



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Reestructuración para el Departamento de Producción de la empresa
de servicios técnicos industriales, TECNOIN

Fernando Arturo Arenales García
Asesorado por Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, mayo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REESTRUCTURACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS
TÉCNICOS INDUSTRIALES, TECNOIN

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA POR

FERNANDO ARTURO ARENALES GARCÍA

ASESORADO POR ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL 1°	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL 2°	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL 3°	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL 4°	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL 5°	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

Reestructuración para el Departamento de Producción de la empresa
de servicios técnicos industriales, TECNOIN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial,
con fecha marzo de 2003.

Fernando Arturo Arenales García.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



REF.EPS.G.206.2005
Guatemala, 29 de abril de 2005.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor
Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de Prácticas de
Ingeniería y E.P.S.
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente.-

Señor Coordinador

Por medio de la presente informo a usted, que como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **FERNANDO ARTURO ARENALES GARCÍA**, procedí a revisar el Informe Final de la Práctica Supervisada, cuyo título es: **"REESTRUCTURACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES, TECNOIN"**, el cual encuentro satisfactorio.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico a entidades privadas, en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final, beneficiarán a la sociedad en general.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Jaime Humberto Baltón Esquivel
Asesor-Supervisor de E.P.S.
Área de Ingeniería Mecánica-Industrial



JBES/hbe
c.c.: Archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



REF.EPS.C.173.2005
Guatemala, 29 de abril de 2005.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señora
Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
Directora de la Escuela
de Ingeniería Mecánica-Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente.-

Respetable Ingeniera Véliz:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: "REESTRUCTURACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES, TECNOIN ". Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario FERNANDO ARTURO ARENALES GARCÍA, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo y existiendo la APROBACIÓN del mismo por parte del Asesor-Supervisor, esta COORDINACIÓN también APRUEBA su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA
COORDINADOR DE E.P.S.



JHBE/jbes
c.c.: Archivo
Adjunto Informe Final

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrática Revisora del Trabajo de Graduación titulado **REESTRUCTURACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES, TECNOIN**, presentado por el estudiante universitario **Fernando Arturo Arenales García** luego de conocer el dictamen del Asesor de Trabajo de Graduación, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Marcia Ivonne Velazquez
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala abril de 2005.

/mgp

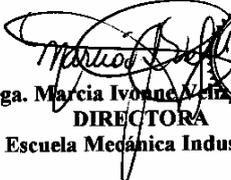
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

La Directora de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **REESTRUCTURACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES, TECNOIN**, presentado por el estudiante universitario **Fernando Arturo Arenales García**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Inga. Marcia Ivonne Vela Vargas
DIRECTORA
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2005

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

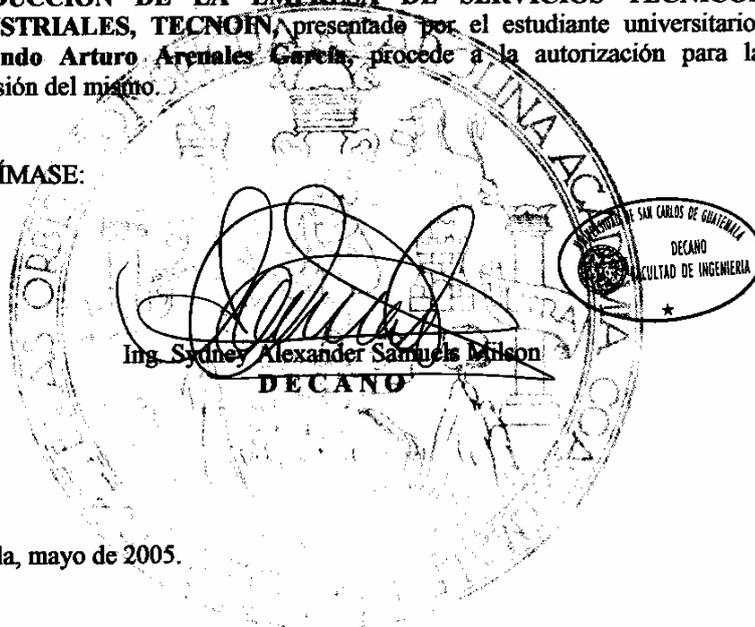


Facultad de Ingeniería
Decanato
Tels. 24766579 Edif. 101-102-114
Fax: 24760366

Ref. DTG-178-2005

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte de la Directora de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **REESTRUCTURACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS TÉCNICOS INDUSTRIALES, TECNOIN**, presentado por el estudiante universitario, **Fernando Arturo Areñales García**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Guatemala, mayo de 2005.

/Imcb.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Tecnoin, por contribuir en la realización del presente trabajo de graduación.

Al Ing. Jaime Humberto Batten por la asesoría prestada en el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Alfredo Arrivillaga Ochaeta por su colaboración prestada.

A mi hermana Aura Marina por su apoyo incondicional.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

A MI PADRE

Dr. Carlos Arenales Rodríguez

A LA MEMORIA DE MI MADRE

María Rebeca García de Arenales

A MI ESPOSA

Alma Leonor González de Arenales

A MIS HIJAS

María Fernanda y María Alejandra

A MIS HERMANOS

Gloria Rebeca, Aura Marina, Carlos
Eduardo, Roberto Benjamín y Elena
Patricia.

A MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VIII
RESUMEN	X
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA TECNOIN	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Ubicación.....	2
1.1.1. Estructura organizacional.....	3
1.1.2. Taller de metal-mecánica.....	5
1.1.2.1. Torno.....	5
1.1.2.2. Fresadora.....	6
1.1.2.3. Barreno (taladro de columna).....	8
1.1.2.4. Esmeril.....	9
1.1.2.5. Troqueladora.....	10
1.1.3. Taller de estructuras.....	11
1.1.3.1. Máquina soldadora.....	11
1.1.3.2. Equipo de oxi-acetileno (autógena).....	13
1.1.3.3. Cizalla.....	14
1.1.3.4. Prensa de banco.....	14
1.1.3.5. Sierra de disco.....	14
1.1.3.6. Compresor.....	15
1.2. Misión y visión.....	16

2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. FODA.....	17
2.1.1. Análisis.....	18
2.2. Distribución de la maquinaria.....	19
2.2.1. Factores que se va a considerar para el diseño.....	19
2.2.2. Tipos de distribución.....	20
2.2.2.1. Distribución por producto.....	21
2.2.2.2. Distribución por proceso.....	22
2.3. Ventas (en empresas tipo taller).....	23
2.3.1. Objetivos.....	24
2.3.2. Elaboración de la cartera de clientes.....	25
2.3.3. Procedimiento de la venta.....	26
2.4. Control de la producción.....	29
2.4.1. Estudio de tiempos.....	30
2.4.1.1. Objetivos.....	30
2.4.1.2. Elementos del estudio de tiempos.....	31
2.4.1.3. Tiempos y productividad.....	33
2.4.2. Programación de la producción.....	35
2.4.2.1. Programación de los trabajos en el taller.....	35
2.4.2.2. Carga de trabajo en el taller.....	36
2.4.2.3. Diagrama de Gantt.....	36
2.4.3. Manejo de materiales.....	37
2.4.4. Control de calidad.....	41
2.4.4.1. Círculos de calidad.....	43
2.4.4.2. Metrología.....	45
2.4.4.2.1 Conceptos relacionados.....	47
2.5. Diagramas del proceso.....	49
2.5.1. Diagrama de operaciones.....	49
2.5.2. Diagrama de recorrido.....	51

2.6.	Soldadura.....	52
2.6.1.	Soldadura eléctrica.....	53
2.6.2.	Soldadura autógena.....	56
2.7.	Contaminación del medio ambiente.....	58
2.7.1.	Contaminación en el medio ambiente del taller.....	60
3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	63
3.1.	Análisis FODA de la empresa.....	64
3.2.	Distribución de la maquinaria.....	66
3.3.	Ventas.....	69
3.4.	Control de la producción.....	70
3.4.1.	Estudio de tiempos.....	70
3.4.2.	Programación de la producción.....	75
3.4.3.	Manejo de materiales.....	75
3.4.4.	Control de calidad.....	76
3.5.	Diagramas del proceso.....	77
3.5.1.	Diagrama de operaciones.....	78
3.5.2.	Diagrama de recorrido.....	78
3.6.	Control de calidad en la soldadura.....	81
3.7.	Contaminación del medio ambiente en el taller.....	81
4.	PROPUESTAS E IMPLEMENTACION.....	83
4.1.	Distribución de la maquinaria.....	83
4.2.	Estudio de tiempos.....	87
4.2.1.	Registro de información (formato).....	88
4.3.	Orden de trabajo.....	91
4.4.	Programación de la producción por orden (Project).....	93
4.4.1.	Descripción del programa Project.....	93
4.4.2.	Manual del usuario.....	94
4.4.3.	Metodología.....	95

4.5. Diagramas del proceso.....	97
4.5.1. Diagrama de operación.....	97
4.5.2 Diagrama de recorrido.....	99
4.6. Manejo de materiales.....	102
4.7. Ventas.....	107
4.7.1. Políticas.....	107
4.7.2. Pasos.....	108
4.7.2.1. Cartera de clientes.....	109
4.7.2.2. Cotización.....	110
4.7.3. Formatos de control.....	112
4.8. Pasos de los círculos de control de calidad.....	113
4.9. Metrología.....	115
4.10. Criterios por seguir para verificar la calidad en la soldadura.....	117
4.11. Medidas preventivas para evitar posibles daños ocasionados por la contaminación en el medio ambiente del taller.....	119
4.12. Costos.....	120
4.12.1. Relación beneficio/costo.....	120
CONCLUSIONES.....	123
RECOMENDACIONES.....	127
BIBLIOGRAFÍA.....	128

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación	2
2	Estructura organizacional de la empresa	4
3	Torno de puntas	6
4	Fresadora	7
5	Barreno	8
6	Esmeril	9
7	Máquina soldadora (eléctrica)	12
8	Equipo de oxi-acetileno	13
9	Procedimiento de la venta	28
10	Soldadura eléctrica	55
11	Distribución actual de la empresa	68
12	Diagrama de bloques actual de la venta en la empresa	69
13	Estudio de tiempos (situación actual)	73
14	Análisis de tiempos perdidos (situación actual)	74
15	Diagrama de operaciones para la fabricación de agujas (actual)	79
16	Diagrama de recorrido para la fabricación de una escalera (actual)	80
17	Distribución propuesta de la empresa	86
18	Estudio de tiempos (situación propuesta)	89
19	Análisis de tiempos perdidos (situación propuesta)	90
20	Orden de trabajo	92
21	Metodología (programación de la producción)	95

