200$$

$$V = 200 * 20 = 4000 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La ventilación mecánica puede ser general y local o directa. La primera es aquella en la que el aire fresco se hace entrar evacuando el aire viciado, para que la concentración de contaminantes se reduzca a límites aceptables. Para esto se utilizan extractores de techo que funcionan con el viento exterior, o bien extractores y/o inyectores de aspas que funcionan con motores eléctricos, que tienen una capacidad de evacuación de determinados metros cúbicos por hora según el diámetro de los mismos, por lo que para saber cuántos se necesitan se divide el caudal Q2 entre la capacidad del extractor.

La ubicación de los extractores depende si la ventilación forzada que se quiere implantar es ascendente, descendente o cruzada.

La ventilación mecánica directa consiste en recoger aire contaminado antes de que se expanda en el local o por medio de ductos o mangueras que se colocan o instalan directamente en la fuente de elementos contaminantes como humo y polvo. En el caso de un taller de máquinas herramientas, una fuente de contaminación es el esmeril y la rectificadora, que generan un polvillo, por lo que sería necesario colocarles un ducto colector para evitar la contaminación del aire.

2.6.4 Niveles de ruido

El ruido se mide en decibeles. Todo ruido que supere los 60 a 70 decibeles es peligroso para la persona, pues con el tiempo provoca daños al oído.

Los ambientes en cuanto a la intensidad del ruido que se genera en los mismos se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. 0 a 35 decibeles: ambiente tranquilo.
2. 36 a 65 decibeles: ambiente todavía adaptable a la conversación.
3. 66 a 90 decibeles: ambiente molesto y sin posibilidad de conversación.
4. 91 a 120 decibeles: ambiente extremadamente ruidoso.

El control del nivel de ruido en un ambiente determinado se puede lograr de las siguientes formas:

- a. Reducir el nivel de ruido en su fuente u origen por medio de la modificación del equipo en sus mecanismos y estructura.

- b. Si lo anterior no es posible, como sucede en un taller de máquinas herramientas se procede a considerar la posibilidad de aislar acústicamente la fuente de ruido de la estructura colocando ésta sobre amortiguadores. Si no se puede hacer esta opción, como también ocurre en un taller de máquinas herramienta se utiliza la absorción acústica, utilizando planchas de madera prensada (tablex), o plywood.

El objetivo de instalar materiales acústicos en paredes, techos y pisos es reducir la reverberación, que es un fenómeno parecido al eco, que repite los ruidos generados por las fuentes que se encuentran en el local. Esta opción es posible aplicarla en un taller de máquinas herramientas.

- c. La última opción, también aplicable en un taller de máquinas herramientas, la constituye el equipo de protección personal, formado básicamente por dispositivos que constituyen en muchos casos la única forma económica y práctica de reducir el riesgo de daños al oído y de pérdida auditiva.

Los dispositivos utilizados son: tapones, tapones semi-insertados, orejeras y cascos.

1. Tapones:

Su ventaja es que son baratos y efectivos, fabricándose en diferentes tamaños de caucho, plástico y otros materiales similares. Muchas veces el buen ajuste que se obtenga en el conducto auditivo es más importante que el material del tapón.

2. Tapones semi-insertados:

Se adaptan a la forma del oído externo, sin penetrar el conducto auditivo como los tapones. Son más cómodos que los anteriores, pero no se pueden utilizar cuando el nivel de ruido es superior, pues su ajuste no es perfecto.

3. Orejeras:

Estas cubren el oído externo y están conectadas entre sí para mayor seguridad de fijación en la cabeza de la persona. Aíslan más el ruido que los anteriores.

4. Cascos:

Pueden ser de material flexible o rígido. No se recomiendan para niveles de ruido altos. Generalmente cubren casi toda la cabeza y se utilizan muchas veces para sujetar las orejeras.

Son importantes factores a considerar al escoger un dispositivo de protección los siguientes: comodidad, que el material no irrite la piel, facilidad de comunicación oral y facilidad de colocación. La siguiente tabla muestra índices de atenuación de ruido para dispositivos de protección:

Tabla V. Dispositivos de protección para los oídos

DISPOSITIVO	INDICE DE ATENUACIÓN
Tapones de algodón en rama	8 dB
Tapones de vitrofil	20 dB
Tapones de resina acrílica	15 a 30 dB
Tapones de caucho	18 a 25 dB
Tapones semi-insertados	14 dB
Orejas gruesas	40 dB
Orejas medias	35 dB
Orejas ligeras	25 dB

Es importante saber que la eficacia de protección de los dispositivos depende del hermetismo en la colocación de los mismos en el oído y la vibración por el ruido. Debe encontrarse el equilibrio entre la comodidad y la eficacia, considerando el tiempo de uso.

Para que las personas usen estos dispositivos se debe comenzar por informar acerca de los daños que causa el ruido en el oído y explicar por qué es necesario utilizarlos. Esto es mejor que dar los dispositivos y pedir que se usen sin explicación.

Esta implementación no resulta costosa para una microempresa, por lo que se recomienda su utilización.

2.6.5 Niveles de vibración

La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una maquina es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración – reducir el nivel de las fuerzas vibratorias no deseadas y no

necesarias. De manera que, al estudiar los datos, el interés principal deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de la vibración, la determinación de las causas, y la corrección del problema que ellas representan.

A continuación las diferentes causas de vibración y sus consecuencias, lo cual nos ayudará a determinar así el tipo de vibración que se presenta y buscar así la debida corrección de las mismas.

Vibración debida a desbalance

El desbalance de la maquinaria es una de las causas más comunes de la vibración. En muchos casos, los datos arrojados por un estado de desbalance indican:

1. La frecuencia de vibración se manifiesta a 1x las rpm de la pieza desbalanceada.
2. La amplitud es proporcional a la cantidad de desbalance.
3. La amplitud de la vibración es normalmente mayor en el sentido de medición radial, horizontal o vertical, en las maquinas con ejes horizontales.
4. El análisis de fase indica lecturas de fase estables.
5. La fase se desplazará 90° si se desplaza el captador 90°.

Nota: el desbalance de un rotor saliente a menudo tiene como resultado una gran amplitud de la vibración en sentido axial, al mismo tiempo que en sentido radial.

Vibración debida a falta de alineamiento

En la mayoría de los casos los datos derivados de una condición de falta de alineamiento indican lo siguiente:

1. La frecuencia de vibración es de 1x rpm; también 2x y 3x rpm en los casos de una grave falta de alineamiento.
2. La amplitud de la vibración es proporcional a la falta de alineamiento.
3. La amplitud de la vibración puede ser alta también en sentido axial, además de radial.
4. El análisis de fase muestra lecturas de fase inestables.

La falta de alineamiento, aun con acoplamientos flexibles, produce fuerzas tanto radiales como axiales que, a su vez, producen vibraciones radiales y axiales.

Nota: Uno de los indicios más importantes de problemas debidos a falta de alineamiento y a ejes torcidos es la presencia de una elevada vibración en ambos sentidos, radial y axial. En general, cada vez que la amplitud de la vibración axial sea mayor que la mitad de la lectura radial más alta, hay un buen motivo de sospechar la existencia de un problema de alineamiento o eje torcido.

Los tres tipos básicos de falta de alineamiento en el acoplamiento son:

- ✓ Angular
- ✓ Paralelo
- ✓ Combinación de ambos

Una falta de alineamiento angular sujeta principalmente los ejes de las maquinas accionadora y accionada a vibración axial igual a la velocidad de rotación (rpm) del eje.

La falta de alineamiento en paralelo produce principalmente vibración radial con una frecuencia igual al doble de la velocidad de rotación del eje.

Vibración debida a excentricidad

La excentricidad es otra de las causas comunes de vibración en la maquinaria rotativa. Excentricidad en este caso no significa "ovalización", sino que la línea central del eje no es la misma que la línea central del rotor – el centro de rotación verdadero difiere de la línea central geométrica.

La excentricidad es en realidad una fuente común de desbalances, y se debe a un mayor peso de un lado del centro de rotación que del otro.

Una manera de diferenciar entre desbalance y excentricidad en este tipo de motor es medir la vibración con filtro afuera mientras el motor está funcionando bajo corriente. Luego, se desconecta el motor, observando el cambio de la amplitud de vibración. Si la amplitud se reduce gradualmente mientras el motor sigue girando por inercia, es muy probable que el problema sea debido a desbalance; Si, en cambio, la amplitud de vibración desaparece en el momento mismo en que el motor es desconectado, el problema es seguramente de naturaleza eléctrica, y es muy posible que se deba a excentricidad del inducido.

La excentricidad en rodets o rotores de ventiladores, sopladores, bombas y compresores puede también crear fuerzas vibratorias. En esos casos las fuerzas son el resultado de fuerzas aerodinámicas e hidráulicas desiguales que actúan contra el rotor.

De elementos rodantes defectuosos

Defectos en las pistas, en las bolas o en los rodillos de rodamientos de elementos rodantes ocasionan vibración de alta frecuencia; y, lo que es mas, la frecuencia no es necesariamente un múltiplo integral de la velocidad de rotación del eje. La amplitud de la vibración dependerá de la gravedad de la falla del rodamiento.

Nota: la vibración generada por el rodamiento normalmente no es transmitida a otros puntos de la máquina. Por lo tanto, el rodamiento defectuoso es generalmente el que se encuentra más cerca del punto donde ocurre el mayor nivel de vibración de este tipo.

Falla de rodamientos – otras causas

Los rodamientos no fallan prematuramente a menos que alguna otra fuerza actúe sobre ellos; y tales fuerzas son generalmente las mismas que ocasionan vibración.

Causas comunes de fallas en los rodamientos de elementos rodantes:

- Carga excesiva
- Falta de alineamiento
- Defectos de asientos del eje y/o de las perforaciones en el alojamiento
- Montaje defectuoso

- Ajuste incorrecto
- Lubricación inadecuada o incorrecta
- Sellado deficiente
- Falsa brinelación (Deformación bajo carga)
- Corriente eléctrica

Vibración debida a rodamientos de chumacera defectuosos

Elevados niveles de vibración, ocasionados por rodamientos de chumacera defectuosos, son generalmente el resultado de una holgura excesiva, causada por desgaste debido a una acción de barrido o por erosión química, aflojamientos mecánicos, metal blanco suelto en el alojamiento, o problemas de lubricación.

a. Holgura excesiva de los rodamientos

Un rodamiento de chumacera con holgura excesiva hace que un defecto de relativamente menor importancia, tal como un leve desbalance o una pequeña falta de alineamiento, u otra fuente de fuerzas vibratorias, se transformen como resultado de aflojamientos mecánicos o en golpes repetidos (machacado).

En tales casos el rodamiento en si no es lo que crea la vibración; pero la amplitud de la misma seria mucho menor si la holgura de los rodamientos fuera correcta.

A menudo se puede detectar un rodamiento de chumacera desgastado por "barrido" efectuando una comparación de las amplitudes de vibración horizontal y vertical. Las maquinas que están montadas firmemente sobre una estructura o cimentación rígidas

revelaran, en condiciones normales, una amplitud de vibración ligeramente más alta en sentido horizontal.

b. Torbellino de aceite

Este tipo de vibración ocurre solamente en maquinas equipadas con rodamientos de chumacera lubricados a presión, y que funcionan a velocidades relativamente altas – normalmente por encima de la segunda velocidad critica del motor.

La vibración debida a torbellinos de aceite a menudo es muy pronunciada, pero se reconoce fácilmente por su frecuencia fuera de lo común. Dicha frecuencia es apenas menor de la mitad de la velocidad de rotación (en rpm) del eje – generalmente en el orden del 46 al 48% de las rpm del eje.

El problema de los torbellinos de aceite normalmente se atribuye a diseño incorrecto del rodamiento, desgaste excesivo del rodamiento, un aumento de la presión del lubricante o un cambio de la viscosidad del aceite.

Se pueden hacer correcciones temporales modificando la temperatura del aceite (viscosidad), introduciendo un leve desbalance o una falta de alineamiento de manera de aumentar la carga sobre el eje, o rascando y/o ranurando los costados del rodamiento, para desbaratar la "cuña" de lubricante. Desde luego, una solución más duradera es reemplazar el rodamiento con uno que haya sido diseñado correctamente de acuerdo a las condiciones operativas de la maquina, o con uno que esté diseñado para reducir la posibilidad de formación de torbellinos de aceite.

- a. **Los rodamientos con ranuras axiales** usan las ranuras para aumentar la resistencia a la formación de torbellinos de aceite en tres puntos espaciados uniformemente. Este tipo de configuración está limitado a las aplicaciones más pequeñas, tales como turbinas de gas livianas y turbo cargadores.
- b. **Los rodamientos de chumacera de lóbulos** brindan estabilidad contra los torbellinos de aceite al proporcionar tres puntos de concentración de la película de aceite bajo presión, que sirven para centrar al eje.
- c. **Los rodamientos de riñón basculante** son comúnmente utilizados para las maquinas industriales más grandes, que funcionan a velocidades más altas.

Lubricación inadecuada

Una inadecuada lubricación, incluyendo la falta de lubricación y el uso de lubricantes incorrectos, puede ocasionar problemas de vibración en un rodamiento de chumacera. En semejantes casos la lubricación inadecuada causa excesiva fricción entre el rodamiento estacionario y el eje rotante, y dicha fricción induce vibración en el rodamiento y en las demás piezas relacionadas. Este tipo de vibración se llama "dry whip", o sea látigo seco, y es muy parecido al pasar de un dedo mojado sobre un cristal seco.