22	Programación de la producción	96
23	Diagrama de operaciones para la fabricación de agujas (propuesto)	98
24	Diagrama de recorrido para la fabricación de una escalera (propuesto)	101
25	Existencia de materia prima en área de producción	103
26	Existencia en bodega de materiales	106
27	Pasos de la venta	108
28	Cotización	111
29	Factura de la empresa Tecnoin	112
30	Flujograma de los pasos de los círculos de calidad en Tecnoin	114
31	Formato de control de calidad	116
32	Diagrama de causa y efecto en la soldadura	118

TABLAS

I	Pasos en el proceso de la venta	26
II	Elementos del estudio de tiempos	31
III	Valores de porcentaje para cálculo del tiempo normal	34
IV	Principios en el manejo de materiales	40
V	Puntos más importantes en el control de calidad	42
VI	Factores básicos de los círculos de control de calidad	44
VII	Conceptos relacionados (metrología)	47
VIII	Símbolos empleados en el diagrama de operaciones	50
IX	Procedimiento en soldadura eléctrica	54
X	Fuentes de contaminación en el medio ambiente del taller	61
XI	Análisis FODA de la empresa Tecnoin	65

XII	Historial de reclamos	76
XIII	Secuencia de actividades para la fabricación de una escalera (actual)	78
XIV	Aumento en la productividad entre la situación actual y la propuesta	88
XV	Operaciones e inspecciones para la fabricación de agujas	97
XVI	Comparación entre el diagrama de operaciones actual y el propuesto	99
XVII	Secuencia de actividades para la fabricación de una escalera (propuesto)	100
XVIII	Comparación entre el diagrama de recorrido actual y el propuesto	100
XIX	Existencia mínima en bodega de materiales	104
XX	Cartera de clientes Tecnoin	109
XXI	Pasos de los círculos de calidad en Tecnoin	113
XXII	Reestructuración del departamento de producción de Tecnoin	120

GLOSARIO

Calidad	Conjunto de normas y especificaciones para cumplir con los requerimientos de un producto.
Cliente	Persona particular o empresa que solicita los productos que necesita.
Conformidad	Especificaciones de un producto necesarias para cumplir con una norma o estándar.
Contaminación	Es la impregnación del aire, del agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre.
Exactitud	Es la concordancia entre el resultado de una medición y el valor convencionalmente verdadero.
Producción	Actividad por medio de la cual se fabrica un producto determinado.

Programación	Se refiere a la especificación de una fecha de entrega de un trabajo.
Soldadura	Proceso por medio del cual se unen 2 ó más piezas de metal mediante la acción del calor.
Taller	Sistema de gran variedad y bajo volumen en organizaciones de manufactura.
Tiempo permisible	Es el tiempo máximo permitido para desarrollar una actividad de producción.

RESUMEN

El presente trabajo es el producto del Ejercicio Profesional Supervisado, EPS, realizado en la empresa Tecnoin, una empresa comercial, cuya principal ocupación consiste en prestar servicios técnicos- industriales, está conformado por un taller de estructuras y otro de metal-mecánica. En el taller de estructuras se fabrican escaleras, gradas, techos, puentes, marquesinas y trabajos de herrería en general, mientras que en el taller de metal-mecánica se realizan, principalmente, trabajos en el torno y fresadora.

Se analizará la situación actual de la empresa, la que presenta varios problemas entre los que se pueden mencionar: la organización, el espacio, la distribución de la maquinaria, la programación de la producción, el control de calidad, el manejo de materiales y la contaminación en el medio ambiente del taller.

Se plantearán una serie de propuestas e implementaciones, las que resolverán los problemas antes mencionados. Se hará una propuesta para cada problema encontrado, y se implementará de manera diferente, según los requerimientos de cada una.

Como parte importante de este trabajo se considera la contaminación producida en el medio ambiente del taller, para lo cual se establecerán las medidas preventivas para evitar los posibles daños producto de la misma.

Se realizará un análisis de beneficio-costos, en el que para cada propuesta se analizarán los costos y los beneficios que produce; de tal forma que se podrá establecer que la reestructuración del departamento de producción de la empresa Tecnoin es factible y necesaria.

OBJETIVOS

. General

Reestructurar el departamento de producción de la empresa de servicios técnicos industriales, Tecnoin, con el propósito de incrementar su productividad y la eficiencia del proceso.

. Específicos

1. Analizar la situación actual del departamento de producción de la empresa para establecer los principales problemas que le afectan y, de esta forma, encontrar las soluciones más factibles.
2. Diseñar una nueva distribución de la maquinaria, para aprovechar al máximo los tiempos y distancias.
3. Implementar la orden de trabajo, con el propósito de llevar un control en la producción.
4. Programar la producción utilizando las órdenes de trabajo, que empleen el programa Project.
5. Analizar los diagramas de proceso para analizar los problemas existentes y encontrar las soluciones a los mismos.
6. Optimizar el manejo de materiales, utilizando una hoja de Excel, con el propósito de contar en todo momento con los materiales más utilizados.

7. Crear una cartera de clientes, para establecer un listado de clientes potenciales.
8. Implementar la cotización con la finalidad de brindar al cliente un presupuesto de carácter urgente.
9. Implementar los círculos de calidad y el uso de la metrología en el control de la calidad en los diferentes procesos que se realizan.
10. Aplicar los criterios por seguir para verificar la calidad en la soldadura con la finalidad de obtener soldadura de calidad que cumpla con los requerimientos del producto.
11. Realizar un análisis de costos utilizando el método de beneficio-costos para justificar la realización del presente trabajo.
12. Conocer la contaminación que se produce en el medio ambiente de la empresa, con el propósito de establecer las medidas preventivas para evitar posibles daños en la salud de los trabajadores.

INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el informe del Ejercicio Profesional Supervisado efectuado en la empresa Tecnoin.

Luego de tomar en cuenta que la empresa presenta varios problemas en la distribución de la maquinaria, en la política de ventas, en la programación de la producción, en el manejo de los materiales, en el control de la calidad y en el control de la contaminación en el medio ambiente, se realizó el presente trabajo. El propósito principal del mismo será la reestructuración del departamento de producción.

El trabajo incluye cuatro capítulos, los que se desarrollan de la siguiente manera: en el capítulo uno se describen las generalidades de la empresa Tecnoin, tomando en cuenta su ubicación, estructura organizacional, y la descripción del taller de metal-mecánica y el taller de estructuras.

El capítulo dos se refiere al marco teórico del trabajo. Incluye temas referentes a la distribución de la maquinaria, ventas, control de la producción, manejo de materiales, diagramas del proceso, soldadura y contaminación del medio ambiente.

En el capítulo tres se describe la situación actual de la empresa. Se detalla el análisis FODA, la distribución de la maquinaria, las ventas, el control de la producción, los diagramas del proceso, el control de calidad en la soldadura y la contaminación del medio ambiente en el taller.

Por último, en el capítulo cuatro se analizan las propuestas e implementaciones para lograr la reestructuración del departamento de producción.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA TECNOIN

1.1. Descripción de la empresa

Tecnoin, Tecno Servicios Industriales, es una empresa comercial, su principal actividad consiste en prestar servicios técnicos industriales. Está formada por un taller de metal mecánica y un taller de estructuras. En el taller de metal mecánica se realizan principalmente trabajos en torno, fresadora, barreno y troqueladora, entre los que se pueden mencionar la fabricación de distintos tipos de ejes, *bushin*, acoples, cuñeros, abrazaderas y tapones. En el taller de estructuras se realizan trabajos estructurales como galeras, techos, kioskos, domos, pasamanos, escaleras, barandas, rejillas, etc. Además, se fabrica todo lo concerniente al ramo de herrería, como ventanas, puertas, balcones, sillas, mesas, portones, estanterías, con sus respectivas aplicaciones en soldadura.

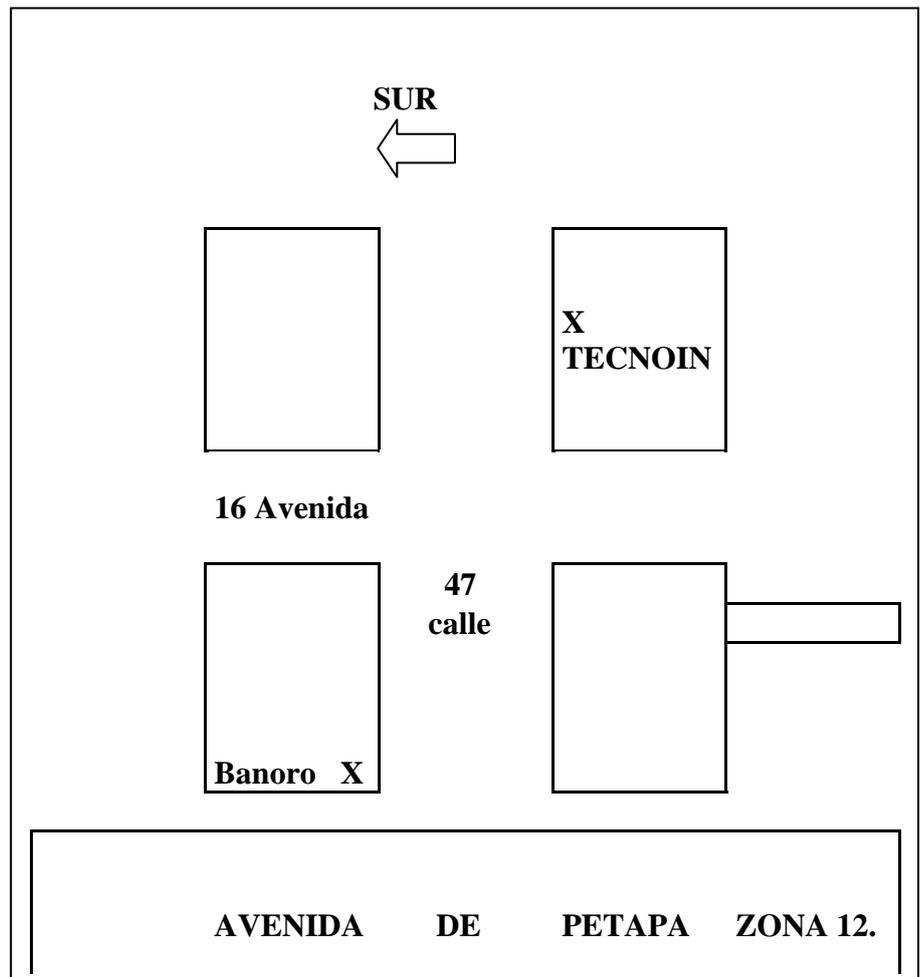
Los problemas que principalmente presenta la empresa son de organización, espacio, distribución de la maquinaria, programación, control de calidad, manejos de materiales, etc. Motivo por el cual es necesaria una reestructuración de la empresa, para que tenga un mejor sistema de trabajo, haga más eficiente el flujo de materiales, aproveche en mejor forma el espacio disponible, el elemento humano, el equipo y otros factores que intervienen en el proceso productivo, a fin de que genere un aumento en la productividad.

1.1.1. Ubicación

La empresa se encuentra situada en un área industrial de fácil acceso, ubicada en la 47 calle 16-47, zona 12.

En la figura 1, se muestra un diagrama que ilustra su ubicación.

Figura 1. Ubicación de la empresa Tecnoin



1.1.2. Estructura organizacional

La empresa Tecnoin está estructurada como una organización lineal que se caracteriza porque las decisiones están concentradas en una sola persona que, en este caso, es el gerente general, quien tiene toda la responsabilidad del funcionamiento de la misma, asigna y distribuye el trabajo al personal de los diferentes talleres.

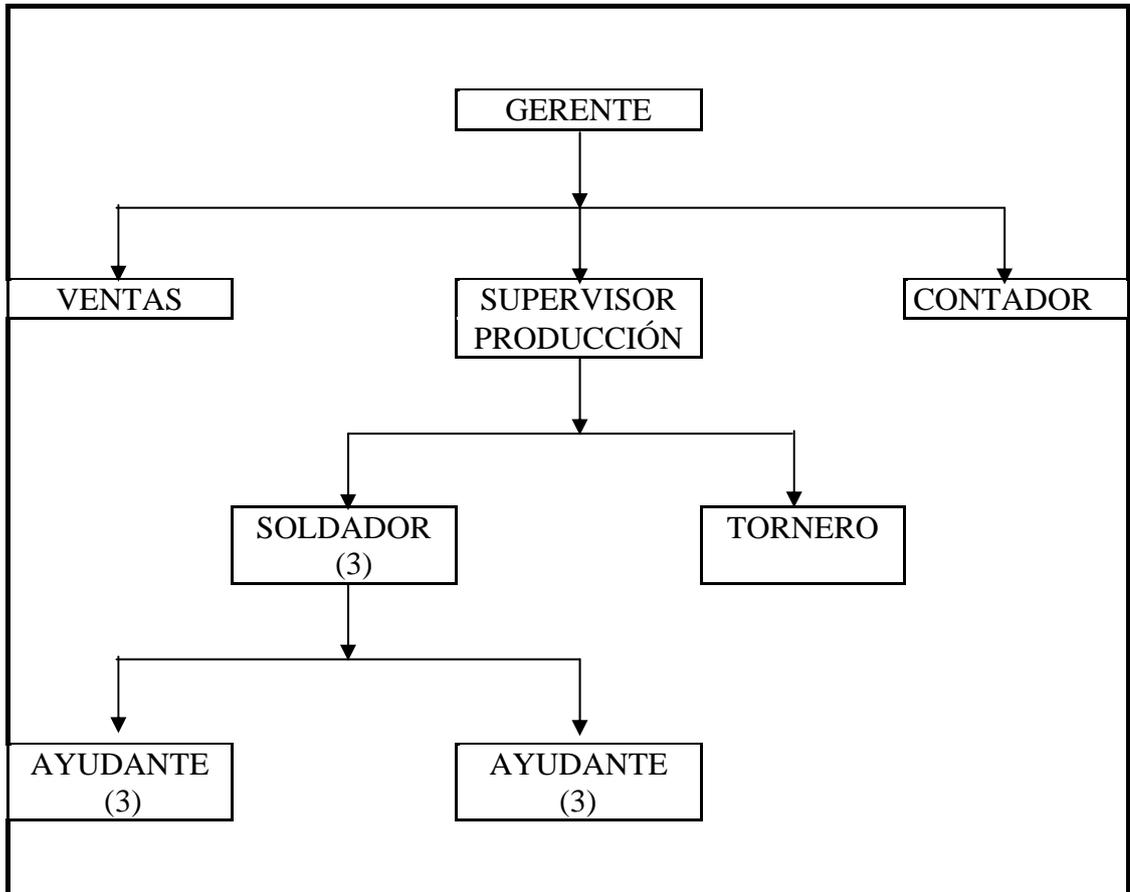
La mayor desventaja que tiene este tipo de organización es que todas las decisiones recaen en el gerente general, esto lo convierte en el único responsable de todos los trabajos y actividades que se realizan, es decir, el gerente debe vender, pedir materiales, supervisar la producción, coordinar el transporte, realizar cobros y pagos, esto trae como consecuencia que el trabajo se recargue y, en un momento, la empresa se vuelva ineficiente.

Algunas ventajas al utilizar una organización de este tipo son:

1. Hay mayor facilidad de toma de decisiones.
2. No hay conflictos de autoridad ni fuga de responsabilidades.
3. La estructura organizacional es clara y sencilla.
4. La disciplina es fácil de mantener.

En la figura 2 se muestra el organigrama actual de la empresa Tecnoin.

Figura 2. Estructura organizacional de la empresa Tecnoin



1.1.3. Taller de metal-mecánica

Su función es manufacturar una gran diversidad de trabajos, entre los que se pueden mencionar la fabricación de piezas tales como ejes, pines, *bushin*, engranajes, poleas y rodos, entre otros.

En cuanto a la toma de decisiones y distribución del trabajo, son funciones propias del supervisor de producción quien, a través de una orden de trabajo, detalla las especificaciones que lleva cada trabajo.

El personal está constituido, básicamente, por un tornero, quien es el encargado de realizar los trabajos que le son solicitados, para ello utiliza las máquinas con que cuenta el taller.

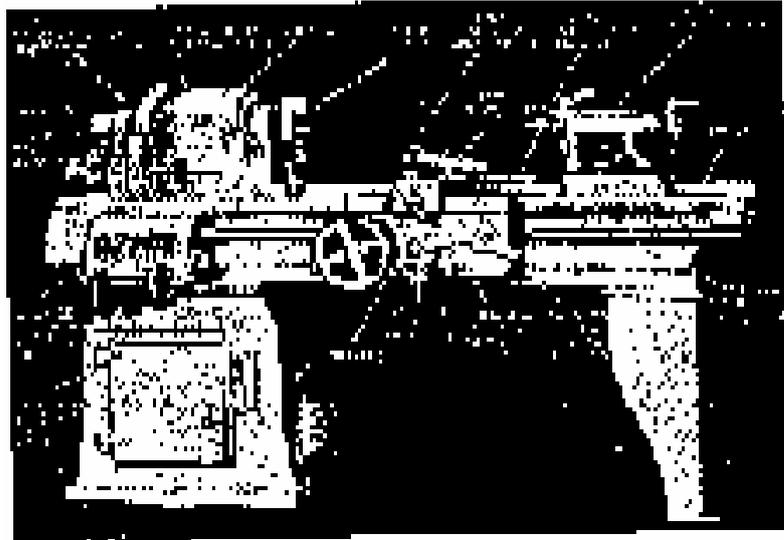
A continuación se describen las máquinas con las que cuenta dicho taller:

1.1.3.1. Torno

Es la máquina herramienta más importante con que cuenta el taller, ya que en ella se realizan la mayor parte de los trabajos. Sirve para trabajar por arranque de viruta, mediante un útil que efectúa el movimiento de avance, manteniéndose una pieza en rotación alrededor de un eje. Sus principales aplicaciones son refrentar, cilindrar, vaciar y roscar piezas. El taller cuenta con dos, clasificados como tornos de puntas por sus características; la principal diferencia entre ellos es el largo de la bancada (1 mt. y 2.5 mt.), además de la capacidad de volteo, que se refiere al diámetro del cabezal (12 plg. y 24 plg.).

Su mantenimiento consiste en limpieza general y cambio de aceite de la caja principal cada seis meses.

Figura 3. Torno de puntas



Fuente: John L. Feirer. **Maquinado de metales con máquinas-herramientas.**
Pág. 310.

1.1.3.2. Fresadora

Es una máquina herramienta con gran diversidad de uso en el taller. Las virutas son arrancadas en el fresado por medio de la rotación de la fresa cuyos filos están dispuestos en forma circunferencial.

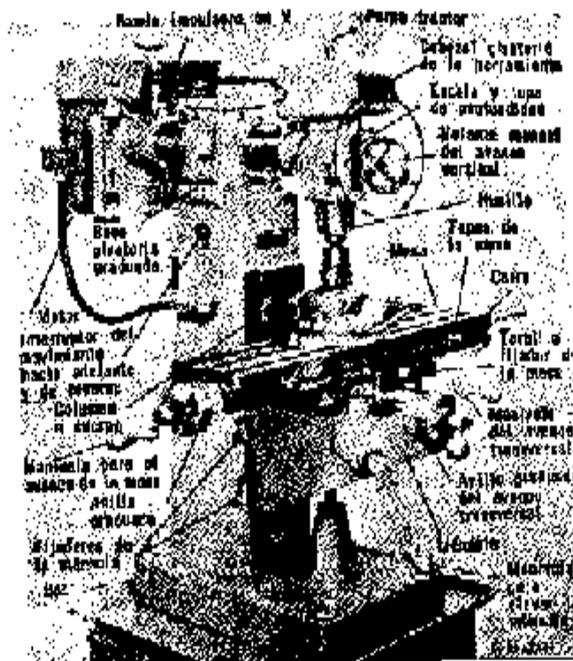
La fresa es una herramienta de varios filos, y para poder introducirse en el material los filos tienen forma de cuña.

La pieza por trabajar 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 contra el útil de corte. El soporte puede avanzar en tres direcciones: longitudinal, horizontal y vertical, en algunos casos, también puede girar.

Está considerada como una de las máquinas más versátiles del taller, ya que permite 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.

El mantenimiento consiste en limpieza general, lubricación y engrase, en forma trimestral.

Figura 4. Fresadora



Fuente: John L. Feirer. **Maquinado de materiales con máquinas-herramientas.** Pág. 567.