La frecuencia de la vibración debida al látigo seco generalmente es muy alta y produce el sonido chillón característicos de los rodamientos que están funcionando en seco. No es muy probable que dicha frecuencia sea algún múltiplo integral de las rpm del eje, de manera que no es de esperarse ningún patrón significativo bajo la luz estroboscópica. En este

respecto, la vibración ocasionada por el látigo seco es similar a la vibración creada por un rodamiento antifricción en mal estado.

Toda vez que se sospeche que un látigo seco sea la causa de la vibración se deberá inspeccionar el lubricante, el sistema de lubricación y la holgura del rodamiento.

Vibración debida a aflojamiento mecánico

El aflojamiento mecánico y la acción de golpeo (machacado) resultante producen vibración a una frecuencia que a menudo es $2x$, y también múltiplos más elevados, de las rpm. La vibración puede ser resultado de pernos de montaje sueltos, de holgura excesiva en los rodamientos, o de fisuras en la estructura o en el pedestal de soporte.

La vibración característica de un aflojamiento mecánico es generada por alguna otra fuerza de excitación, como un desbalance o una falta de alineamiento. Sin embargo, el aflojamiento mecánico empeora la situación, transformando cantidades relativamente pequeñas de desbalance o falta de alineamiento en amplitudes de vibración excesivamente altas. Corresponde por lo tanto decir que el aflojamiento mecánico permite que se den mayores vibraciones de las que ocurrirían de por sí, derivadas de otros problemas.

Nota: Un aflojamiento mecánico excesivo es muy probable que sea la causa primaria de los problemas cuando la amplitud de la vibración $2x$ las rpm es más de la mitad de la amplitud a la velocidad de rotación, $1x$ las rpm.

Vibración debida a las bandas de accionamiento

Las bandas de accionamiento del tipo en "V" gozan de mucha popularidad para la transmisión del movimiento puesto que tienen una alta capacidad de absorción de golpes, choques y vibraciones.

Los problemas de vibración asociados con las bandas en "V" son clasificados generalmente por:

- ✓ Reacción de la banda a otras fuerzas, originadas por el equipo presente, que causan alteraciones.
- ✓ Vibraciones creadas por problemas de la banda en sí.

Las bandas en "V" son consideradas a menudo como fuente de vibración porque es tan fácil ver las bandas que saltan y se sacuden entre poleas. Por lo general, el reemplazo de las bandas es a menudo una de las primeras tentativas de corrección de los problemas de vibración.

Sin embargo es muy posible que la banda esté sencillamente reaccionando a otras fuerzas presentes en la maquina. En tales casos la banda es solamente un indicador de que hay problemas de vibración y no representan la causa misma.

La frecuencia de vibración de las bandas es el factor clave en la determinación de la naturaleza del problema. Si la banda está sencillamente reaccionando a otra fuerza de alteración, tales como desbalance o excentricidad en las poleas, la frecuencia de vibración de la banda será muy probablemente igual a la frecuencia alterante. Esto significa que la pieza de la maquina que realmente está causando el problema aparecerá estacionaria bajo la luz estroboscópica del analizador.

Nota: Si es defecto de la banda la frecuencia de vibración será un múltiplo integral –1,2,3 ó 4 – de las rpm de la banda. El múltiplo verificado dependerá de la naturaleza del problema y de la cantidad de poleas, sea de accionamiento como locas, presentes en el sistema.

Es fácil determinar las rpm de una banda de la siguiente manera:

Rpm de la banda = $(3.14 \times \text{diám. de la polea} \times \text{rpm de la polea}) / \text{longitud de la banda}$.

Vibración debida a problemas de engranaje

La vibración que resulta de problemas de engranaje es de fácil identificación porque normalmente ocurre a una frecuencia igual a la frecuencia de engrane de los engranajes – es decir, la cantidad de dientes del engranaje multiplicada por las rpm del engranaje que falla.

Problemas comunes de los engranajes, que tienen como resultado vibración a la frecuencia de engrane, comprenden el desgaste excesivo de los dientes, inexactitud de los dientes, fallas de lubricación y materias extrañas atrapadas entre los dientes.

No todos los problemas de engranajes generan frecuencias de vibración iguales a las frecuencias de engrane. Si un engranaje tiene un solo diente roto o deformado, por ejemplo, el resultado puede ser una frecuencia de vibración de 1x las rpm. Mirando la forma de onda de esa vibración en un osciloscopio conectado con un analizador, la presencia de señales de impulso permitirá distinguir entre este problema y las demás averías que también generan frecuencias de vibración de 1x las rpm.

Desde luego, si hay más de un diente deformado, la frecuencia de vibración es multiplicada por una cantidad correspondiente.

La amplitud y frecuencia de vibración debida a los engranajes pueden también parecer erráticas a veces. Dicho tipo de vibración errática ocurre normalmente cuando un conjunto de engranajes está funcionando en condiciones de carga muy liviana. En tales condiciones la carga puede desplazarse repetidamente de un engranaje a otro de modo irregular.

Nota: Los problemas de rodamientos son predominantes en el punto de falla de los mismos, mientras que los problemas de engranajes pueden ser detectados en dos o más puntos de la maquina.

Vibración debida a fallas eléctricas

Esté tipo de vibración es normalmente el resultado de fuerzas magnéticas desiguales que actúan sobre el rotor o sobre el estator. Dichas fuerzas desiguales pueden ser debidas a:

- ✓ Rotor que no es redondo
- ✓ Chumaceras del inducido que son excéntricas
- ✓ Falta de alineamiento entre el rotor y el estator; entrehierro no uniforme
- ✓ Perforación elíptica del estator
- ✓ Devanados abiertos o en corto circuito
- ✓ Hierro del rotor en corto circuito

En líneas generales, la frecuencia de vibración resultante de los problemas de índole eléctrica será 1x las rpm, y por tanto se parecerá a desbalance. Una manera sencilla de hacer la prueba para verificar la

presencia eventual de vibración eléctrica es observar el cambio de la amplitud de la vibración total (filtro fuera) en el instante en el cual se desconecta la corriente de esa unidad. Si la vibración desaparece en el mismo instante en que se desconecta la corriente, el problema con toda posibilidad será eléctrico. Si sólo decrece gradualmente, el problema será de naturaleza mecánica.

Las vibraciones ocasionadas por los problemas eléctricos responden generalmente a la cantidad de carga colocada en el motor. A medida que se modifica la carga, la amplitud y/o las lecturas de fase pueden indicar cambios significativos. Esto explica por qué los motores eléctricos que han sido probados y balanceados en condiciones sin carga muestran cambios drásticos de los niveles de vibración cuando vuelven a ser puestos en servicio.

2.6.6 Partículas en el aire

Generalmente la contaminación del aire se produce como consecuencia de la emisión de sustancias tóxicas. Puede causar trastornos tales como ardor en los ojos y en la nariz, irritación y picazón de la garganta y problemas respiratorios. Bajo determinadas circunstancias, algunas sustancias químicas que se hallan en el aire contaminado pueden producir cáncer, malformaciones congénitas, daños cerebrales y trastornos del sistema nervioso, así como lesiones pulmonares y de las vías respiratorias. A determinado nivel de concentración y después de cierto tiempo de exposición, ciertos contaminantes del aire son sumamente peligrosos y pueden causar serios trastornos e incluso la muerte.

Como principales contaminantes del el aire se encuentran la partículas, en esta categoría se incluye todo tipo de materia sólida en suspensión en forma de humo, polvo y vapores. Además, de reducir la visibilidad y la cubierta del suelo, la inhalación de estas partículas microscópicas, que se alojan en el tejido pulmonar, es causante de diversas enfermedades respiratorias. Las partículas en suspensión también son las principales causantes de la neblina, la cual reduce la visibilidad.

Las partículas de la atmósfera provienen de diversos orígenes, entre los cuales podemos mencionar la combustión de diesel en camiones y autobuses, los combustibles fósiles, la mezcla y aplicación de fertilizantes y agroquímicos, la construcción de caminos, la fabricación de acero, la actividad minera, la quema de rastrojos y malezas y las chimeneas de hogar y estufas a leña.

Como ejemplos de partículas en el aire podemos mencionar:

- Polvos
- Nieblas
- Humos
- Aerosoles
- Gases
- Vapores
- Rocíos

2.6.7 Orden, limpieza y cuidado del local

Este renglón es importantísimo y por lo general muy descuidado en nuestro medio, pues se desconoce el beneficio que acarrea, como:

- Conservar el espacio de trabajo.

- Mejorar el ánimo de los trabajadores.
- Reduce los accidentes.
- Disminuyen los peligros de incendio.

Asimismo, se logra un buen trabajo, es decir, el correcto uso del tiempo, las energías y los materiales disponibles. Se obtiene así una mejor producción a un costo más bajo y permite una mejor coordinación de los elementos existentes: tiempo, trabajo y materiales, evitando el congestionamiento.

Un lugar está ordenado cuando en él no hay absolutamente ninguna cosa innecesaria y cuando las cosas necesarias se encuentran en sus sitios apropiados. Asimismo: para tener ordenado un lugar, hay que ordenarlo constantemente. Cabe indicar que el orden lleva a la limpieza y al cuidado del local.

Las técnicas a aplicar para mantener el orden en el taller son las siguientes:

- a. Señalización: consiste en trazar con yeso las diferentes áreas de trabajo en base a la distribución de planta. Luego de trazar se procede a pintar con pintura para tráfico color amarillo. Esto ayuda a las personas que laboran en el taller para saber dónde deben efectuar su trabajo, en base a las operaciones a realizar.
- b. Colocación de rótulos de prevención de accidentes en donde haya peligro: máquinas.

Para una mayor aplicación de los incisos mencionados anteriormente podemos realizar una orden de limpieza:

Figura 8. Orden de limpieza

<u>ORDEN DE LIMPIEZA</u>	
NOMBRE: _____	
FECHA INICIO: _____ FECHA TERMINA: _____	
DIA	AREA DE LIMPIEZA
*nota: todo operario debe limpiar cada día su propia maquina.	

Una aplicación de la orden de limpieza para un taller de máquinas herramientas es la siguiente:

Figura 9. Ej. De orden de limpieza

<u>ORDEN DE LIMPIEZA</u>	
NOMBRE: <u>Sergio Antonio Franco Alvarez</u>	
FECHA INICIO: <u>20 – 6 -2005</u> FECHA TERMINA: <u>25 – 6 -2005</u>	
<u>DIA</u>	<u>AREA DE LIMPIEZA</u>
▪ Lunes	esmeril y bancos de trabajo
▪ Martes	mangueras y soldadura eléctrica
▪ Miércoles	barrer banquetas del taller
▪ Jueves	limpiar y ordenar prensa hidráulica
▪ Viernes	limpiar y ordenar taladro y pulidoras
▪ Sábado	ordenar y limpiar baño
*nota: todo operario debe limpiar cada día su propia maquina.	

2.6.8 Protección en puntos de peligro

Los lugares de corte y transmisión de movimiento en las máquinas del taller de mantenimiento requieren salvaguardas para la protección del trabajador. Debe insistirse en que el operario las utilice para su propia seguridad y no parar la producción en caso de accidente, lo que ocasiona daños, en primer lugar a la persona y en segundo lugar al taller de máquinas herramientas, instalaciones.

2.6.8.1 Equipo de protección personal

Cualquier tipo de protección individual debe reunir una serie de características:

- Debe ser fácil de manejar.
- Deberá permitir la realización del trabajo, sin suponer una merma en las posibilidades de actuación.
- Debe ser cómodo procurando si es posible que sienta bien.

En un taller de máquinas herramientas es muy importante utilizar implementos de protección personal:

2.6.8.1.1 Overoles de lona o gabardina

Los vestidos de trabajo proporcionan una protección indudable contra manchas, polvos, productos corrosivos, etc. Debe cuidarse que la ropa de trabajo esté limpia y en buenas condiciones de conservación, sin

roturas que puedan ser motivo de enganches con la máquina provocando el accidente.

2.6.8.1.2 Antejos

Los accidentes de ojos pueden ser evitados mediante el uso de anteojos o caretas protectoras. Cualquier antejo de seguridad debe reunir una serie de requisitos:

- Se han de limpiar con facilidad por lo que no deben tener pliegues ni ranuras de difícil acceso.
- Deben tener un campo de visión amplio.
- No han de estar construidas con material inflamable.
- No debe producir irritaciones ni ningún otro tipo de molestia al usuario.

2.6.8.1.3 Mascarillas

Instrumento que sirve para proteger el aparato respiratorio de cualquier partícula que se mueva en el ambiente y que puede causar efectos perjudiciales a la salud de la persona.

Para proteger el aparato respiratorio se debe seguir un procedimiento que debe incluir los siguientes puntos:

1. Identificar las partículas contra la que se necesita protección.

2. Valorar el riesgo que conlleva cada una de las partículas identificadas estableciendo su grado de peligrosidad.
3. Determinar las condiciones de exposición a esos riesgos tales como proximidad con los puntos de alta concentración, existencia o falta de oxígeno, etc.,...
4. Estudiar las posibilidades personales de utilización del equipo.

2.6.8.1.4 Guantes

Las manos son la parte del cuerpo que muy probablemente entre en contacto con materiales químicos u objetos calientes en el trabajo. El contacto con la piel puede resultar una dermatitis ocasionada por irritación, alergia química o quemaduras en la piel. En adicional, algunos químicos penetran en la piel y pueden causar enfermedades en otras partes del cuerpo. Utilizar los guantes de protección nos ayuda para protegernos de los trabajos relacionados con irritación de la piel y otras exposiciones a químicos.

Elegir los guantes adecuados.

Las hojas de datos de seguridad de los materiales (HDSM) detallan apropiadamente los guantes que se deben y tiene que utilizar para cada uno de los químicos.

Para seleccionar los guantes correctos debemos incluir:

- El grosor correcto de los guantes
- Guantes de uso rudo para mayor protección.
- Guantes ligeros para realización de trabajos delicados, dependiendo de factores tales como; el tipo de trabajo a realizar ,periodo de tiempo de exposición, condiciones de trabajo y líquidos a usar

2.6.8.2 Seguridad

El microempresario está obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negocio, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuada para prevenir accidente en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazada. Las leyes contendrán al efecto, las sanciones procedentes en cada caso.

Para planear la seguridad en las instalaciones de un taller, se debe tomar en cuenta en cuenta lo siguiente:

1. Que el taller se encuentre en un sitio que ofrezca las condiciones esenciales de seguridad.
2. Que existan todos los servicios municipales, incluyéndolo preferentemente agua, alcantarillado, luz eléctrica, teléfono y policía.
3. Que no esté a una distancia excesiva de la estación de bomberos ni de los servicios de emergencia.

Para una buena instalación, de la índole que sea, serán requisitos generales:

1. Realizar los cálculos técnicos necesarios respecto a las resistencias de los componentes;
2. Seleccionar los materiales que se van a emplear en función de los lugares por los que se tiendan las instalaciones;
3. Determinar los sitios por los que atraviesen las instalaciones.

La máquina es una de las principales fuentes de accidentes de trabajo, por lo tanto, a adoptar severas medidas de seguridad respecto a lo siguiente:

- ✓ Accesibilidad de su ubicación
- ✓ Condiciones ambientales.
- ✓ Condiciones de iluminación.
- ✓ Sujeción o anclaje.
- ✓ Áreas de operación y áreas de seguridad.
- ✓ Protección de las partes peligrosas.
- ✓ Sistemas de seguridad.
- ✓ Pintura.

2.6.9 Programa de primeros auxilios.

Este es indispensable para atender con rapidez una eventual lesión o accidente. Debe comprender la concientización del trabajador de lo importante que es curarse a tiempo y tener existencia de un botiquín de

primeros auxilios para trabajadores lesionados o enfermos, mientras se dé la atención médica adecuada, si fuera necesario.

Es indispensable que las personas que laboran en el taller sepan cómo utilizar un extinguidor, debe haber por lo menos uno en el taller, cómo hacer una curación y en general los conocimientos básicos de primeros auxilios en caso de accidentes.

3. PROPUESTA DE PRODUCTO

3.1 Diseño del producto

Al momento de diseñar y luego producir una pieza específica en un taller, es muy importante determinar y especificar todas las partes que lo involucran de tal forma que constituya un conjunto unificado que cumpla con la necesidad para la cual fue requerida y comunicada directamente por el cliente al solicitarla en el taller.

Por lo general en todo taller el cliente utiliza tres formas de comunicación para el diseño de una pieza, las cuales pueden ser: escrita, oral, y la representación gráfica.

Todo microempresario especialmente enfocado a este servicio debe ser técnicamente competente y hábil al emplear las tres formas de comunicación.

Formas de interpretación que son habilidades, es decir, capacidades que puede adquirir o desarrollar una persona para satisfacer las necesidades del cliente con el propósito de garantizar futuros trabajos y ganar prestigio, algo que es muy importante en el mercado guatemalteco por la competencia que existe al desarrollar el diseño o modelo de una pieza, el diseñador debe buscar la simplicidad en el diseño de las partes finales, ya que así se reduce el número de operaciones necesarias para fabricarla y se facilita el trabajo de producción.

Después de obtener el diseño y enfocarnos en la elaboración de la pieza es importante hacer un resumen de las operaciones, inspecciones, herramientas y máquinas a utilizar. Asimismo, el diseño debe ser lo más fácil que se pueda en cuanto al torneado, fresado y tallado, algo que ya se tomó en cuenta al momento de su diseño.

Consideraciones sobre el diseño del producto

Por lo general las piezas que se fabrican en un taller de máquinas herramientas no son nuevas, pues ya existen en el mercado. Sin embargo, es importante conocer los pasos previos al diseño propiamente dicho, tomando como ejemplo la elaboración de un engranaje:

- a. Definición del producto.

Engranajes.

Los engranajes o engranes se utilizan para la transmisión positiva de potencia de un eje a otro por medio del acoplamiento de los dientes de dos o más engranajes. Los engranajes también se utilizan para aumentar o reducir la velocidad del eje impulsado y, con ello, reducir o aumentar la torsión (par) del engranaje impulsado.

Los ejes en una impulsión o en un tren de engranes suelen estar paralelos, pero también se pueden impulsar a cualquier ángulo con engranes de la conformación necesaria.

b. Determinación de los recursos disponibles.

Para todo engranaje es muy importante determinar todos los factores necesarios para su elaboración como lo es:

- Materiales a utilizar (que haya existencia suficiente en el mercado guatemalteco),
- Maquinaria,
- Mano de obra,
- Operaciones necesarias

Como ya se ha mencionado anteriormente es muy importante que la persona que lo vaya a diseñar debe saber lo más que se pueda sobre todo lo relacionado sobre la producción de la pieza, para así obtener un mejor diseño, que logre satisfacer las necesidades del cliente detectadas en la solicitud al taller, en este caso, sobre un engranaje, que se pueda fabricar en forma beneficiosa y eficiente, en cuanto a costos y producción se refiere.

c. Diseño preliminar.

Un par de engranes que trabajan unidos se diseñan a partir de sus círculos primitivos o de paso, estos círculos son siempre tangentes entre sí. El diámetro de estos círculos se obtiene de multiplicar el módulo por la cantidad de dientes. El módulo se define como el tamaño de los dientes y para que dos engranes trabajen juntos deben tener igual módulo. Se tiene entonces:

$$D_p = MZ$$

en donde

D_p : diámetro primitivo o de paso

M : módulo

Z : cantidad total de dientes del engrane

Si se tienen dos engranajes 1 y 2 con velocidades de giro n_1 [rpm] y n_2 [rpm] se pueden obtener unas relaciones de gran utilidad. Si los dos engranes van a trabajar juntos, en una unidad de tiempo ambos recorren la misma cantidad de metros, por ejemplo en un minuto ambos recorren:

$$n_1 \cdot D_{p1} = n_2 \cdot D_{p2}$$

$$n_1 / n_2 = D_{p2} / D_{p1} \text{ Pero } D_p = M Z$$

$$n_1 / n_2 = Z_2 / Z_1$$

Se define la relación de transmisión $i: 1$ como la cantidad de vueltas que debe dar el engranaje motor para que el engranaje conducido de una vuelta. Por ejemplo, un reductor que disminuya a un cuarto la velocidad de giro tiene una relación 4: 1.

$$\text{En general: } i = n_1 / n_2 = D_{p2} / D_{p1} = Z_2 / Z_1$$

De esta forma, un diseño de engranajes parte por definir el módulo y la relación de transmisión que se desea, de esta forma y usando las relaciones anteriores se obtienen los diámetros de paso.

En el diseño de los engranajes se busca la forma y el ancho del diente para soportar las cargas que se ejercen sobre ellos. Esta carga varía principalmente, dependiendo de la potencia transmitida y de la velocidad de giro. Dependiendo de los esfuerzos que se producen en los dientes, se pueden fabricar engranajes de diversos materiales y en una gran cantidad de formas

d. Dibujo de producto.

Una herramienta de gran utilidad en los talleres de mantenimiento industrial es el dibujo o esquema de la pieza, en este caso un engranaje, ya que nos brinda mayor información sobre el mismo y nos ayuda a distinguir los aspectos más importantes al momento de fabricarlos.

En el dibujo se incluye bastante información como lo son anotaciones y observaciones correspondientes. El dibujo constituye una forma grafica de la pieza, que tiene como fin dar en la mejor forma los datos relativos al mismo, en cuanto a su presentación. Un aspecto muy importante es que el dibujo sea a escala para así obtener una correcta visualización del producto final y de cada una de sus partes.

Debe distinguirse un dibujo de diseño y el dibujo que se utiliza para las especificaciones, ya que en este último se incluye más información.

Figura 10. Planta de corona y piñón

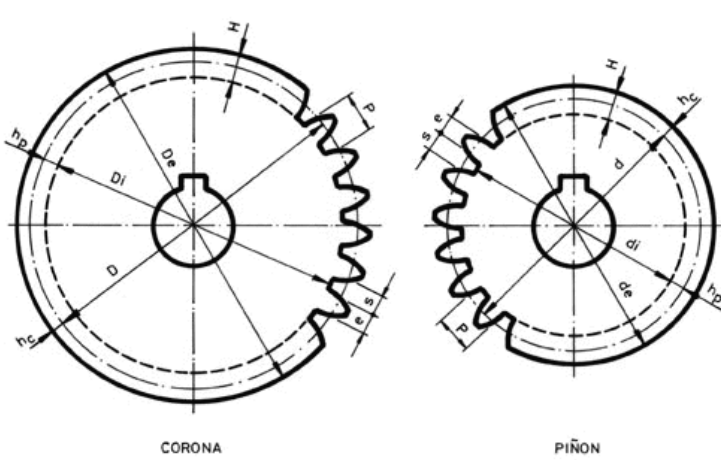
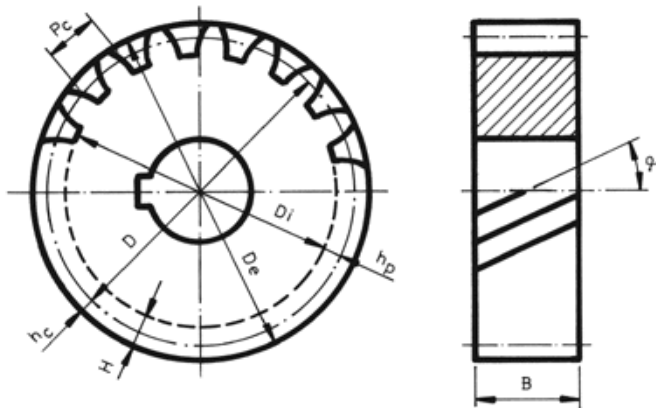


Figura 11. Planta y perfil de engranaje



3.2 Especificaciones del producto

Las especificaciones del producto constituyen una explicación gráfica y escrita que detalla, enumera y precisa las materias primas y materiales a utilizar, las dimensiones, el color, las partes y formas de acabado.

En un taller de máquinas herramientas es indispensable valerse de los dibujos, pues es la mejor forma de entender y visualizar lo que se va a fabricar. Asimismo, esto es muy importante pues permite diseñar el proceso de producción.

Es por medio de las especificaciones del producto que se pueden establecer un procedimiento de inspección, en cuanto a la calidad del mismo, tomando en cuenta las dimensiones, el acabado, etc.

El cumplimiento de las especificaciones es lo que garantiza una fabricación de calidad que satisfaga al cliente y que permita ganar prestigio y eventualmente aumentar las ventas del taller, permitiendo su crecimiento.

A continuación se ejemplifica especificaciones de un engranaje:

- a. Materia prima
 - Cold-roll: de 10” de diámetro por 4 ½” de largo.

- b. Accesorios
 - Cuña: de 3/4 “ para cuñero
 - Castigadores: específicamente son 2 que se coloca a 90°.

- c. Dibujos
 - Isométricos
 - Elevación

3.3 Materias primas y materiales

Las materias primas y materiales a utilizar en la fabricación de productos en un taller de maquinas herramientas se deben escoger en base a los resultados obtenidos en un investigación de mercado o por lo indicado por el cliente potencial, considerando la calidad de los mismos, su precio y disponibilidad en el mercado.

El microempresario, por su experiencia, puede sugerir la utilización de determinadas materias primas, que garanticen la calidad del producto y que permitan facilidad en la fabricación del mismo. Se ejemplifica la utilización de algunas materias primas y materiales utilizados en un taller de maquinas herramientas para la fabricación de sus piezas.

3.3.1 Aceros para construcción mecánica

Conocidos también como aceros para cementación, estos aceros adquieren excelente dureza superficial en el temple de cementación. Insuperable tenacidad y resistencia en el núcleo. Partes de maquinaria y repuestos de grandes dimensiones, de las cuales se exige muy alta dureza, superficial, tenacidad, y resistencia extraordinaria en el núcleo como en piñones, cigüeñales, ejes de cajas de velocidades, sin fines, palancas, piezas de dirección, vástagos y pines.

3.3.2 Aceros bonificados

Este tipo de acero es altamente resistente a la tracción, a la torción y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a fragilidad de revenido. Por su estado de suministro permite en la mayoría de los casos su aplicación sin necesidad de tratamiento térmico adicional. Entre sus aplicaciones están partes de maquinaria y repuestos de mayores dimensiones sometidas y muy altos esfuerzos dinámicos y otras altas exigencias, cigüeñales, ejes de leva, árboles de transmisión, barras de torsión, ejes de bombas, pernos y tuercas de alta tensión rodillos de transportadora, vástagos y pines.