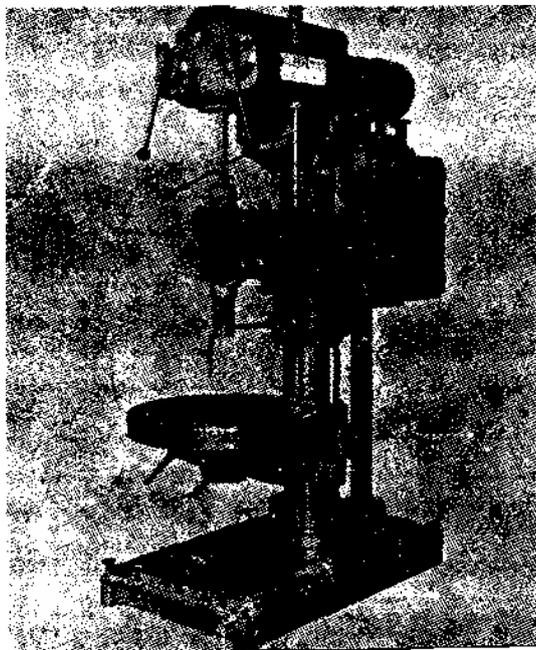
1.1.3.3. Barreno (taladro de columna)

Esta provisto de un bastidor, cuerpo o columna de la máquina que es muy rígido y, por esta razón, resulta adecuado para barrenar grandes agujeros.

El avance se realiza por el carro o cabezal portaútil que es guiado a lo largo de la columna. Con esto resulta que el cojinete principal del husillo se encuentra siempre en la proximidad del punto en que se realiza el trabajo, es decir, que el husillo va bien guiado, incluso cuando se ejecutan agujeros profundos.

Su principal aplicación es para abrir agujeros. La capacidad del barreno está relacionada con la raíz del mismo, en este caso $\frac{1}{2}$ pulgada. El mantenimiento consiste en limpieza semanal y lubricación en forma trimestral.

Figura 5. Barreno



Fuente: John L. Freirer. **Maquinado de metales con máquinas-herramientas.** Pág. 297.

1.1.3.4. Esmeril

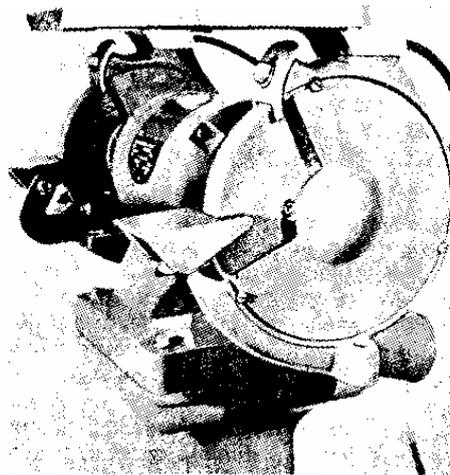
Está formado por un disco colocado en el extremo de un eje de un motor, el cual proporciona un movimiento circular constante, todo esto se encuentra situado sobre una base o pedestal.

En esta máquina se eliminan las irregularidades (desbarbar), y es posible conseguir de igual forma piezas redondas o planas de gran exactitud de medidas con elevada calidad superficial (rectificado).

Los trabajos más comunes que se realizan son el afilado de herramientas y el mecanizado de piezas.

El mantenimiento consiste en revisiones periódicas del motor eléctrico, por lo menos, una vez al año.

Figura 6. Esmeril



Fuente: John L. Freirer. **Maquinado de metales con máquinas-herramientas.** Pág. 188.

1.1.3.5. Troqueladora

En esta máquina la operación que se realiza básicamente es el troquelado de piezas. Se utiliza moldes de la pieza que se desea obtener, al dar un golpe a través de un eje vertical, se obtiene la pieza.

Entre las piezas que se pueden obtener están: los agujeros redondos, agujeros cuadrados, tapaderas, tapones, medias esferas, botones, etc. Su capacidad es de, aproximadamente, 40 piezas por minuto según sea el trabajo que se realice. El mantenimiento consiste en la limpieza periódica, lubricación y engrase, por lo menos, una vez al mes.

1.1.4. Taller de estructuras

Su principal función es elaborar todos los trabajos que tenga que ver con soldadura. Aquí se fabrican puertas, ventanas, escaleras, barandas, gradas, marquesinas, tolvas, tanques para combustibles, postes para rótulos, diferentes equipos para la industria, así como trabajos puramente estructurales en la fabricación de bodegas. Además de realizarse soldadura autógena con una gran variedad de soldaduras especiales, como acero inoxidable, estaño, bronce, aluminio, etc.

En cuanto a la toma de decisiones y distribución del trabajo, en forma similar al taller de metal-mecánica, son funciones propias del supervisor de producción, quien a través de una orden de trabajo detalla las especificaciones que lleva cada trabajo.

El personal está constituido por tres soldadores con dos ayudantes cada uno, entre los que se reparte el trabajo, de acuerdo con las órdenes de trabajo que deban efectuarse, para satisfacer la demanda existente.

Cuenta con las siguientes máquinas:

1.1.4.1. Máquina soldadora (eléctrica)

Utiliza el proceso de soldadura por arco, en que la fusión es producida por el calentamiento con un arco eléctrico entre un electrodo de metal con revestimiento y la pieza por soldar, la protección se obtiene de la descomposición de la cubierta y el metal de aporte del electrodo mismo.

Por su gran variedad de usos y aplicaciones se convierte en la máquina más importante del taller, ya que es utilizada en todos los trabajos que aquí se realizan, desde la unión de pequeñas piezas hasta la fabricación de grandes estructuras, motivo por el cual el taller cuenta con tres máquinas de este tipo. Éstas tienen la capacidad para soldar ocho horas continuas.

Su mantenimiento se reduce a la revisión periódica de cables y contactos eléctricos, por lo menos, cada tres meses.

Figura 7. Máquina soldadora (Eléctrica)



Fuente: Massino Vladimir Piredda. **Soldadura eléctrica manual**. Pág. 36.

1.1.4.2. Equipo de oxi-acetileno (autógena)

Utiliza el procedimiento de soldar por fusión en que el calor necesario procede de una llama de alta temperatura obtenida por la mezcla de oxígeno y acetileno. Los dos gases se mezclan en proporciones adecuadas en un soplete de soldar, construido en forma que el operador tiene posibilidades de regular por completo la llama.

El equipo está formado por un cilindro de oxígeno, un cilindro de acetileno, un regulador de presión con sus respectivos manómetros para ambos cilindros, dos mangueras, un mezclador y boquillas que se usarán dependiendo del trabajo que se este realizando.

Figura 8. Equipo de oxi-acetileno



Fuente: Lonando Kuellhoffer. **Manual de soldadura**. Pág. 149.

Su principal uso se refiere al corte de metal y a la aplicación de soldaduras especiales, entre las que se pueden mencionar las de aluminio, bronce, estaño, latón. Este equipo está capacitado para trabajar en forma continua según sea requerido, únicamente se ha de tener el cuidado de reemplazar el oxígeno o el acetileno cuando éstos se terminen. El mantenimiento consiste en la limpieza de las boquillas en forma semanal y en la revisión de las mangueras, por lo menos, una vez al mes.

1.1.4.3. Cizalla

Máquina que sirve para cortar metal, principalmente en forma de lámina, aunque es muy común cortar algunos perfiles de sección no mayor a media pulgada, como por ejemplo varillas y hierro cuadrado. Está capacitada para trabajar en forma continua y su mantenimiento se reduce a la revisión de las cuchillas en forma trimestral.

1.1.4.4. Prensa de banco

Está formada por dos mordazas, una fija y otra móvil. Habitualmente se coloca en un banco de madera. Su principal aplicación es sujetar piezas.

1.1.4.5. Sierra de disco

Está compuesta por un disco, el cual se sujeta a un eje de un motor eléctrico. Su principal aplicación es el corte de piezas en serie de la misma medida, normalmente son perfiles menores a 2”.

1.1.4.6. Compresor

Esta provisto de una pistola y conectado por medio de una manguera a un deposito de aire, el cual ha sido almacenado al hacer funcionar un motor, conectado por un dispositivo de presión. Su principal aplicación es pintar todo tipo de piezas y trabajos que se realizan en el taller.

Esta máquina está capacitada para trabajar hasta doce horas continuas. Su mantenimiento consiste en la revisión periódica de fugas, por lo menos, una vez al mes, revisión del motor eléctrico y cambio de aceite en forma trimestral.

Las antes mencionadas corresponden a las máquinas que básicamente son utilizadas, tanto en el taller de metal-mecánica como en el taller de estructuras. Es importante mencionar que existe una serie de herramientas y equipos que son indispensables para realizar los diferentes trabajos que se efectúan en ambos talleres.

En cuanto al taller de tornos se pueden mencionar los diferentes equipos de medición que se utilizan como *vernier*, compás, etc. En el taller de estructuras se utilizan con frecuencia las cortadoras manuales de disco, pulidoras, barrenos manuales, sierras de arco y herramienta en general.

1.2. Misión y visión

La misión es la razón de ser de la empresa. Al considerar su actividad, se hace un análisis del macro y el micro entorno que permita construir el escenario actual y posible, para analizar con mayor énfasis la condición y razón de ser de la empresa.

La visión se refiere al estudio de tendencias proyectadas hacia el futuro y sus implicaciones para la empresa.

Para la empresa Tecnoin se tiene:

- **Misión:**

Ser el equipo de profesionales y técnicos, en el área de metal-mecánica que ofrece soluciones a las diferentes necesidades de los clientes en el diseño, fabricación y reparación de maquinaria y elementos de maquinaria.

- **Visión:**

Ser el taller de metal-mecánica preferido y reconocido por los clientes por el servicio diferencial que brinda a través de la calidad y cumplimiento del trabajo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. FODA

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, de esta manera, permite obtener un diagnóstico preciso que permita, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (en inglés SWOT: *Strenghts, Weaknesses, Oportunities, Threats*). De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que, en general, resulta muy difícil poder modificarlas.

-Fortalezas: son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que cuenta con una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.

-Oportunidades: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.

-Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.

- Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar, incluso, contra la permanencia de la organización.

2.1.1. Análisis

El análisis FODA es un concepto muy simple y claro, pero detrás de su simpleza residen conceptos fundamentales de la administración. Su finalidad es convertir los datos del universo en información, procesada y lista para la toma de decisiones (estrategias en este caso). En términos de sistemas, se tiene un conjunto inicial de datos (universo por analizar), un proceso (análisis FODA) y un producto, que es la información para la toma de decisiones (el informe FODA que resulta del análisis FODA).