3.3.3 Aluminio

Este material se caracteriza por alta calidad, resistencia a la corrosión, buen trabajo en el desempeño, y alto grado de propiedades mecánicas, a la vez es versátil y tiene buen acabado. Entre sus aplicaciones: equipo de marina, botes, cuerpos de camión, buses, tanques y fittings, componentes estructurales, partes de maquinaria, moldes, poleas, etc.

3.3.4 Bronce

Es de excelente desempeño y amplia variedad de usos; con maquinabilidad superior, mayor resistencia a la tracción y al impacto, gran dureza, resistencia al esfuerzo y resistencia al desgaste; excelentes cualidades contra la fricción; excelentes propiedades de maquinabilidad,

entre sus aplicaciones: chumaceras, tejas que soportan fuertes cargas, ruedas dentadas de maquinaria, engranajes, bushings para motores de aviación, asientos de válvulas y accesorios de alta calidad.

3.4 Utilización de desperdicios

Este punto es muy importante, por cuanto a la mayor parte de pequeños talleres no se hace un correcto uso de los desperdicios resultantes en la fabricación de piezas, y es que la posibilidad de aprovechar estos materiales que de otra forma se venderían o se regalarían, no debe dejar de ser considerada.

Primeramente, debe hacerse una correcta clasificación de las piezas sobrantes o de desperdicio, en cuanto sus dimensiones, para poder analizar si pueden o no ser utilizadas en la fabricación de las piezas o productos que se fabrican en el taller.

Luego de esta primera clasificación se procede a reclasificar las piezas en cuanto a las que si pueden ser utilizadas en la fabricación de subproductos y las que pueden venderse.

Lo que aquí interesa es que subproductos se puedan fabricar de las piezas sobrantes que no se pueden usar en la fabricación de productos principales.

4. IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS Y MÉTODOS DE TRABAJO

El proceso dentro del taller lo constituyen todas las actividades y operaciones necesarias para la fabricación de los diversos productos que se manufacturan en una microempresa de máquinas herramientas. Por consiguiente es necesario tener clara la idea de cada actividad que se lleva a cabo dentro del taller, mediante una descripción de cada una para poder definir con acierto la forma en que se ejecuta un trabajo en particular, recurriendo para buenos resultados a lo siguiente:

1. Diagrama de operaciones del proceso
2. Diagrama de flujo de proceso
3. Métodos de trabajo.

Dentro de cualquier trabajo se realizan los siguientes tipos de actividades, bien diferenciadas una de otra y que suceden durante cualquier proceso:

a. Operación

Es un cambio intencional en un producto, un ensamble de partes o la preparación de un producto para otra operación, almacenamiento, transporte o inspección. Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.

b. Transporte

Ocurre cuando el producto se desplaza de un lugar a otro, e implica movimiento del mismo. No se incluyen en esa actividad aquellos movimientos que forman parte de una operación o que son causados por el operario en el lugar

de trabajo, en una operación o en una inspección. Tampoco se incluye como tal un transporte menor de 3 metros.

c. Inspección

Implica la revisión o el examen de un producto para identificarlo o verificar en calidad o cantidad sus características.

d. Demora

Indica demora en el desarrollo de los hechos, al no poder ser procesado un producto inmediatamente por cualquier circunstancia.

e. Almacenaje

Indica el depósito del producto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia. Con esta actividad se evita que el producto tenga actividades o desplazamientos no autorizados.

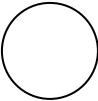
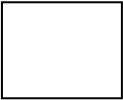
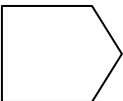
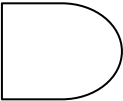
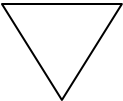
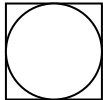
f. Actividad combinada

Sucede al combinarse en una actividad una operación y una inspección. Como un resumen, el propósito de cada una de las actividades indicadas es el siguiente:

♣ Operación	produce o realiza
♣ Transporte	mueve
♣ Inspección	verifica
♣ Demora	interfiere
♣ Almacenaje	guarda

Los símbolos que se utilizan en cada una de las actividades descritas, se presentan a continuación:

Figura 12. Símbolos para diagramas de operaciones

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	PROPÓSITO
	Operación	Produce o realiza
	Inspección	Verifica
	Transporte	Mueve
	Demora	Interfiere
	Almacenaje	Guarda
	Operación – Inspección	Actividad combinada

Sobre cada actividad dentro de un proceso deben hacerse las preguntas claves siguientes: quién, qué, por qué, dónde, cuándo, cómo, para desarrollar y generar nuevas ideas y dar nuevos enfoques al problema o situación.

Orden de producción

Una herramienta muy importante para resolver estas incógnitas es la orden de producción, que es a su vez el resultado del trabajo de control de producción, y no es otra cosa que instrucciones de taller, que incluyen planos, materiales a utilizar, identificación del producto, fecha de entrega.

Cuando se trata de un producto nuevo, la orden de producción se debe trabajar en su totalidad: hacer los planos de la pieza, características de acabado, materiales a utilizar y un lugar específico para anotar el tiempo de fabricación. Esto es muy importante pues permite tener un archivo de producción, que facilita el trabajo al fabricar productos iguales o similares, y también ayuda a fijar con cierta certeza una fecha de entrega en un presupuesto.

Una orden de producción es básicamente información, que si no está ordenada pierde su efectividad y función. Por ello es necesario disponer de un formato al que deben anotarse y adjuntarse las especificaciones y dibujos (planos).

Una orden de producción podría ser la siguiente:

Figura 13. Orden de producción

<u>ORDEN DE PRODUCCIÓN</u>	
No. _____	HOJA No. ____/____
PRODUCTO: _____	CODIGO: _____
FECHA: _____	
TORNERO: _____	
FRESADOR: _____	
SOLDADOR: _____	AYUDANTE: _____
FECHA DE ENTREGA: _____	
A. ESPECIFICACIONES	
1. <u>MATERIA PRIMA</u>	2. <u>MATERIALES</u>
3. <u>ACABADO</u>	
4. <u>DIBUJOS</u>	
B. TIEMPO DE PREPARACIÓN	
<u>OPERACIÓN</u>	TIEMPO
C. TIEMPO DE FABRICACIÓN	
<u>ACTIVIDAD</u>	TIEMPO
TIEMPO TOTAL:	_____

Ejemplo de una orden de producción para la elaboración de un engranaje:

Figura 14. Ejemplo de orden de producción

<u>ORDEN DE PRODUCCIÓN</u>	
No. <u>1</u>	HOJA No. <u>1</u> / <u>1</u>
PRODUCTO: <u>Engranaje</u>	CODIGO: <u>P-02</u>
FECHA: <u>20 - 06 - 2005</u>	
TORNERO: <u>Manuel Francisco Pérez</u>	
FRESADOR: <u>Jilmar Delgado</u>	
SOLDADOR: <u>-----</u>	AYUDANTE: <u>Giovanni Soc</u>
FECHA DE ENTREGA: <u>23 - 06 -2005</u>	
A. ESPECIFICACIONES	
1. <u>MATERIA PRIMA</u>	2. <u>MATERIALES</u>
- cold-roll de 10" de diámetro	- cuña de ¾ "
* 4 ½" de largo.	- 2 castigadores
	- lija
	- wype
	- lima
	- machuelos
3. <u>ACABADO</u>	
- superficie de todo el engrane debe ser liza sin ralladuras.	
- dientes de engrane a escuadra e igual medida.	
- el cuñero debe ser a escuadra	
- dureza del engrane debe ser la adecuada, después de sementado.	

Continuación

4. DIBUJOS

- planta
- isométrico
- detalles de engrane terminado

B. TIEMPO DE PREPARACIÓN

OPERACIÓN

TIEMPO

- torneado
- fresado
- cepillado
- sementado

Tiempo total

C. TIEMPO DE FABRICACIÓN

ACTIVIDAD

TIEMPO

- selección del acero
- llevar el material al área de maquinado
- torneado de la pieza, según las dimensiones
- eliminación de filos, por medio de lima
- dar acabado necesario con ayuda de lija
- llevar el material al área de fresado
- fresado de dientes, en este caso 26
- limado de los dientes para eliminar los filos
- llevar el engrane al área de cepillado
- elaboración de cuñero de $\frac{3}{4}$ "
- limado de cuñero para eliminar filos

Continuación

- llevar el engrane al área de fresado
- elaboración de agujeros para castigadores
- traslado de engrane al banco de trabajo
- machuelazo de agujeros
- traslado de engrane al área de tratamientos térmicos
- sementado de engrane
- traslado de engrane al área de producto terminado

TIEMPO TOTAL: _____

4.1 Trabajo de mantenimiento industrial propiamente dicho

Dentro de un taller de máquinas herramientas deben distinguirse dos trabajos bien diferenciados: mantenimiento industria y el acabado.

a. Mantenimiento industrial

Deben distinguirse a la vez dos actividades:

- ♣ Maquinado
- ♣ Soldadura

Maquinado

Es todo el trabajo que se realiza en las máquinas, ya sea torneado, fresado, cepillado, taladrado de piezas.

Es necesario mencionar que para optimizar cada una de estas actividades es necesario elaborar distintos accesorios, que no se consiguen en ninguna tienda de proveedores de herramientas industriales, y que uno como empresario no va a gastar cada vez que tenga que desarrollar algún trabajo sino que necesita emplear el ingenio y aprovechar al máximo los recursos que se poseen. Entre algunos ejemplos de estos accesorios podemos mencionar: Herramientas de corte especialmente para plástico, accesorios para sostener varias piezas, para reducir el tiempo de maquinado a un gran volumen de piezas, accesorio para sostener herramientas de corte como buriles, llamado en este ámbito con el nombre “barra” utilizado para piezas grandes como pequeñas y así se pueden seguir mencionando distintos accesorios.

Soldadura

Es la unión permanente, es decir, no desmontable, de piezas de una construcción mecánica. En este caso la soldadura de metales se efectúa con ayuda del calor, de una presión, o de uno y otra, intercalando un metal extraño (metal de soldadura) en las soldaduras blandas ordinarias. Se intercala material de la misma índole que el de las piezas soldadas.

b. Acabados

El trabajo de acabados constituye la parte final dentro del proceso de fabricación del producto en un taller de máquinas herramientas y está constituido por todas las actividades que se realizan para terminar el mismo, que son básicamente rectificado y pulido final.

4.2 Descripción del proceso

La descripción del proceso consiste en la enumeración detallada del orden de actividades para realizar determinado trabajo. Es importante que en un taller de máquinas herramientas se haga una descripción del proceso de fabricación de cada producto que se elabora para poder optimizar el trabajo y tener un historial de los procedimientos que se han seguido para fabricar los productos. Esto permite hacer modificaciones al fabricar el mismo producto o uno similar y ganar tiempo al tenerlo ya especificado cuando se presenta de nuevo en la producción del taller.

Para poder comprender en mejor forma la descripción del proceso de un producto determinado, a continuación se ejemplifica un producto: engranaje.

Descripción del proceso para un engrane:

- Selección del acero, específicamente para este es cold-roll
- Llevar el material al área de máquinas, para inicio del proceso de torneado.
- Torneado de la pieza, según las dimensiones que se necesita.
- Eliminación de filos, por medio de lima.
- Dar acabado necesario, utilizando lija para darle la brillantez deseada.
- Llevar el material al área de fresado, para el inicio de tallado de dientes.
- Fresado de los dientes, en este caso son 26.
- Limado de los dientes para eliminar los filos.
- Llevar el engrane al área de cepillado, para elaboración de cuñero.
- Cepillado de cuñero, en este caso cuñero de $\frac{3}{4}$ ".
- Limado de cuñero para eliminar filos, en el mismo.
- Llevar el engranaje al área de fresado de nuevo, para la elaboración de agujeros a 90° , donde irán los castigadores.
- Traslado de engranaje al banco de trabajo, para el machuelado de los agujeros elaborados en el área de fresado.
- Machuelado de agujeros.
- Traslado de engranaje al área de tratamientos térmicos.
- Sementado de engranaje
- Traslado de engranaje al área de producto terminado.

4.3 Diagramas de procesos

Un diagrama de proceso es una representación gráfica de un proceso; indica los hechos y la información referente a un proceso determinado durante las actividades y operaciones del mismo. Es importante utilizar estos diagramas

para exponer el proceso, con la finalidad de mejorarlo, establecerlo y fijar el método óptimo y los pasos a seguir. Los principales tipos de diagramas de procesos son los siguientes:

4.3.1 Diagrama de operaciones del proceso

Este diagrama es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materias primas y materiales en el proceso de fabricación de un producto; se indican en orden las inspecciones y operaciones que ocurren, con excepción de las que se incluyen en el manejo de materiales. En general comprende toda la información necesaria para analizar un proceso determinado.

Para poder realizarlo es necesario disponer del diseño y especificaciones del producto. En este diagrama se utilizan tres de las actividades descritas:

- Operación
- Inspección
- Operación e inspección (combinada)

Debe llevar éstas partes:

- Identificación por medio del título o encabezado del diagrama,
- Las palabras “diagramas de operaciones del proceso”,
- Proceso diagramado,
- Identificar si es método actual o método propuesto,
- Identificación de la pieza o producto,
- Fecha del diagrama,

- Nombre de la persona que elaboró el diagrama
- Información adicional: fabrica, departamento, edificio, número del diagrama, número de hoja, aprobado por, inicia en, termina en.

Asimismo en la aplicación de los diagramas de operaciones se presentan el análisis para el proceso de fabricación de un engranaje.

4.3.2 Diagrama de flujo

Este diagrama es más detallado que el de operaciones, por lo que tiene aplicación en todo el proceso o en un componente o parte del mismo, y su finalidad es encontrar que operaciones son innecesarias y pueden eliminarse para hacer más eficiente el trabajo. Presenta el orden en que ocurren todas las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes que ocurren durante el proceso de fabricación.

Este diagrama se debe identificar con un título que puede ser: “diagrama de flujo del proceso” o “diagrama de curso del proceso” o simplemente “diagrama de flujo”. La información que debe tener el encabezado es la siguiente:

- Identificación,
- Numero del plano,
- Descripción del proceso,
- Método actual o método propuesto,
- Fecha,
- Nombre de la persona que elabora el diagrama,
- Numero del diagrama.

La finalidad principal de este diagrama es eliminar los “costos ocultos” dentro de un proceso determinado, los cuales radican en reducir la cantidad y duración de transportes, demoras y almacenamiento, así como en ciertas operaciones e inspecciones.

4.4 Aplicación de diagramas de procesos

4.4.1 Diagrama de operaciones del proceso

--	--

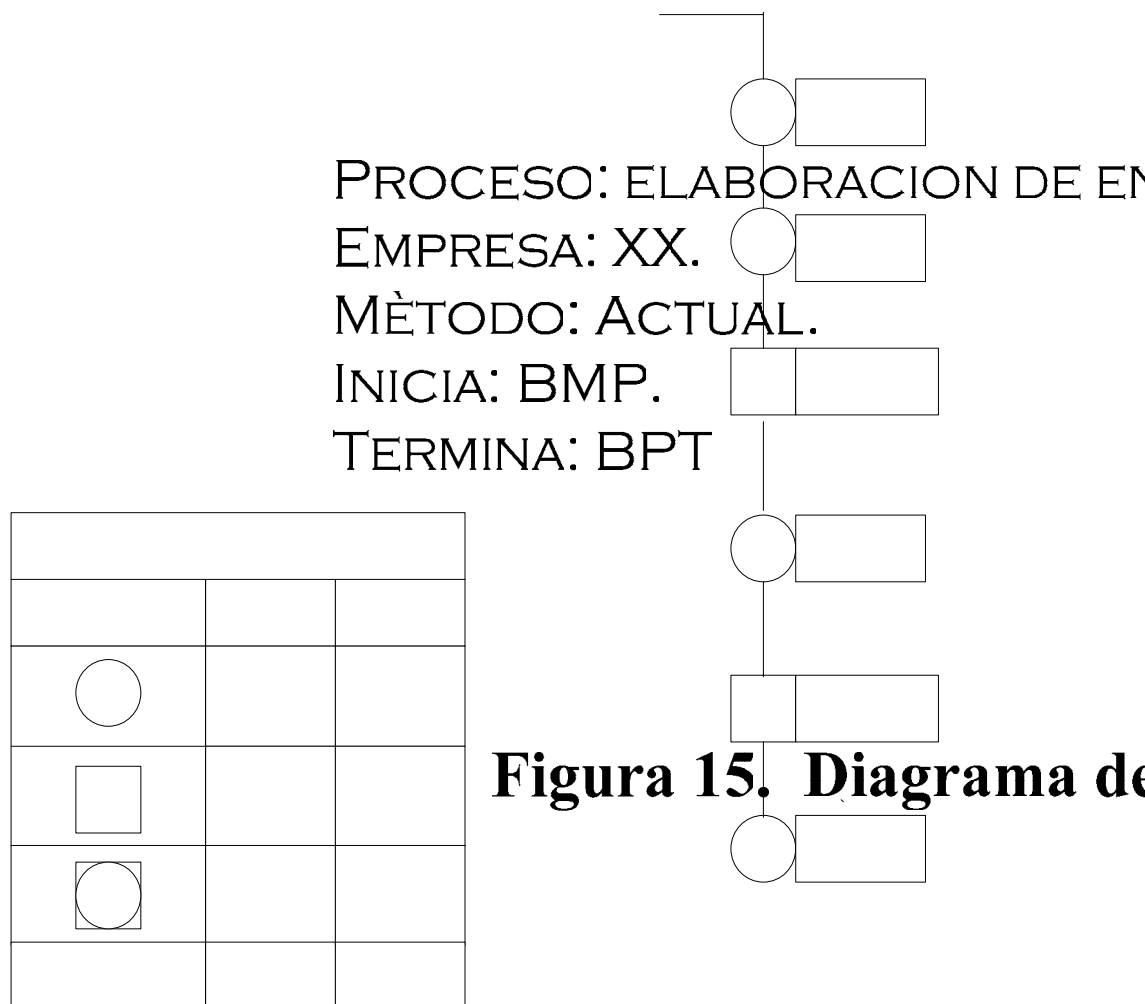
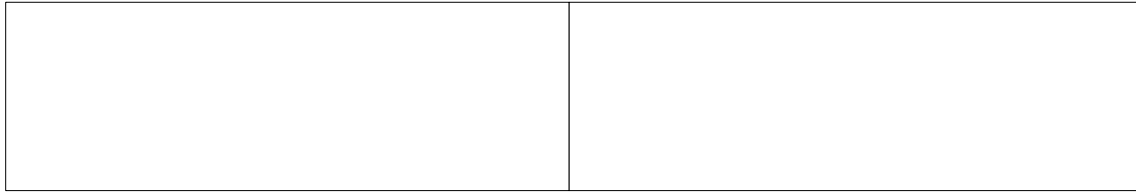


Figura 15. Diagrama de

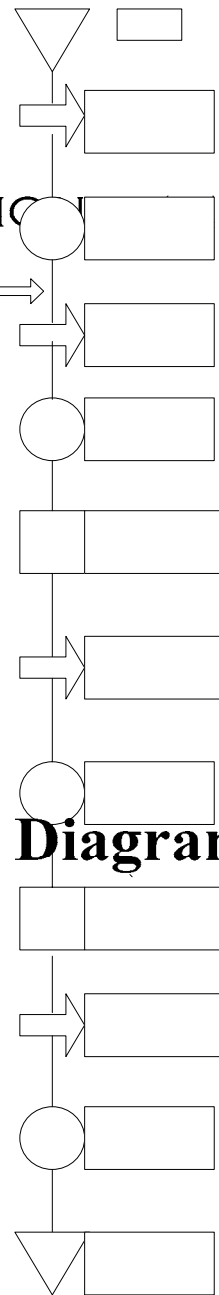
4.4.2 Diagrama de flujo



PROCESO: ELABORACION DE INGRANE
 EMPRESA: XX.
 MÈTODO: ACTUAL.
 INICIA: BMP.
 TERMINA: BPT

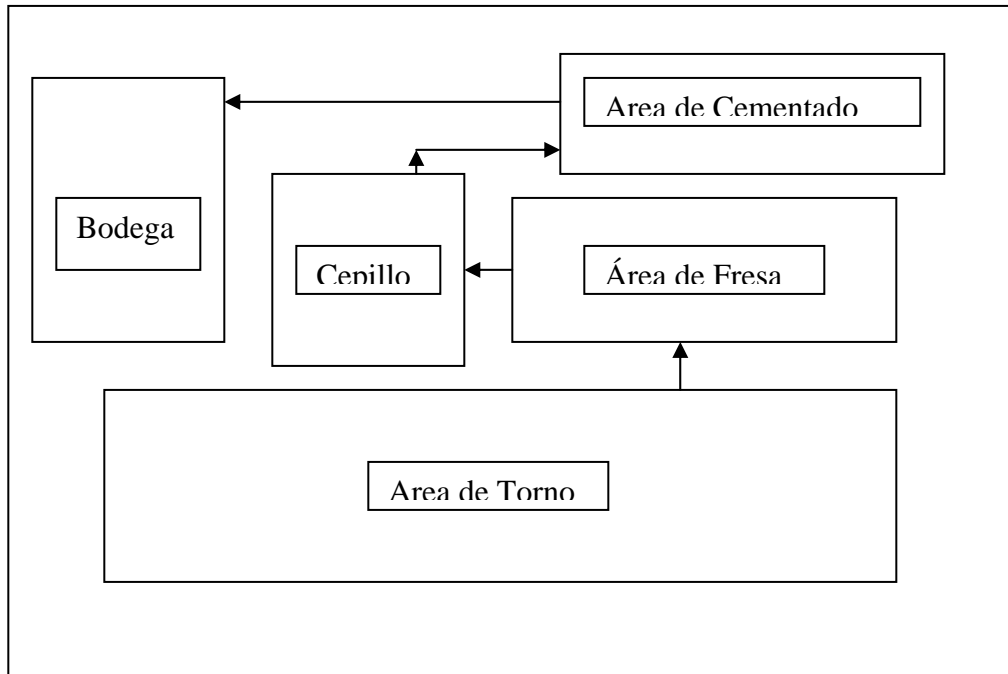
○		
□		
→		
◻		
▽		

Figura 16. Diagrama de flujo



4.2.3 Diàgrama de recorrido

Figura 17. Diàgrama de recorrido



5. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad dentro de cualquier proceso de fabricación, por muy pequeño y sencillo que éste sea, es de mucha importancia, por cuanto que con éste se garantiza la obtención de buenos productos que cumplan las especificaciones y que satisfagan óptimamente al consumidor, y por consiguiente se pueda competir en el mercado.

La calidad tiene el significado de aptitud para el uso, es decir, en qué medida un producto o servicio determinando satisface lo que desea el consumidor. Entonces, el control de calidad no es otra cosa sino el conjunto de actividades y acciones que se realizan para lograr la aptitud para el uso.

Un concepto importante y que se debe llevar a la práctica en cualquier empresa es que todo el personal de la misma es responsable del control de la calidad, y es que el operario eficaz puede controlar la calidad y determinar hasta que punto se puede lograr la calidad deseada.

Un aspecto fundamental dentro del control de calidad es el costo de calidad que es la inversión necesaria para poder cumplir con las actividades necesarias para llevarlo a cabo, es decir, para obtener el producto de acuerdo a sus especificaciones. Asimismo, el costo de calidad, es también aquel que ocasiona pérdidas a la empresa por los productos que no están conformes a las especificaciones respectivas, o sea, aquellos productos que no son aptos para el uso.

5.1 Aspectos que abarca la calidad

La calidad en una empresa debe abarcar estos aspectos y funciones:

- Mano de obra
- Materia prima
- Maquinaria
- Método de fabricación

5.1.1 Mano de obra

En un taller de maquinas herramientas la calidad en cuanto a la mano de obra debe abarcar estos aspectos:

- √ Orientar al personal sobre los conceptos de calidad, resaltando que la misma no es solamente un producto que sea apto para el uso para el cual fue diseñado, sino que también abarca todas las tareas que son realizadas en el taller,
- √ Mejorar directamente en las habilidades y destrezas de la persona para hacer los procesos relacionados con su trabajo. Por ejemplo: soldadura, manejo de maquinaria, etc.

5.1.2 Materia prima

En cuanto a la materia prima es importante considerar lo siguiente:

- a. La calidad de la materia prima debe cumplir con los requerimientos del producto a fabricar: inspección en el taller al recibir el producto (materia prima y materiales),
- b. Desde el punto de vista del control de calidad es importante que la materia prima y los materiales permanezcan el menor tiempo posible en espera de ser procesados (área de materia prima) para que no se dañen y que no se pueda deteriorar su calidad,
- c. Deben fijarse las especificaciones de la materia prima a utilizar para poder controlarla,
- d. La calidad de la materia prima y materiales se garantiza con un correcto manejo,
- e. Deben existir las condiciones para un adecuado almacenamiento de la materia prima y materiales, para poder controlarlas; asimismo se garantizará su protección.

5.1.3 Maquinaria

Sobre la maquinaria y herramientas en un taller la calidad implica:

- a. Utilización de las máquinas y herramientas adecuadas,
- b. Exámenes periódicos a las máquinas y herramientas para garantizar su eficiente funcionamiento: determinar si deben ser reemplazadas algunas piezas, como cojinetes, fajas, etc.

- c. La falta de un mantenimiento preventivo trae consigo eventuales fallas que a su vez pueden dar origen en una baja en la calidad de los productos que se fabrican. Por lo tanto se debe establecer un plan de mantenimiento y limpieza preventivos para poder garantizar la calidad,
- d. Una correcta calibración de las mordazas y guías en las máquinas de mantenimiento industrial lleva a obtener resultados de calidad y exactitud, que a su vez lleva a un producto de calidad.

5.1.4 Métodos de fabricación

Los aspectos de la calidad a considerar en el método de fabricación o proceso de producción deben implicar qué medidas se deben tomar para controlar la calidad que se desea obtener del proceso:

- a. Deben fijarse las características que se someterán a mediciones,
- b. La forma de hacer las mediciones y qué límites se tendrán para evaluar la calidad en las mediciones,
- c. Hacer las correcciones a lo que se detecte en las mediciones,
- d. Qué métodos se utilizarán para trabajar,
- e. Flujo de la materia prima dentro del taller.