Otro aspecto importante del FODA es poder distinguir entre el adentro y el afuera de la empresa, lo que a veces no resulta tan fácil. La clave está en adoptar una visión de sistemas y saber distinguir los límites del mismo. Para esto hay que tener en cuenta, no la disposición física de los factores, sino más bien el control que se tenga sobre ellos. Lo que afecta, y controla la empresa es interno al sistema, lo que afecta, pero está fuera del control de la empresa, es externo.

Las circunstancias pueden cambiar de un día para el otro también en el interior de la empresa: la fortaleza de tener a un empleado joven y sagaz puede convertirse en una grave debilidad si se marcha (y peor si se va con la competencia). Y la debilidad de tener a un empleado próximo a jubilarse y a quien le cuesta adaptarse a las nuevas tecnologías puede revelarse como una fortaleza demasiado tarde, cuando se retira y la empresa se da cuenta que se dependía de él porque era el único que sabía en donde estaba todo y cómo se realizaba el trabajo. La sagacidad del empresario debe convertir las amenazas en oportunidades y las debilidades en fortalezas.

2.2. Distribución de maquinaria

Consiste en seleccionar el arreglo más apropiado de las instalaciones físicas, con el fin de lograr la mayor eficiencia al combinar los recursos para producir los diferentes trabajos que se necesitan en la empresa. El propósito principal es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad requerida, al menor costo.

La distribución física es un elemento importante del sistema de producción que comprende instrucciones de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, determinación de rutas y despachos. Todos estos elementos deben integrarse con cuidado para satisfacer el objetivo establecido. Aunque es difícil y costoso hacer cambios al arreglo existente, se deberá revisar cada porción de la distribución completa.

Las malas distribuciones dan como resultado la pérdida de cuantiosos recursos, esto hace que se incurra en costos innecesarios para la empresa. La mayoría de estos costos son ocultos y, en consecuencia, no es sencillo exponerlos. Los costos de mano de obra indirecta debidos a transportes lejanos, retrasos y paros del trabajo por cuellos de botella son característicos de una empresa con una distribución anticuada.

2.2.1. Factores que se va a considerar para el diseño

Antes de que se pueda diseñar una nueva distribución o corregir una existente, se tienen que conjugar todos los factores que, directa o indirectamente, tienen influencia en el proceso productivo.

A continuación se enumeran los factores más importantes que influyen en esta decisión:

- Volumen de ventas presentes y futuras, considerando el crecimiento que pueda tener la empresa.
- Cantidad de mano de obra que se necesita en cada operación de cada producto.
- Distancia que hay entre cada operación.
- Tiempo empleado en cada operación.
- Inventario completo de la maquinaria y el equipo para el manejo de materiales, que existe actualmente.
- Estado de la maquinaria y equipo existente desde el punto de vista de las condiciones físicas.
- Posibles cambios en el diseño de los productos.
- Considerar la distribución actual, y analizar los problemas que se presentan.
- Tomar en cuenta el flujo del material durante el proceso.
- Utilizar eficientemente el espacio existente.
- Seguridad, comodidad en cuanto al trabajo y satisfacción para el personal.
- Flexibilidad, para que la distribución pueda ser ajustada sin dificultad.

2.2.2. Tipos de distribución

Una distribución determinada puede ser la mejor para un conjunto de condiciones y la peor para otra. En general, todas las distribuciones representan un tipo de distribución básica o una combinación de dos de ellas: por producto o en línea y por proceso o funcional.

A continuación se hará una descripción de cada una de las distribuciones mencionadas, y se analizan sus ventajas y desventajas.

2.2.2.1. Distribución por producto

En la distribución por producto la maquinaria se localiza de tal manera que el flujo de una operación a la siguiente se minimiza para cualquier grupo de productos. En una empresa que utiliza esta técnica, es común ver una pulidora de superficies entre una fresadora y un torno, con una mesa de ensamble y un tanque de recubrimiento en el área continua. Este tipo de distribución es común en ciertas operaciones de producción en masa, pues los costos de manejo de materiales son más bajos que para una distribución por proceso.

La distribución por producto tiene algunas desventajas. Debido a que una gran variedad de operaciones se realiza en un área relativamente pequeña, la insatisfacción del personal puede ser grande. Esto ocurre, en especial, cuando las distintas oportunidades van aparejadas con diferencias notorias en la remuneración.

Dado que se agrupan instalaciones muy diferentes, la capacitación de los operarios puede ser muy complicada, sobre todo, si no se dispone de un trabajador especializado en el área inmediata que enseñe a uno nuevo. El problema de encontrar supervisores competentes también es considerable debido a la variedad de instalaciones y tareas que deben supervisar. También, este tipo de distribución necesita una inversión inicial mayor, ya que se requieren líneas de servicios duplicadas, como aire, agua, gas, combustible y energía.

Otra desventaja de agrupar por producto es que el arreglo tiende a parecer desordenado y caótico. En estas condiciones, puede ser difícil promover la limpieza y el orden. Sin embargo, estas desventajas se compensan, si los requerimientos de producción son sustanciales.

2.2.2.2. Distribución por proceso

La distribución por proceso es el agrupamiento de instalaciones similares. Aquí, se agrupan los tornos en una sección, departamento o edificio. Las fresadoras, los taladros y las troqueladoras también se agrupan en sus respectivas secciones.

Este tipo de arreglo tiene la apariencia de limpieza y orden, y tiende a promoverlos. Otra ventaja es la facilidad con que se capacita al operario. Rodeado de trabajadores experimentados que operan máquinas similares, el nuevo trabajador tiene la oportunidad de aprender de ellos. El problema de encontrar supervisores competentes es menor, pues las demandas de trabajo no son grandes. Como estos supervisores sólo tienen que conocer un tipo general o clase de instalaciones, su experiencia no tiene que ser extensa como la de los supervisores de la distribución por producto. Además, si las cantidades fabricadas de productos similares son limitadas y se tienen órdenes especiales frecuentes, una distribución por proceso es más satisfactoria.

La desventaja de agrupar por proceso es la posibilidad de transportes largos y regresos constantes de los trabajos que requieren una serie de operaciones en varias máquinas. Por ejemplo, si las instrucciones de operación de un trabajo especifican una secuencia de perforar, voltear, maquinar bordes y pulir, el movimiento del material de una sección a la siguiente puede ser en extremo costoso.

Otra desventaja importante es el gran volumen de documentación requerido para emitir órdenes y controlar la producción entre departamentos.

No existen dos empresas que tengan distribuciones idénticas, aunque la naturaleza de sus operaciones sea similar. Muchas veces conviene una combinación de distribuciones, por producto y por proceso.

2.3. Ventas

(En una empresa tipo taller)

La venta consiste en el proceso de informar a los clientes y persuadirlos para comprar los diferentes servicios que ofrece la empresa mediante la comunicación personal en una situación de intercambio.

En una empresa tipo taller, prácticamente la venta es el primer paso que se realiza antes de iniciar el proceso productivo, en forma contraria a lo que sucede en la mayoría de empresas en las que de primero se produce el producto y luego se ofrece a los consumidores potenciales. Para una empresa de este tipo de primero se ofrece el producto o servicio a las diferentes empresas, después de la confirmación del pedido se procede a solicitar los materiales que van a ser requeridos para la fabricación del trabajo solicitado, inicia así el proceso de fabricación.

2.3.1. Objetivos

Los objetivos específicos de los esfuerzos de ventas varían de una empresa a otra. No obstante, por lo general se concentran en tres objetivos generales:

- 1) Buscar posibles clientes
- 2) Convencerlos para que compren y
- 3) Satisfacer a los clientes.

Puesto que las empresas deben conocer quienes están interesados en sus servicios antes de intentar venderles, uno de los objetivos de las ventas es encontrar personas o empresas que sean clientes potenciales. Se deberá tener un profundo conocimiento de las necesidades de las empresas con el fin de localizar e identificar a las mismas.

Aún cuando encontrar posibles clientes es un objetivo importante, lograrlo no tiene ningún valor sino se les convence de que compren, por lo tanto, un segundo objetivo de la venta es convertir a los posibles clientes en compradores. Puesto que la mayoría de clientes potenciales busca cierta información que necesitan para tomar una decisión de compra, el personal de ventas debe investigar las necesidades de información de estos posibles clientes y brindárselas. Para lograr este objetivo, el personal de ventas debe contar con un buen entrenamiento sobre los productos o servicios que ofrecen y el procedimiento de ventas en general.

Son pocos los negocios que pueden subsistir con las utilidades obtenidas con los clientes de una sola venta. Para sobrevivir a largo plazo, la mayoría de las empresas depende, hasta cierto grado, de repetir ventas. Para lograr ventas repetitivas, la empresa necesita mantener satisfechos a sus clientes.

A pesar de que la responsabilidad de mantener satisfechos a los clientes corresponde a toda la organización, gran parte del trabajo recae sobre el personal de ventas, debido a que tiene relaciones más estrechas con los clientes que cualquier otra persona en la empresa. Por lo tanto, el tercer objetivo general de la actividad de las ventas es satisfacer a los clientes. Para lograr este fin, con frecuencia los esfuerzos de ventas brindan información y servicio a los compradores después de realizadas las ventas.

2.3.2. Elaboración de la cartera de clientes

Consiste en determinar una lista de posibles clientes y es el primer elemento del proceso de ventas. El vendedor obtiene de varias fuentes el nombre de empresas potenciales; entre estas están: los registros de ventas de la empresa, las solicitudes de información requeridas, otros clientes, noticias en periódicos, registros públicos, directorio telefónico, directorio de asociaciones mercantiles e industriales, clientes referidos, etc.

Después de elaborar la cartera de clientes, la fuerza de ventas de la empresa evaluará cada uno de ellos para determinar si está en situación de comprar el producto o servicio, si desea hacerlo y si está en disponibilidad para ello. De acuerdo con esta evaluación, se eliminarán algunos clientes potenciales y otros que se estiman aceptables se clasificarán según su conveniencia o potencial.