5.2 Actividades del control de calidad

El trabajo del control de calidad se debe realizar en base a tres tipos de control bien diferenciados:

- a. control en la recepción de materia prima y materiales,

- b. control del proceso,
- c. control del producto.

5.2.1 Control en la recepción de materia prima y materiales

Este control es todo lo que se refiere al de recepción y almacenamiento de la materia prima y materiales cuya calidad responda a las especificaciones requeridas. Básicamente este control consiste en las tareas realizadas durante estas actividades sobre la materia prima y materiales:

- La solicitud,
- La recepción,
- La verificación,
- El almacenamiento,
- La formulación de registros escritos y su mantenimiento hasta el final.

5.2.2 Control del proceso

Este control es fundamental porque ayuda a que los procesos de fabricación aumenten su eficiencia y debe hacerse bien, pues de lo contrario no es económico. Esto es porque una falta de control puede llevar a errores en el proceso que generen defectos en el producto, los cuales se deberán reparar invirtiendo tiempo de trabajo para solucionarlo.

La técnica que se utiliza para asegurar la calidad consiste en medir las características que se generan en un proceso de producción o que son

propias de la materia prima y materiales. Esta tarea no es más que verificar las piezas individuales y en su conjunto. Lo importante es que se establezca cómo hacer la medición y que los resultados se puedan comparar con una norma ya establecida.

Esta inspección la puede realizar el propio operario, que en un taller de maquinas herramientas es lo más indicado, para que exista conciencia de la calidad. El objetivo básico de este control del proceso es garantizar que el producto responda a las especificaciones que ya se han establecido, que deben concordar siempre con lo que el cliente solicita.

5.2.3 Control del producto

Este control comprende todas las actividades y tareas del control de calidad sobre el producto, desde que se aprobó para su producción, pasando por la recepción de la materia prima y materiales, hasta que es recibido por el consumidor o cliente.

Es fundamental controlar la calidad de un producto desde su origen hasta su despacho del taller. Debe haber control de calidad del producto en estos puntos fundamentales:

- Recepción en el área de trabajo de la orden de producción,
- Examen de los requisitos de la orden y comienzo de los pasos que se necesitan para dejar lista la orden de producción,
- Entrega de la orden de producción,
- Control de la materia prima y materiales durante su proceso de producción,

- Aprobación final del producto,
- Empaque y/o despacho del producto.

Las tareas o actividades que se deben realizar en estos puntos del control del producto son: establecer y mantener las normas, en los tres primeros puntos, y controlar el material durante su fabricación o manufactura actual, en los tres últimos puntos.

5.3 Control de calidad en un taller de maquinas herramientas

El control de calidad en un taller de máquinas herramientas lo constituyen todas las actividades que se llevan a cabo en el trabajo de mantenimiento industrial, máquinas, soldadura, rectificado en el producto terminado, para poder obtener piezas y trabajos en acero u otros materiales que cumplan con las especificaciones que satisfagan las necesidades del consumidor, o sea, productos aptos para el uso, por medio de controles de calidad antes, durante y después del proceso de fabricación, y aplicando los métodos estadísticos, no estadísticos que se adapten al proceso de fabricación que se está utilizando.

Dentro de una microempresa de máquinas herramientas se debe tener un adecuado programa de inspección de calidad para que, poniéndolo en práctica por parte de todas la personas que trabajan en el taller se puedan obtener los productos con la calidad establecida previo a la fabricación.

Asimismo, ésta calidad se debe mantener en la administración del taller, en el trabajo de torneros, fresadores, ayudantes, soldadores. El proceso de

fabricación debe ser tal que tenga la capacidad y la aptitud de cumplir con la especificación fijada al producto o productos.

El método para el control de calidad dentro del taller se determina con base en la cantidad producida y al tamaño del producto.

5.4 Parámetros de calidad

Dentro del control de calidad es fundamental el establecimiento de parámetros. Un parámetro es una referencia o un patrón sobre el cual se puede hacer una comparación, por lo tanto, los parámetros de calidad son las referencias que se tomarán en cuenta en el momento en el que se esté fabricando la pieza, es decir, se determinarán las aptitudes del producto o pieza en fabricación.

En un taller de máquinas herramientas los parámetros de calidad se relacionan directamente con los productos que se fabrican. Como ejemplo se establecen los parámetros de calidad para el producto que se ha venido estudiando, un engranaje.

Engranaje

1. Torneado:
 - a. corte sea parejo.
 - b. refrentado sea a escuadra.
 - c. agujero sea a escuadra y parejo.

2. Fresado:
 - a. fresado recto.
 - b. corte a escuadra.
 - c. divisiones exactas.

3. Cepillado:
 - a. corte parejo
 - b. cuñero a escuadra.

4. Acabado:
 - a. lijado se parejo
 - b. que no exista rebaba.
 - c. no exista cimbrado en los cortes.

5. Sementado:
 - a. dureza en dientes sea la requerida.
 - b. color de sementado, sea grisáceo.

6. Producto terminado:
 - a. deslizamiento del engrane sea el correcto.
 - b. verificación a escuadra.
 - c. dimensiones correctas: diámetro externo, diámetro interno, longitud y cuñero.
 - d. dureza de engranaje.

Formato de control de calidad

Dentro de un taller de máquinas herramientas en nuestro país, para llevar un buen control de calidad podemos utilizar métodos estadísticos, pero eso nos llevaría mucho tiempo y para muchos propietarios se volvería un poco tedioso, aunque estos son utilizados cuando se producen piezas en gran cantidad algo que no mucho se hace aquí.

Es por eso que podemos implementar un formato para llevar un control de calidad, de manera más sencilla para el propietario de la empresa y hacer que el trabajador tome parte en dicho control y ayude en dicho proceso.

Figura 18. Control de calidad

<u>CONTROL DE CALIDAD</u>	
No. _____	HOJA No. ____/____
PRODUCTO: _____	CODIGO: _____
EMPRESA: _____	
PERSONA ENCARGADA: _____	
OTRAS PERSONAS: _____	
 A. CONTROL DE MATERIA PRIMA Y MATERIALES	
- Nombre de Proveedor:	

- Persona receptora del material:	

- Descripción del material:	

- Área de almacenaje del material:	

 B. CONTROL DEL PROCESO	
B.1 MANO DE OBRA:	
- Aspecto de mayor dificultad para realizar trabajo:	

- Cómo resolvió el problema:	

Continuación

B.2 MAQUINARIA

- Maquinas utilizadas:

- Herramientas utilizadas:

- Condición de la maquinaria:

Buena _____

Regular _____

Mala _____

Observaciones _____

C. CONTROL DE PRODUCTO

- Se cumplió con todos los aspectos de la orden de producción:

Si _____

No _____

Observaciones _____

- Que aspectos no se realizaron:

Observaciones _____

- Aspectos agregar a la orden de producción:

6. SISTEMA DE COSTOS

Tan fundamental como el control de producción en un taller de máquinas herramientas lo es el control de costos, por lo que es necesario conocer sus conceptos principales y como realizarlo en una microempresa.

6.1 Conceptos generales de costos

Al implementar un control de costos en un taller de máquinas herramientas lo que se pretende es establecer en forma adecuada el costo de producción, o sea, lo que cuesta un artículo (producto), y así determinar el precio de venta en base a un porcentaje de ganancia.

Costo de producción:

Es aquél constituido por la suma de los costos de la materia prima, la mano de obra directa y los gastos generales de fabricación.

Costo directo:

En este costo se incluyen todos los desembolsos que se atribuyen en forma directa aun producto determinado.

Costo indirecto:

Los costos indirectos son aquellos originados en común por los diversos productos del taller, sobre los cuales se deben distribuir equitativamente.

Materia prima y materiales directos:

La materia prima son los ingredientes que se han de trabajar o transformar en un nuevo producto. Cabe hacer la indicación que muchas veces el término material se considera como sinónimo de materia prima y es que toda materia prima es un material, pero no todo material es una materia prima; por esto es que se dice que uno de los tres elementos principales del costo de producción es la materia prima y los materiales directos.

Lo que son los accesorios y los suministros son materiales que se cargan a los gastos generales de fabricación. Los accesorios son artículos que se utilizan para la fabricación de ciertos objetos y los suministros son ciertos materiales que la fábrica utiliza como auxiliares de la producción.

Mano de obra directa:

La mano de obra directa representa un costo directo por la paga o el salario de los obreros que se emplean exclusivamente en la fabricación de un producto terminado. Los costos por conceptos de mano de obra directa pueden cargarse a un producto determinado o a una orden dada, puesto que el obrero se dedica en forma directa o exclusiva a la ejecución del trabajo ordenado.

Dentro de un taller de máquinas herramientas la mano de obra directa está constituida por los torneros, fresadores, soldadores y ayudantes.

Gastos de fabricación:

Aquí se incluye la mano de obra indirecta, que comprende los importes pagados a los obreros o empleados que proyectan, vigilan o inspeccionan el trabajo de otros. Este costo no puede, por lo general, atribuirse o hacerse cargar directamente sobre un producto en particular, ya que no se dedica el empleado en forma definida o en tiempo continuado a trabajar en producto determinado.

En resumen bajo los costos generales de fabricación se incluyen todos los costos de producción, con excepción con los que integran el costo primario. Incluye la mano de obra indirecta, los accesorios y abastos del taller, el alumbrado, la fuerza motriz, los gastos por reparaciones y mantenimiento del equipo y los edificios, los alquileres, seguros y otros.

También se llaman gastos indirectos de fabricación debido a que si bien representan partidas tan importantes como la mano de obra directa y materias primas y materiales directos, no es posible y ni es práctico el atribuir las en forma directa al producto.

En un taller de máquinas herramientas el jefe de taller constituye mano de obra indirecta, pues se dedica a dirigir, vigilar o auxiliar la producción general del taller.

Ejemplo de clasificación de los costos en un taller de máquinas herramientas:

Tabla VI. Costos

a.	Costos Directos.	
	• Cold-roll, Ø 10" * 4 ½"	Q. 320.00
	• Salario tornero	Q. 1300.00/ mes
	• Salario fresador	Q. 1400.00/ mes
	• Salario ayudante	Q. 600.00 / mes
	• Wype	Q. 10.00 / libra
	• Lija	Q. 1.50 / pliego
	• Sementado	Q. 250.00 / libra
b.	Costos Indirectos.	
	• Alquiler	Q. 2000.00 / mes
	• Electricidad	Q. 1500.00 / mes
	• Fletes	Q. 200.00
	• Agua	Q. 100.00
	• Repuestos	Q 500.00
	• Lubricantes	Q 700.00
	• Fresa modular	Q. 1200.00
	• Lima	Q. 50.00
	• Buril	Q. 180.00
	• Brocas: ½", 1", 1 ½", 2"	Q. 120.00 c/ u

Para determinar el costo de producción se debe conocer la clasificación de los costos directos e indirectos en la materia prima y materiales directos, mano de obra directa y gastos generales de fabricación:

- | | | |
|----|--------------------------------------|-------------------|
| a. | Materia prima y materiales directos: | |
| | • Cold-roll, Ø 10" * 4 ½" | Q. 320.00 |
| | • Wype | Q. 10.00 / libra |
| | • Lija | Q. 1.50 / pliego |
| | • Sementado | Q. 250.00 / libra |
| b. | Mano de obra directa. | |
| | • Salario tornero | Q. 1300.00/ mes |
| | • Salario fresador | Q. 1400.00/ mes |
| | • Salario ayudante | Q. 600.00 / mes |
| c. | Gastos generales de fabricación. | |
| | • Alquiler | Q. 2000.00 / mes |
| | • Electricidad | Q. 1500.00 / mes |
| | • Fletes | Q. 200.00 |
| | • Agua | Q. 100.00 |
| | • Repuestos | Q 500.00 |
| | • Lubricantes | Q 700.00 |
| | • Fresa modular | Q. 1200.00 |
| | • Lima | Q. 50.00 |
| | • Buril | Q. 180.00 |
| | • Brocas: ½", 1", 1 ½", 2" | Q. 120.00 c/ u |

6.2 Importancia de un control de costos

Un aspecto tan fundamental como la producción en un taller de máquinas herramientas es el control de costos que se opere, pues si este no es adecuado, la microempresa no podrá saber si obtuvo o no utilidad (ganancia), y si la obtuvo a que monto ascendió asimismo, un correcto control permite evaluar las ventas de un mes y permite compararlas con la anterior; conocer si se está creciendo o no. Esa es la importancia de los costos en un taller de máquinas herramientas.

Este control de costos es básicamente un método de medida y un medio de control para poder determinar el costo del producto en sus tres elementos.

Entonces, al tener un control de costos adecuado se puede saber con exactitud el costo de fabricación o producción y como está distribuido, lo que permite conocer la forma en que se invierte el dinero para producir una pieza determinada:

- a. el porcentaje utilizado en la materia prima y los materiales directos,
- b. el porcentaje empleado en la mano de obra directa,
- c. el porcentaje que representan los gastos generales de fabricación.

Esto, además de permitir el funcionamiento y comportamiento de taller, desde el punto de vista financiero ayuda a establecer que factor es el que representa la mayor parte del costo, y así evaluar en que forma se puede disminuir para aumentar o mantener la utilidad generada y las ventas.

Ejemplo de cómo establecer los porcentajes que representan en el costo de producción, la materia prima y materiales directos, mano de obra directa y gastos generales de fabricación:

Tabla VII. Materia prima y materiales directos

Materia prima o Material directo	Costo unidad (Quetzales)	Cantidad utilizada	Costo Unitario
Cold- roll	1610.30	1	1610.30
Wype	5.00	½ libra	5.00
Lija	3.00	1	3.00
Sementado	5240.20	-----	5240.20
TOTAL			6858.50

Tabla VIII. Mano de obra directa

Mano de Obra	Salario por hora (Quetzales)	Tiempo normal (Horas)	Tiempo extra (Horas)	IGSS (12%)	Total Costo (Quetzales)
Tornero	11.25	6	-----	8.10	75.6
Fresador	11.56	16	2	22.20	207.16
Ayudantes	3.75	6	-----	2.7	25.2
TOTAL					307.96

Tabla IX. Gastos generales de fabricación

Concepto	Gastos al mes (Quetzales)
Alquiler	1500.00
Electricidad	500.00
Fletes	50.00
Agua	25.00
Repuestos	100.00
Lubricantes	250.00
Herramientas	400.00
TOTAL	2825.00

Para determinar el costo de producción, es necesario conocer que productos se fabrican al mes y cuantos de cada uno. Asumiendo que en este taller se fabrican solamente engranajes y que en un mes se fabrican 3 unidades, se tiene:

Gastos generales de fabricación / numero de unidades
 $Q. 2825.00 / 3 = Q. 941.67$ por unidad

Entonces para un engranaje se tiene que:

Materia prima y materiales directos: Q. 6858.50
 Mano de obra directa: Q. 307.96
 Q. 7166.46

Gastos Generales de fabricación: Q. 941.67
 Total Q. 8108.13

Como Q. 8108.13 es el 100% del costo de un engranaje, para obtener que porcentaje representa cada elemento del costo de producción se debe dividir el costo de cada elemento entre el costo total y esto multiplicarlo por 100:

Materia prima y materiales directos:	84.6%
Mano de obra directa:	3.8%
Gastos generales de fabricación:	11.6%

6.3 Finalidad de un control de costos

Fundamentalmente, el control de costos persigue recopilar, anotar, analizar, comparar e interpretar los datos relacionados con el costo de producción de un artículo determinado, que en un taller de maquinas herramientas es por lo general un engranaje, una polea, un tornillo.

Asimismo, la finalidad de un control de costos persigue:

- Determinar el costo unitario, es decir, el costo de cada producto en particular
- Fijar el precio de venta, conociendo el costo
- Disponer de la información necesaria en el momento correcto, de las operaciones y gastos del taller.

Ahora bien, el objetivo principal que se persigue al implementar un control de costos en un taller de máquinas herramientas o en cualquier empresa es determinar el costo del producto, que a su vez se utiliza para fijar el precio de

venta y la utilidad. Por lo tanto, en determinado momento se podrá conocer si un producto produjo ganancia o pérdida.

6.4 Punto de equilibrio

Es aquel en que los gastos totales y las ventas totales en un período determinado son iguales y por consiguiente el negocio no produce ni pérdidas ni utilidades.

Para poder determinarlo es necesario conocer con certeza los gastos fijos o constantes y los gastos variables, pues al analizar el origen y la naturaleza de los gastos totales de un negocio en un momento determinado se revela que corresponden a los dos tipos de costos ya mencionados: fijos y variables.

6.4.1 Costos fijos y costos variables

La suma de ambos constituyen los gastos totales de una empresa:

a. **Costos fijos:**

Los gastos fijos o constantes son los que se mantienen más o menos en un mismo valor sin importar el volumen de producción del taller, siendo su generación en función del tiempo y en forma periódica; provienen de tres fuentes principales:

- Los ocasionados por la posesión de un negocio.

Estos son los intereses hipotecarios, los impuestos, los seguros y la renta o alquiler. Estos gastos se basan en valores del activo que se poseen.

- Los gastos originados con vistas a recuperar el capital invertido en activo fijo.

Estos costos se determinan tomando en cuenta la depreciación de los activos fijos (maquinaria, edificios, etc.)

- Los que se realizan en el curso de la operación.

Son aquellos que resultan de las operaciones de la empresa (taller) en un momento particular. Un ejemplo es la iluminación, gastos de mantenimiento y reparación de maquinaria y edificio.

b. Costos variables:

Son los gastos que aumenta o disminuyen proporcionalmente con el alza o baja en la producción y en las ventas. Los principales renglones de estos gastos son la materia prima y los materiales directos, y la mano de obra directa.

6.4.2 Gráfica del punto de equilibrio

Esta gráfica es un representación de la relación que existe entre los gastos de operación y las ventas y permitir determinar el número mínimo

de unidades necesarias a vender o el mínimo de ventas en quetzales, para que la empresa, taller obtenga utilidades.

Las graficas del punto de equilibrio son de dos tipos principales:

- a. en quetzales, cuando indica el total en ventas que se necesita para no obtener utilidad ni pérdida.
- b. en unidades, cuando indica el mínimo número de unidades que se deben vender para no generar utilidad ni pérdida.

Entonces, la gráfica del punto de equilibrio establece una relación entre el costo total, costo fijo más costo variable, con el monto total de las ventas, ingreso total, precisando el punto en el cual el ingreso total es igual al costo total, siendo este el punto de equilibrio.

Por consiguiente, en un taller de máquinas herramientas se puede determinar en un período determinado, por ejemplo un mes, cual debe ser el monto de las ventas en quetzales para que no se opere pérdida y cual debería ser el monto para que se obtenga una utilidad que sea igual a la meta que se a trazado.

Para obtener el punto de equilibrio se pueden utilizar estas formulas:

- a. punto de equilibrio en quetzales.

$$PE (Q) = \frac{CFT}{\frac{CVU - 1}{PVU}}$$

Donde:

PE (Q) = punto de equilibrio en quetzales

CFT = gastos fijos totales

CVU= gastos variables unitarios

PVU= precio de venta unitario

b. punto de equilibrio en unidades.

$$PE (U) = \frac{CFT}{PVU - CVU}$$

Donde:

PE (U) = punto de equilibrio en unidades

En cada caso, lo único que debe hacer es sustituir valores y operar, para así obtener el punto de equilibrio requerido, y poder representarlo gráficamente.

Dado que en un taller de máquinas herramientas se producen muchos tipos de productos y no sólo uno, es mejor aplicar la gráfica de punto de equilibrio en quetzales para conocer el monto total de las piezas a vender para que no se produzca pérdida.

Ej. Para un taller

$$PE (U) = \frac{5000.00}{3200.00 - 2000.00}$$

PE (U) = 4.16 unidades ~ 5 unidades

En general, el conocimiento del costo unitario es fundamental para el empresario, pues sobre él descansan los planes de operación de la empresa. Los elementos del costo de producción son: materia prima directa, labor directa, y gastos indirectos de producción.

Estos tres elementos se clasifican de acuerdo con la forma en que intervienen en el producto elaborado, y así se distingue que unos elementos son preponderantes respecto a otros por su cantidad y valor, localizados en una unidad productiva, y otros, aun cuando sean importantes e indispensables, no es posible encontrar su importe preciso en dicha unidad elaborada; por lo tanto, a unos se les llaman cargos directos y a otros, cargos indirectos.

Los cargos indirectos son aquellos elementos que complementan el artículo producido, cuya cantidad y valor no es posible precisar dentro de cada unidad elaborada (este caso tiene sus excepciones, como sucede con materiales de poco valor que sí se pueden identificar en la unidad terminada, pero resulta costosa o impráctica su localización). Los cargos indirectos, pueden ser: Las materias primas principales y los salarios pagados en la elaboración de un producto, identificables en éste. También son la depreciación, gastos de mantenimiento, rentas, gastos de previsión social, reparación de equipo, luz y fuerza (en algunos casos es considerada como materia prima indirecta), etcétera, todos ellos referidos a erogaciones propias de la producción no identificables en cuanto a su valor y cantidad en la unidad elaborada.

En un taller de máquinas herramientas el costo unitario de un engranaje sería la suma de:

- a) costo de las operaciones de torneado, fresado, taladrado, limado, lijado, etc. Las distintas piezas que constituyen la unidad o producto final (mano de obra mas carga fabril).

- b) el importe de los aceros y los materiales auxiliares, como tornillos, aceites, etc.

Por supuesto, la forma en que opera el taller determina el sistema que se debe elegir para recopilar, anotar, acumular y determinar los costos, para así llegar con certeza a determinar el costo unitario.

Dado que en un taller de máquinas herramientas se dedica a fabricar una diversidad de piezas a la orden, el interés del administrador debe ser determinar el importe de los materiales, mano de obra y gastos generales de fabricación correspondientes a cada pedido y orden de producción en particular.

6.5.1 Precio de venta unitario

El precio es el valor que se le da a un producto en dinero, es decir, su valor monetario. Para determinar el precio de venta es necesario tener un criterio adecuado en base a estas consideraciones:

- a. determinación correcta de los costos
- b. conocer los precios de la competencia
- c. determinar el precio de aceptación del consumidor, es decir, lo que está dispuesto a pagar.

Básicamente, el precio de venta unitario se calcula en base al precio unitario más un porcentaje de utilidad, que depende de los factores mencionados:

$$PVU = CU + \% UTILIDAD (\text{costo unitario})$$

PVU = precio de venta unitario

CU = costo unitario

Ejemplo de engranaje

Costo unitario: Q. 8108.13

Se tiene un porcentaje de utilidad del 25%, por lo que el precio de venta será:

CU = Q. 8108.13

% UTILIDAD = 0.25

PVU = Q. 8108.13 + 0.25 (Q. 8108.13)

PVU = Q. 8108.13 + 2027.03

PVU = Q. 10135.16

6.6 Compra de materia prima, materiales y accesorios

Al igual que las demás funciones que en un taller de maquinas herramientas, la actividad de compras está centralizada en el jefe o propietario del taller, quien debe obtener la materia prima, material o accesorio apropiado, en el tiempo apropiado, en la cantidad apropiada y en el precio apropiado.

Asimismo, se debe tener actualizada la información de precios y proveedores de las materias primas, materiales y accesorios más utilizados en el taller. Este procedimiento se realiza comúnmente consultando la guía telefónica en caso de los proveedores.

Ejemplo de listado de precios por proveedor:

Figura 20. Listado de materiales

Listado de materiales por proveedor: Engranaje Fecha: _____

Materia Prima	Unidad	Precio Proveedor 1	Precio Proveedor 2	Precio Proveedor 3
Cold – roll ½”	Barra			
Cold – roll ¾”	Barra			
Cold – roll 1”	Barra			
Bronce ½”	Barra			
Aluminio 3/8”	Plancha			
Tornillos 5mm	Docena			
Tornillos 10mm	Docena			
Tornillos ½”	Docena			
Tornillos 3/8”	Docena			
Aceite soluble	Cubeta			
Aceite turbo	Cubeta			
Wype	Libra			

Básicamente, la función de compra incluye estas tareas:

- a. Hallar y aprobar proveedores.
- b. Comprar materia prima, materiales y accesorios de la calidad requerida, al menor costo total posible. Esto no solo incluye el precio del material al comprarlo sino también todos los costos en que se incurre para tenerlos en

el taller, como sería el flete para tener los materiales (acero, bronce, aluminio), en el lugar requerido, que por lo general es el propio taller, aunque algunos proveedores incluyen este servicio.

- c. Asegurar la entrega de los materiales en el tiempo correcto
- d. Actualización de los precios del mercado. Esto implica hacer cambios en los listados que se tienen al ser informado de algún cambio en el precio de los insumos que se utilizan en el taller por parte de cualquiera de los proveedores. Esta información se sabe por lo general en el momento de hacer la compra.
- e. Contactar a una persona los fletes que se necesitan.

Al considerar un eventual proveedor, se deben tomar en cuenta estos factores:

- a. calidad
- b. entrega
- c. costo
- d. servicio y confiabilidad

Dependiendo del material que se trate, así cada factor enunciado será más importante que otro. Por ejemplo, en el caso del acero el factor más importante es la calidad de la fundición.

CONCLUSIONES

1. Las microempresas tienen como característica fundamental, no someterse a los reglamentos y leyes jurídicas e institucionales, del país que regulan la actividad de empresas comerciales e industriales, por lo que se sitúan en el sector productivo informal.
2. Las microempresas de máquinas herramientas, por lo general, no tienen un crecimiento y desarrollo empresarial debido fundamentalmente a la forma que operan, pues, trabajan empíricamente, sin aplicar técnicas y métodos de ingeniería industrial.
3. La falta de orden y limpieza en un taller, constituye un factor que no permite una adecuada organización del mismo, en cuanto a la correcta distribución de las áreas de trabajo, que permite un eficiente manejo de los materiales.
4. Los diagramas de operaciones, diagramas de flujos de procesos y los distintos métodos de trabajo, constituyen todas las actividades y operaciones necesarias para la fabricación de los diversos productos, que se manufacturan en una microempresa de máquinas herramientas.
5. La orden de producción resulta del trabajo de control de producción, y no es otra cosa que instrucciones de taller, que incluyen planos, materiales a utilizar, identificación del producto, fecha de entrega.