2.3.3. Procedimiento de la venta (Pasos)

A continuación, en la tabla I, se presentan los pasos más generalizados que se dan en el proceso de la venta en el medio guatemalteco:

Tabla I. Pasos en el proceso de la venta

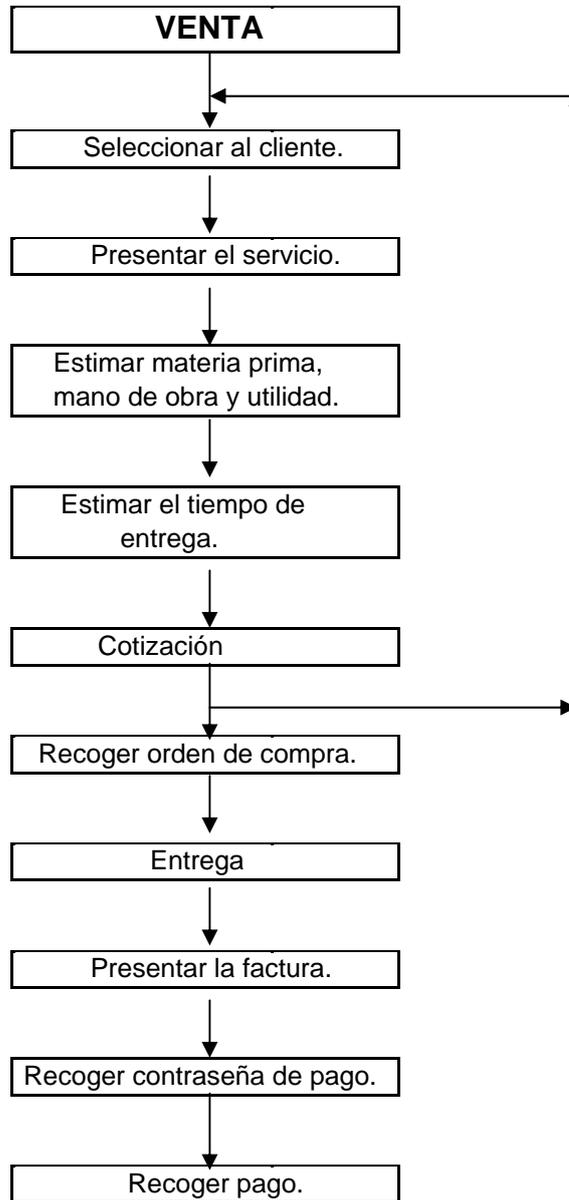
PASOS	DESCRIPCIÓN
Seleccionar al cliente	Se analizarán las necesidades específicas de cada cliente, el tipo de procesos que realizan y sus preferencias hacia los servicios disponibles.
Presentar el servicio	El vendedor tiene que atraer y mantener la atención del posible cliente, con el fin de estimular su interés y crear el deseo hacia el servicio que ofrece la empresa.
Materia prima, mano de obra y utilidad	Toda esta información será de gran utilidad en el momento de realizar la cotización.
Tiempo de entrega	Se tomarán en cuenta todos los tiempos que se utilicen en las diferentes operaciones que se realicen.
Cotización	Se presenta al cliente en un formato prediseñado un presupuesto del producto o servicio.
Orden de compra	Es el documento que garantiza a la empresa que el presupuesto del trabajo fue aceptado y aprobado por el cliente.
Entrega	Corresponde al momento en que el trabajo se encuentra terminado y listo para ser entregado.

Cont. Tabla I

PASOS	DESCRIPCIÓN
Presentación de la factura	Se lleva a cabo inmediatamente después de que el trabajo ha sido entregado, deberá ser sellado y firmado de recibido.
Recoger contraseña de pago	Será recibida después de entregar la factura, en ella aparece la fecha en que se efectuará el pago.
Pago	Se realiza en la fecha indicada en la contraseña de pago.

A continuación se presenta, en la figura 9, el flujograma correspondiente al procedimiento de la venta:

Figura 9. Procedimiento de la venta



2.4. Control de la producción

Es la función de dirigir o regular el movimiento metódico de los materiales por todo el ciclo de fabricación, desde la requisición de materias primas, hasta la entrega del producto terminado, mediante la transmisión sistemática de órdenes a los subordinados, según un plan de rutina que utiliza las instalaciones de la fábrica del modo más económico.

Para lograr este objetivo, la gerencia debe estar al tanto del desarrollo de los trabajos por realizar en cuanto a tiempo y cantidad producida. De igual forma y cuando sea necesario, la gerencia modificará los planes establecidos, respondiendo a situaciones cambiantes no previstas.

El control de la producción exige la respuesta a cinco preguntas básicas relativas al manejo de una orden de producción:

- ¿Qué es lo que se va hacer?
- ¿Quién va a hacerlo?
- ¿Cómo se va hacer?
- ¿Dónde se va hacer? y
- ¿Cuándo se va hacer?

Las respuestas a estas preguntas se lograrán mediante la planeación. Sin embargo, el control de la producción es algo más que la planeación, significa la aplicación de varias formas y medios para asegurar la ejecución del programa de producción deseado. De aquí que estén implicadas varias funciones de ejecución y valoración, incluso, la emisión de órdenes que se originen de la orden de producción, esto implica la vigilancia del proceso y de las acciones para corregir irregularidades en el mismo.

2.4.1. Estudio de tiempos

Esta actividad comprende las técnicas de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudio de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, recopilación computarizada de datos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuándo es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente.

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y las del ingeniero de métodos. Aunque difieren los objetivos de los dos, un buen analista del estudio de tiempos es un buen ingeniero de métodos, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente básico.

2.4.1.1 Objetivos

Los objetivos principales del estudio de tiempos son aumentar la productividad, la confiabilidad del producto y reducir el costo por unidad, esto permite que se logre la mayor producción de bienes y/o servicios para mayor número de personas. La capacidad para producir más con menos dará por resultado más trabajo para más personas durante un mayor número de horas por año.

2.4.1.2. Elementos del estudio de tiempos

Estos elementos comprenden la selección del operario, el análisis del trabajo y la descomposición del mismo en sus elementos, el registro de los valores elementales transcurridos, la calificación de la actuación del operario, la asignación de márgenes apropiados y la presentación de los resultados finales del estudio.

Dichos elementos se analizarán a continuación en la tabla II.

Tabla II. Elementos del estudio de tiempos

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Selección del operario	El operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio, normalmente realizará el trabajo consciente y sistemáticamente.
Registro de la información	Debe anotarse toda la información acerca de máquinas, herramientas de mano, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del analista de tiempos.
Colocación del observador.	El observador de tiempos debe colocarse a unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera con su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio.

Cont. Tabla II.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
División de la operación en elementos	Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos conocidos como elementos. A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos, escribiendo la descripción de los elementos mientras realiza el estudio.
Toma de tiempos	El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar cada elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.
Calificación de la actuación del operario	El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es saber ajustar el tiempo medio observado de cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo.
Aplicación de márgenes	Hay tres clases de interrupciones que se presentan ocasionalmente. La primera clase son las interrupciones personales, como idas al servicio sanitario o tomar agua; la segunda es la fatiga que afecta hasta el trabajador más fuerte, aún cuando efectúe el trabajo de tipo más ligero. Por último, hay algunos retrasos inevitables, como rupturas de las herramientas, interrupciones por el supervisor, ligeros tropiezos con los útiles de trabajo y la variación de los materiales.

2.4.1.3. Tiempos y productividad

A continuación se tratarán varios conceptos relacionados con el estudio de tiempos y se indicará la forma de calcularlos.

a) **Tiempo cronometrado (tcn):** es el tiempo que lleva realizar una operación determinada, efectuando un número limitado de observaciones. Se efectúa con la ayuda de un cronómetro digital, utilizando el método de lectura con retroceso a cero.

b) **Tiempo promedio (t prom):** corresponde al tiempo promedio de las observaciones realizadas para una operación determinada.

c) **Tiempo estándar (ts):** es el tiempo estándar de las observaciones realizadas para una operación determinada.

$$ts = tn * (1 + \% \text{ de concesiones}).$$

d) **Tiempo normal (tn):** corresponde al tiempo normal de las observaciones realizadas para una operación determinada.

$$tn = tc * \% \text{ de calificación.}$$

en donde

$$tc = \text{tiempo cronometrado promedio.}$$

e) **Porcentaje de calificación:** se refiere a la calificación que recibe el operario por su actuación, es decir si el operario es rápido, normal o lento al realizar su trabajo. El valor del porcentaje de calificación se obtiene de la tabla III, que aparece a continuación:

Tabla III. Valores de porcentaje de calificación para cálculo del tiempo normal

Rápido.	Normal.	Lento.
1.10-1.15	1.00-1.05	menor 1.00

Fuente: Benjamin W. Niebel, **Ingeniería Industrial**; Métodos, tiempos y Movimientos, pág. 423.

f) Porcentaje de concesiones: se refiere al tiempo que inevitablemente va perder el operario por factores como la fatiga, demoras, necesidades personales, rupturas de las herramientas, interrupciones por el supervisor, etc. Su valor varía entre 12 % - 25 %.

g) Productividad: de una forma general, se refiere a la que genera el trabajo: la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada, o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo. Lo habitual es que la producción se calcule utilizando índices (relacionados, por ejemplo, con la producción y las horas trabajadas), y ello permite averiguar la tasa en que varía la productividad.

2.4.2. Programación de la producción

Se refiere a la especificación de una fecha de entrega, de un determinado trabajo; tal especificación requiere de una estimación de la carga ofrecida en donde se tiene que considerar la carga existente que ya es manejada, esto se puede observar fácilmente en una gráfica.

2.4.2.1. Programación de los trabajos en el taller

El taller de trabajo es un sistema de gran variedad y bajo volumen, que se encuentra en forma común en las organizaciones de manufactura y de servicio. Es un sistema de producción en el cual los productos se manufacturan de acuerdo con la orden. Las órdenes del taller de trabajo, generalmente, difieren en forma considerable en términos de los materiales utilizados, la orden del proceso, los requerimientos del mismo, así como su duración y los requerimientos de preparación. Debido a estas diferencias, la programación de las tareas en el taller puede ser algo compleja.

El objetivo de la programación es mejorar la utilización de los recursos de tal forma que se cumplan los objetivos globales de la producción. En general, la programación involucra la asignación de fechas de entrega de los trabajos específicos. Las descomposturas de la maquinaria, el ausentismo, los problemas de calidad, los faltantes y otros factores, pueden generar una variabilidad que complica el ambiente de manufactura. En consecuencia, la asignación de una fecha no asegura que el trabajo será desarrollado de acuerdo con programa. Cuando la gente confía y utiliza estas reglas, la programación se convierte en un medio de comunicación seguro y formal.

Se pueden usar muchas técnicas de programación. La técnica que se utilice depende del volumen de las órdenes, la naturaleza de las operaciones y la complejidad global de los trabajos. La selección de la técnica también depende del grado de control que se requiere en el trabajo mientras que éste se procesa.

2.4.2.2. Carga de trabajo en el taller

La carga significa la asignación de labores hacia los centros de trabajo o de proceso. Los administradores de operaciones comprometen los centros de trabajo de tal forma que los costos, el tiempo ocioso o los tiempos de terminación se mantengan en un mínimo.

2.4.2.3. Diagrama de Gantt

Los diagramas de Gantt consisten en ayudas visuales que son útiles en la carga y programación de las operaciones del taller. El diagrama ayuda a describir la utilización de los recursos, tales como los centros de trabajo y el tiempo extra.

Cuando se utilizan en la carga, los diagramas de Gantt muestran el tiempo de la carga y el tiempo ocioso de varios departamentos, máquinas o instalaciones. Éste muestra las cargas de trabajo relativas en el sistema. Por ejemplo, cuando existe una sobrecarga en algún centro de trabajo, se pueden transferir empleados de otro centro de trabajo con poca carga, en forma temporal, para incrementar la fuerza de trabajo.

El diagrama de carga de Gantt tiene algunas limitaciones importantes. Por un lado, no toma en cuenta la variabilidad de la producción tal como las inesperadas descomposturas o los errores humanos que conducen a una repetición del trabajo.

El diagrama también debe ser actualizado en forma regular para tomar en cuenta los trabajos nuevos y revisar las estimaciones de tiempos.

Un diagrama de programación de Gantt se utiliza para dar seguimiento a los trabajos que se están desarrollando. Indica los trabajos que están en el programa y su avance o retroceso dentro del mismo. En la práctica, se encuentran muchas versiones del diagrama de Gantt.

2.4.3. Manejo de materiales

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, el manejo de materiales debe asegurar que las partes, materia prima, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de lugar a lugar. Segundo, como cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de los materiales asegura que ningún proceso de producción o cliente será afectado por la llegada oportuna del material no demasiado anticipada o muy tardía. Tercero, el manejo de materiales debe asegurar que el personal entregue el material al lugar correcto. Cuarto, el manejo de materiales debe asegurar que los materiales sean entregados en cada lugar sin ningún daño en la cantidad correcta. Finalmente, el manejo de materiales ha de considerar el espacio para el almacenamiento, tanto temporal como potencial.

El manejo adecuado de los materiales permite, por lo tanto, la entrega de un surtido en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total. Es evidente que un buen manejo de materiales debe actuar de acuerdo con la buena administración de los mismos.

Los beneficios tangibles e intangibles del manejo de materiales pueden reducirse a cuatro objetivos principales:

1. Reducir de costos de manejo de:
 - a) Mano de obra.
 - b) Materiales.
 - c) Gastos generales.

2. Aumentar la capacidad:
 - a) Incremento de producción.
 - b) Incremento de capacidad de almacenamiento.
 - c) Mejoramiento de la distribución del equipo.

3. Mejorar las condiciones de trabajo:
 - a) Aumento en la seguridad.
 - b) Disminución de la fatiga.
 - c) Mayores comodidades al personal.

4. Mejorar distribución:
 - a) En el sistema de manejo.
 - b) En las instalaciones de recorrido.
 - c) Localización estratégica de almacenes.
 - d) Mejoramiento en el servicio a clientes.
 - e) Incremento en la disponibilidad del producto.

Un axioma que siempre se debe tomar en cuenta es que la parte mejor manejada es aquella que tiene la menor operación manual.

Ya sea que las distancias de movimiento sean grandes o pequeñas, deben ser estudiadas con vista a ser mejoradas. Al considerar los siguientes puntos es posible reducir el tiempo y la energía empleados en el manejo de materiales:

- 1) Reducir el tiempo destinado a recoger el material.
- 2) Reducir la manipulación de materiales recurriendo a equipo mecánico.
- 3) Reducir el manejo de materiales mediante equipo mecanizado o automatizado.
- 4) Hacer mejor uso de los dispositivos de manejo existentes.
- 5) Manejar los materiales con el mayor cuidado.

Se debe eliminar cualquier deficiencia en el manejo de materiales, y debe también comprenderse todo lo que implica el manejo de los mismos.

A continuación se presenta en la tabla IV, los principios más importantes en el manejo de materiales:

Tabla IV. Principios en el manejo de materiales

PRINCIPIO	DESCRIPCIÓN.
Planeación	Planear todos los materiales y el almacenamiento para lograr una eficiencia total máxima.
Sistematización	Integrar tantas actividades de manejo como sea práctico, en un sistema coordinado de operaciones.
Flujo de materiales	Proporcionar una secuencia de operaciones y disposición de equipo para aprovechar el flujo de los materiales.
Simplificación	Simplificar el manejo reduciendo, eliminando o combinando movimientos y/o equipo innecesario.
Utilización del espacio	Hacer un óptimo uso de los recintos en una determinada instalación.
Mecanización	Considerar la mecanización de las operaciones de manejo de materiales.
Automatización	Establecer la automatización en las funciones de producción, manejo y almacenamiento.
Selección del equipo	Hay que considerar todos los aspectos del material manejado, su movimiento y el método utilizado.
Estandarización	Estandarizar métodos de manejo, así como los tipos y tamaño del equipo de manejo.
Adaptabilidad	Emplear métodos y equipos que puedan realizar mejor una variedad de tareas y aplicaciones en donde el equipo de uso especial no esté justificado.
Utilización	Planear el uso óptimo del equipo de manejo y de la fuerza de trabajo.
Mantenimiento	Planificar el mantenimiento y la reparación programada de todo el equipo de manejo de materiales.

Cont. Tabla IV.

PRINCIPIO.	DESCRIPCIÓN.
Obsolencia	Reemplazar métodos y equipos de manejo obsoletos, mejorando las operaciones.
Control	Mejorar el control de la producción, inventarios y el trámite de pedidos.
Capacidad	Lograr la capacidad de producción deseada.
Eficacia	Determinar la efectividad de la realización de manejo en función del costo por unidad.
Seguridad	Proporcionar métodos y equipo apropiados para un manejo cabalmente seguro.

2.4.4. Control de calidad

El control de calidad consiste en desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y que satisfaga al consumidor.

Para alcanzar esta meta, es preciso que en la empresa se promueva y se participe en el control de calidad, en esto se tiene que incluir a los altos ejecutivos, así como a todas las divisiones de la empresa y a todos los empleados.

A continuación, en la tabla V, se dan a conocer los puntos más importantes en el control de calidad:

Tabla V. Puntos más importantes en el control de calidad

PUNTOS	DESCRIPCIÓN
Propósito	El propósito de verificar el control de calidad es producir artículos que satisfagan los requerimientos de los consumidores. No se trata sólo de cumplir con una serie de normas y especificaciones. Esto sencillamente no basta. También debe recordarse que las exigencias de los consumidores varían de un año a otro. Aún cuando se modifiquen las normas industriales, éstas generalmente no se mantienen al día con los requerimientos de los consumidores.
Orientación	Se debe hacer énfasis en la orientación hacia el consumidor. Hasta ahora los fabricantes han pensado que les hacen un favor a los consumidores vendiéndoles sus productos. En términos prácticos, los fabricantes deben estudiar las opiniones y requisitos de los consumidores, lo que se tendrá en cuenta para diseñar, manufacturar y vender. Al desarrollar un nuevo producto, el fabricante debe prever los requisitos y las necesidades de los consumidores.
Calidad	Es importante la interpretación que se le dé a la palabra calidad. En su interpretación más estrecha significa: calidad del producto; en su interpretación más amplia, calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de la división, calidad de los trabajadores, ingenieros, gerentes y ejecutivos, calidad del sistema, calidad de la empresa, calidad de los objetivos, etc.

Hacer control de calidad significa:

- Emplear el control de calidad como base.
- Hacer el control integral de costos, precios y utilidades.
- Controlar la cantidad (volumen de producción, de ventas y de existencias) así como la fecha de entrega.

2.4.4.1. Círculos de calidad

El círculo de control de calidad es un grupo pequeño que desarrolla actividades de control de calidad voluntariamente dentro de un mismo taller. Este pequeño grupo lleva a cabo continuamente, como parte de las actividades de control de calidad, en toda la empresa autodesarrollo y desarrollo mutuo con mejoramiento dentro del taller utilizando técnicas de control de calidad con la participación de todos los miembros.

Las ideas fundamentales en las actividades de los círculos de control de calidad que se realizan en todas las empresas como parte del control de calidad son las siguientes:

- Contribuir al mejoramiento y desarrollo de la empresa.
- Respetar a la humanidad y crear un lugar de trabajo amable y diáfano en donde todo el personal se sienta bien.
- Ejercer las capacidades humanas plenamente, y con el tiempo, aprovechar capacidades infinitas.

En la tabla VI, se muestran los factores básicos por considerar en los círculos de control de calidad,

Tabla VI. Factores básicos de los círculos de control de calidad

FACTORES	DESCRIPCIÓN
Servicio voluntario	La participación voluntaria es la clave del éxito. No se obligará a nadie a tomar parte si no es su deseo. Participarán quienes quieran, pero el principio básico será que no existirá coerción desde arriba.
Autodesarrollo	Consiste en estudiar uno por sí mismo. Siempre se ha considerado de mucha importancia al mejoramiento de la capacidad del individuo por medio de la educación y el adiestramiento, como una manera de promover el control de calidad.
Desarrollo mutuo	Los trabajadores tienden a encerrarse en su propio ambiente seccional y su perspectiva es limitada. Al darles perspectivas más amplias, se trabajará desde el punto de vista de la empresa como un todo. Los supervisores y jefes deben estimularlo, se debe procurar que los trabajadores lo descubran por sí mismos.
Participación de todos los miembros	Consiste en que si en un lugar de trabajo hay seis personas, todas las seis tienen que participar en las actividades del círculo de control de calidad. No significa que todos los empleados de una empresa tengan que participar.

Cont. Tabla VI

FACTORES	DESCRIPCIÓN
Continuidad	Los círculos de control de calidad no son para sostenerlos un tiempo y luego abandonarlos. Hay que sostenerlos mientras exista un lugar de trabajo o una empresa. Muchas empresas nombran grupos para mejorar determinados aspectos de sus operaciones y los disuelven una vez que los problemas se han resuelto. A estos grupos se les dan varios nombres tales como equipos de proyecto, equipos de control de calidad o fuerzas tácticas.

2.4.4.2. Metrología

Es la ciencia de las mediciones, de las cuales se obtiene información sobre el comportamiento de la materia y lo producido después de su transformación.

La metrología es la encargada de estudiar, diseñar y establecer las técnicas de medición requeridas para alcanzar la incertidumbre necesaria, conforme a la aplicación particular, en los resultados de las mediciones.