6. El control de calidad dentro de cualquier proceso de fabricación, es de mucha importancia, por cuanto que con éste se garantiza la obtención de buenos productos que cumplan las especificaciones y que satisfagan óptimamente al consumidor, y por consiguiente se pueda competir en el mercado.

7. El control de calidad en un taller de máquinas herramientas, constituye todas las actividades que se llevan a cabo en el trabajo de mantenimiento industrial, máquinas, soldadura, rectificado en el producto terminado, para poder obtener piezas y trabajos en acero u otros materiales, que cumplan con las especificaciones que satisfagan las necesidades del consumidor.

8. Al igual que las demás funciones en un taller de máquinas herramientas, la actividad de compras está centralizada en el jefe o propietario del taller, quien debe obtener la materia prima, material o accesorio apropiado, en el tiempo apropiado, en la cantidad apropiada y en el precio apropiado.

RECOMENDACIONES

1. Ordenar las máquinas y puestos de trabajo, para aproximarse lo máximo posible a las distribuciones que se encuentran en los grandes talleres industriales, con el fin de que tal organización permita y facilite una posible expansión.
2. Ordenar las máquinas, en especial las más utilizadas, con vistas al máximo aprovechamiento de la luz natural, tomando en cuenta aquellas que realizan trabajo pesado en un área cercana al acceso del material, y permita suficiente superficie de suelo, para el operario y para el mantenimiento.
3. Junto a cada máquina deberá existir una mesa auxiliar, preparada para guardar los accesorios y las herramientas.
4. Todas las máquinas deberán ser niveladas y fijadas al suelo para evitar cualquier tipo de vibración.
5. El panel de control principal que desconecta toda la fuerza, deberá ser accesible fácilmente y estar señalizado de modo sencillo y comprensible, ya que su accionamiento debe ser comprendido por todos los operarios.
6. La aplicación de las técnicas y métodos de ingeniería industrial que aquí se presentan, permitirá a las microempresas de máquinas herramientas desarrollarse, a través de la optimización de sus actividades y del conocimiento correcto de los costos en que incurren por su funcionamiento, teniendo por consiguiente elementos reales sobre los cuales tomar decisiones.

7. Fomentar el orden y la limpieza en el taller de máquinas herramientas, pues es a partir de éste que se establece la base para una distribución en planta, que permita optimizar los espacios disponibles en el local del taller.
8. Fabricar en la medida de las posibilidades, todos los accesorios necesarios que ayudan al tornero y fresador a mejorar sus métodos de trabajo, ya que con esto se permite optimizar su labor, disminuyendo los tiempos de fabricación, aumentando así la productividad del taller.
9. Utilizar formatos para las órdenes de producción, acompañadas de sus respectivos dibujos de piezas, en donde se deben anotar los tiempos utilizados en la preparación y fabricación. Estos registros constituyen un archivo muy útil, para disponer de información que permiten calcular tiempos de trabajo en un presupuesto.
10. Establecer un sistema de control de calidad dentro del taller, para garantizar a los clientes un producto que se apegue a las especificaciones establecidas por el mismo. La calidad, es otro factor importante para el crecimiento y desarrollo de las microempresas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Elwood, S. Buffa. **Administración y dirección técnica de la Producción**. Cuarta Edición, Editorial: Limusa. México, D.F., 1982.
2. Feirer, John L. **Maquinado de metales con máquinas herramientas**. Editorial: Continental, S. A. México. 1988. 674pp.
3. González, Ruiz Lucinda, ESPRIU, José Torres. **Instructivo Teórico-Práctico de Análisis Sistemático de la Producción I**. México D.F., enero 2001.
4. Krar, S. F. **Operación de máquinas herramientas**. Editorial: McGraw-Hill, Guatemala, 1985. 473pp.
5. Krick, Edward V. **Ingeniería de Métodos**. Editorial: LIMUSA, México D.F., 1961, 550pp.
6. Niebel, Benjamin, Andris Freivalds. **Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo**. Décima edición. Editorial: Alfaomega, México, D.F., 2001, 728pp.
7. Oficina Internacional del Trabajo. **Introducción al Estudio del Trabajo**. Cuarta edición, Editorial: Noriega-Limusa, México D.F., 1998. 522pp.
8. Stanton, William J. **Fundamentos de Mercadotecnia**. Editorial: McGraw-Hill/ Interamericana de México, México. 1989. 732pp.



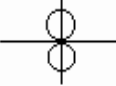
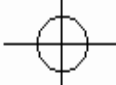

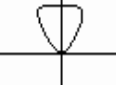
ANEXOS

TABLA X. Rangos de Iluminación

RANGO (Lux)	UTILIZACIÓN
20 -30 – 50	Áreas públicas, alrededores oscuros
50 -75 -100	Áreas de orientación, corta permanencia
100 – 150 – 200	Trabajos ocasionales simples
200 – 300 – 500	Trabajos de gran contraste o tamaño, lectura de originales y fotocopias buenas, trabajo sencillo de inspección o de banco.
500 – 750 -1000	Trabajo de contraste medio o trabajo pequeño, lectura a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles de montaje o banco.
1000 – 1500 – 2000	Trabajos de poco contraste o muy pequeño tamaño, ensamble difícil.
2000 - 3000 – 5000	Trabajos de poco contraste o tamaño muy pequeño durante períodos prolongados, trabajo muy difícil de ensamblaje, inspección o de banco.
5000 – 7500 – 10000	Trabajos muy exigentes y prolongados.
10000 – 15000 – 20000	Trabajos muy especiales, salas de cirugías.

TABLA XI. CLASIFICACIÓN DE LUMINARIAS

CLASIFICACIÓN DE LUMINARIAS DE ACUERDO A SU CURVA DE DISTRIBUCION

CLASIFICACION	% DE LA LUZ RESPECTO A LA HORIZONTAL		DISTRIBUCION DE POTENCIA LUMINICA
	ARRIBA	ABAJO	
DIRECTA	0-10%	90-100%	
SEMIDIRECTA	10-40%	60-90%	
DIRECTA INDIRECTA	40-60%	40-60%	
GENERAL DIFUSA	60-90%	10-40%	
SEMI-INDIRECTA	60-90%	10-40%	
INDIRECTA	90-100%	0-10%	

**TABLA XII. COEFICIENTES DE REFLEXIÓN PARA COLORES DE
AMBIENTES**

COLOR	COEFICIENTE DE REFLEXIÓN	
Blanco	75% - 85%	Claros
Marfil	70% - 75%	
Colores pálidos	60% - 70%	
Amarillo	55% - 65%	Semi - claros
Marrón claro	45% - 55%	
Verde claro	40% - 50%	
Gris	30% - 50%	
Azul	25% - 35%	Oscuros
Rojo	15% - 20%	
Marrón oscuro	10% 15%	

TABLA XIII. REFLECTANCIAS EFECTIVAS

Reflectancia bare		90						80						70						60						50										
(tochapiña) %																																				
Refiralanis en pared X		90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0
W	0.2	89	88	88	86	85	84	82	79	78	78	77	76	74	72	70	69	68	67	66	65	64	60	59	59	58	56	55	53	50	49	48	47	46	44	
	0.4	88	87	87	84	81	79	76	74	73	72	71	70	68	66	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	52	50	49	48	47	45	44	42		
	0.6	87	86	84	80	77	74	73	72	70	69	67	65	63	61	59	57	56	55	54	53	52	50	49	48	47	46	45	44	43	41	39	38	36		
	0.8	87	85	82	77	73	69	67	65	63	61	59	57	55	53	51	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32		
	1	86	83	80	75	69	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27		
	1.5	85	80	76	68	61	55	51	47	43	40	38	36	34	32	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	
	2	83	77	72	62	53	47	43	40	37	34	32	30	28	26	24	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
	2.5	82	75	68	57	47	40	36	33	30	28	26	24	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	
	3	80	72	64	52	42	34	30	27	25	23	21	19	17	15	13	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3.5	79	70	61	48	37	31	26	23	21	19	17	15	13	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	77	69	58	44	33	25	22	20	18	16	14	12	10	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	75	59	53	38	28	20	16	14	12	10	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	73	61	49	34	24	16	11	10	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	68	55	42	27	18	12	6	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.6	65	51	36	22	15	9	4	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reflectancia bare de		40						30						20						10						0										
(tochapiña) %																																				
Refiralanis en pared X		90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0	90	80	70	50	30	10	0
W	0.2	40	40	39	39	38	36	36	31	31	30	29	29	28	27	21	20	20	19	19	11	11	11	10	10	9	9	2	2	1	1	0	0			
	0.4	41	40	39	38	36	34	34	31	31	30	29	28	26	25	22	21	20	20	19	18	12	11	11	11	10	9	8	4	3	3	2	1	0	0	
	0.6	41	40	39	37	34	31	31	32	31	30	28	26	25	23	23	21	21	19	18	17	13	13	12	11	10	8	5	5	4	3	2	1	0	0	
	0.8	41	40	38	36	33	29	29	32	31	30	28	25	23	22	24	22	21	19	18	16	15	14	13	11	10	8	7	7	6	5	4	2	1	0	
	1	42	39	38	34	32	27	27	33	32	30	27	24	22	20	25	23	22	19	17	15	16	14	13	12	10	8	7	7	6	4	2	1	0	0	
	1.5	42	39	37	32	24	22	22	34	33	30	25	22	18	17	26	24	22	18	16	13	18	16	15	12	10	7	6	11	10	8	6	3	1	0	0
	2	42	39	36	31	21	19	19	35	33	29	24	20	16	14	28	25	23	18	15	11	20	18	16	13	9	6	5	14	12	10	7	4	1	0	0
	2.5	43	39	35	29	18	12	12	36	32	29	24	18	14	12	29	26	23	18	14	10	22	20	17	13	9	5	4	16	14	12	8	5	2	0	0
	3	43	39	35	27	16	13	13	37	33	29	22	17	12	10	30	27	23	17	13	9	24	21	18	13	9	5	3	18	16	13	9	5	2	0	0
	3.5	44	39	34	26	14	12	12	38	33	29	21	15	10	9	32	27	23	17	12	8	26	22	19	13	9	5	3	20	17	15	10	5	2	0	0
4	44	38	33	25	12	10	10	38	33	28	21	14	9	7	33	28	23	17	11	7	27	23	20	14	9	4	2	22	18	15	10	5	2	0	0	
5	45	38	31	22	10	7	7	39	33	28	19	13	8	5	35	29	24	16	10	6	30	25	20	14	8	4	2	25	21	17	11	6	2	0	0	
6	44	37	30	20	8	5	5	39	33	27	18	11	6	4	36	30	24	16	10	5	31	26	21	14	8	3	1	27	23	18	12	6	2	0	0	
8	44	35	28	18	8	3	3	40	33	26	16	9	4	2	37	30	32	15	8	3	33	27	21	13	7	3	1	30	25	20	12	6	2	0	0	
10.6	43	34	25	15	5	2	2	40	32	24	14	8	3	1	37	29	22	13	7	3	34	28	21	12	7	2	1	31	25	20	12	6	2	0	0	

TABLA XIV. INFORMACIÓN DE LAMPARAS INCANDESCENTES

TIPO DE LÁMPARA	WATTS	LÚMENES INICIALES	VIDA ÚTIL (HORAS)
Incandescentes estándar	25	230	2500
Incandescente estándar	40	450	1500
Incandescente estándar	60	890	1000
Incandescente estándar	75	1200	850
Incandescente estándar	100	1700	750
Incandescente estándar	150	2850	750

TABLA XV. INFORMACIÓN DE LÁMPARAS FLUORESCENTES

TIPO DE LAMPARA	WATTS	LÚMENES INICIALES	VIDA ÚTIL (HORAS)
Fluorescente estándar	20	1220	9000
Fluorescente estándar	40	3200	18000
Fluorescente salida alta	85	6450	12000
Fluorescente salida alta	110	9000	12000
Fluorescente línea delgada	38.5	2900	12000
Fluorescente línea delgada	56	4400	12000
Fluorescente línea delgada	73.5	6300	12000
Fluorescente tipo “U”	40	3000	12000

TABLA XVI. NÚMERO DE RENOVACIONES POR HORA

Iglesias	1 a 2
Salas de juntas	3 a 5
Aulas de escuela	3 a 5
Despachos, oficinas	4 a 6
Hospitales	4 a 6
Garage	6 a 8
Boutiques	5 a 10
Talleres mecánicos	5 a 10
Laboratorios	5 a 10
Fábricas en general	5 a 10
Residencias	6 a 10
Restaurantes	6 a 10
Salas de baile	6 a 10
Cafés, bares	10 a 12

TABLA XVII. NÚMERO DE RENOVACIONES POR HORA

Mercados	10 a 15
Supermercados	10 a 15
Bodegas en general	10 a 15
Cocinas domésticas	10 a 15
Teatros	10 a 15
Salas de juego	10 a 15
Sanitarios	10 a 15
Cines	10 a 20
Cocinas industriales	15 a 20
Fundiciones	20 a 30
Salas de máquinas	20 a 30
Tintorerías	20 a 30
Lavanderías	20 a 30
Panaderías	25 a 35
Ambientes nocivos	30 a 60
Naves industriales con hornos y baños	30 a 60
Talleres de pintura	40 a 60