También es la encargada de investigar, experimentar y establecer los patrones de referencia primarios en el ámbito internacional; de mantener los patrones nacionales de los diferentes países o de mantener los instrumentos de referencia utilizados en el área de la industria (cuando éstas poseen su propio laboratorio de metrología). De manera que, mediante un proceso llamado trazabilidad, el último instrumento utilizado en la industria está referido al patrón primario, ya sea éste nacional o internacional.

El proceso de medición básicamente, consiste en la comparación del valor de una magnitud con el valor de otra considerada como patrón. Con respecto al patrón más alto en la escala jerárquica de la metrología, disponible en laboratorios internacionales, se le define normalmente como una medida materializada capaz de mantener su valor constante a largo plazo. Esta característica hace que el patrón pueda considerarse como la referencia en función de la cual los demás instrumentos que miden la misma magnitud han de calibrarse.

La incertidumbre del patrón es extremadamente pequeña y, dentro de la cadena de trazabilidad, la incertidumbre del último instrumento de la cadena es bastante más grande. Es decir, la relación de la incertidumbre de cualquier instrumento de medición y la incertidumbre del patrón, puede asegurarse, siempre será mayor que uno. Esto significa que cuando se efectúa una medición siempre se introduce un error, que representa la diferencia entre el resultado de la medición y el valor verdadero de la magnitud, normalmente expresado en tanto por ciento como una fracción del valor verdadero (por esto llamado error relativo).

El valor del error admisible o límite de error tolerable depende de la aplicación particular, aunque en el medio guatemalteco parece ser algo a lo que no se le da la importancia debida.

La mayoría adquiere un instrumento cuando necesita medir alguna magnitud, pero de lo que más se preocupa es que el instrumento por comprar no sea demasiado caro y que funcione el mayor tiempo posible, la consideración de su incertidumbre a largo plazo es, sin lugar a dudas, más importante. Esto es debido a que el error, con el tiempo y el uso, puede incrementarse con respecto al error garantizado por el fabricante. Este error puede también ser mayor si no se presentan las condiciones ambientales y electromagnéticas para las cuales ha sido diseñado, o bien, si el instrumento no se opera o usa adecuadamente

2.4.4.2.1. Conceptos relacionados

Algunas veces los conceptos exactitud y precisión son confundidos o se confunden también los términos resolución y sensibilidad. Es más, algunas veces también se confunden resolución con exactitud. Y aunque parezca sólo un problema semántico, en la práctica de la ingeniería dicha confusión puede resultar en sucesos indeseables, de manera que para ayudar a aclarar al respecto, además de otros temas, a continuación se explica sobre ellos, ver tabla VII.

Tabla VII. Conceptos relacionados

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Exactitud de una medición	Es la concordancia entre el resultado de una medición y el valor convencionalmente verdadero de la magnitud medida. Es un número que indica la cercanía entre el valor convencionalmente verdadero y el valor medido. Especifica la diferencia entre el valor medido y el valor convencionalmente verdadero de la magnitud y se considera como un concepto cualitativo.

Cont. Tabla VII.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Repetibilidad de resultados de medición	Se define como la proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurado realizadas según las mismas condiciones de medición. Es la precisión en condiciones que se repiten, llamadas condiciones de repetibilidad, las que pueden ser expresadas cuantitativamente en términos de las características de dispersión de los resultados. A mayor dispersión, menor repetibilidad.
Reproductibilidad	Es la proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones del mismo mensurado realizadas en condiciones variables de medición. Es la obtención de resultados muy próximos cuando ellos son obtenidos con el mismo método en idénticos ítems de pruebas en laboratorios diferentes con distintos operadores usando diferente equipo, y puede ser expresada cuantitativamente en términos de las características de dispersión de los resultados, esto es, habitualmente los resultados corregidos.
Desviación estándar experimental	Es una serie de “n” mediciones del mismo mensurado. Es la magnitud que caracteriza la dispersión de los resultados. Cuando se considera el universo con un número de datos que tienden a infinito en lugar de una muestra, se divide entre (n), en vez de (n-1). El inconveniente radica en que no es posible obtener un número infinito de datos.
Incertidumbre de una medición	Es un parámetro asociado a resultados de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurando.

Fuente: Ing. Francisco González. **Fundamentos teóricos sobre metrología**, Pág. 36-40.

2.5. Diagramas del proceso

Cuando el análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación, es útil presentar en forma clara y lógica la información de los hechos relacionados con el proceso. El primer paso a este respecto es reunir todos los hechos necesarios relacionados con la operación o el proceso. Información pertinente – como cantidad de piezas por producir, programas de entrega, tiempos de operación, instalaciones, capacidad de las máquinas, materiales y herramientas utilizadas – pueden tener una influencia importante en la resolución del problema.

Una vez que los hechos se presenten en forma clara y exacta, se examinarán de modo crítico, a fin de que pueda implementarse el método más práctico, económico y eficaz.

En el análisis de métodos se utilizan, generalmente, diferentes tipos de diagrama de proceso, entre los que están:

- el diagrama de operaciones.
- el diagrama de recorrido.

Los cuales se analizarán a continuación:

2.5.1 Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales utilizados en un proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto

principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los diagramas que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué área existen las mayores posibilidades para el mejoramiento del proceso. El diagrama de operaciones permite examinar con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente, difícilmente podrá ser resuelto. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de la observación y medición directa. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

Los símbolos que se utilizan en este diagrama se detallan a continuación

Tabla VIII. Símbolos empleados en el diagrama de operaciones

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
	Círculo de 10 mm. de diámetro.	Ocurre cuando la pieza en estudio se transforma.
	Cuadrado de 10 mm. de lado.	La pieza se somete a examen, para revisar su conformidad.

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella.

Algunos analistas prefieren separar las operaciones manuales de aquellas que se refieren a trámites administrativos. Las operaciones manuales se relacionan con la mano de obra directa, mientras que lo referente a simples trámites (“papeleo”) normalmente son una parte de los costos indirectos o gastos.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar. Una vez terminado el diagrama de operaciones se deberá revisar cada una de las operaciones y de las inspecciones desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones. Los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

- Propósito de las operaciones.
- Diseño de la parte o pieza.
- Tolerancias y especificaciones.
- Materiales.
- Proceso de fabricación.
- Preparación y herramientas.
- Condiciones de trabajo.
- Manejo de materiales.
- Distribución en la planta.
- Principios de la economía de movimientos.

2.5.2 Diagrama de recorrido

Aunque el diagrama de operaciones suministra gran parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método.

Por ejemplo, antes de que se pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas que se va a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como el diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama de recorrido se debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de operaciones, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posibles congestionamientos de tránsito, y facilita así el lograr una mejor distribución en la planta.

2.5. Soldadura

La soldadura de los metales, conocida desde los tiempos en que fue posible fundir los minerales de hierro, es una operación metalúrgica que aprovecha la gran plasticidad de los materiales ferrosos y la completa adherencia que se logra entre

ellos cuando después de calentarlos al color blanco soldante (1400 oC), se comprimen fuertemente entre sí.

La soldadura, en un sentido general, consiste en la íntima unión de dos o más piezas caldeadas hasta el estado pastoso y comprimidas, fuertemente, entre sí para que formen una sola pieza.

Con toda propiedad se puede decir, que casi no existe una industria en la actualidad, que no se vea afectada en una u otra forma, por los procesos de la soldadura en sus diversas aplicaciones.

Se distinguen dos clases de soldadura:

- soldadura eléctrica y
- soldadura autógena.

2.6.1. Soldadura eléctrica

La soldadura es un proceso que permite efectuar la unión de piezas metálicas mediante la acción del calor, con o sin empleo de materiales de aporte, de tal manera que en los puntos de unión, se verifique la continuidad entre las piezas citadas.

A continuación se describen, en la tabla IX, los procedimientos empleados para la soldadura eléctrica,

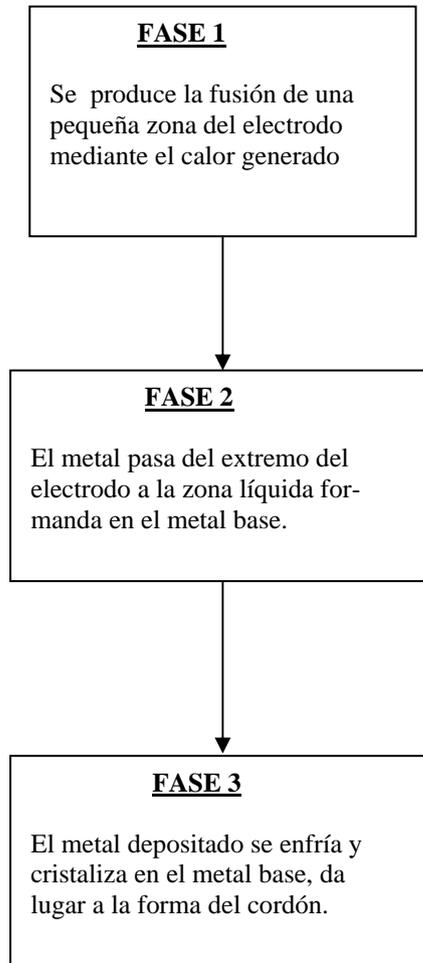
Tabla IX. Procedimientos en soldadura eléctrica

PROCESO	DESCRIPCIÓN
Método de Zerener	Se produce un arco eléctrico entre dos electrodos de carbono, mediante un electroimán se controla el arco adecuadamente.
Método de Bernardos	Se produce un arco eléctrico entre un electrodo y la pieza. Se funden los puntos de contacto y el metal de aporte.
Método de slavinoff	Se usa electrodo de metal. Se establece un arco eléctrico entre el electrodo de metal y el metal base.
Proceso de Alexander o Langmuir	Se realiza en una atmósfera diferente de la del aire ambiente. El arco se establece en una atmósfera de gases del tipo hidrógeno, helio, argón, etc.
Automático por inmersión	Se evita mediante la aglomeración adecuada de un fundente, el contacto del aire con el metal fundido de la soldadura.

Fuente: A. Ruiz Mijares. **Electrosoldadura**. Pág. 22.

A continuación, se ilustra el proceso de la soldadura por arco eléctrico:

Figura 10. Soldadura eléctrica



Ventajas más importantes:

1. El equipo es sumamente sencillo.
2. Su amplio campo de aplicación.
3. El limitado calentamiento de las piezas y, por consiguiente, la eliminación de formaciones peligrosas.
4. La posibilidad de llevar a cabo en frío, soldaduras en conjunto de hierro colado, lo cual no es posible con la soldadura oxiacetilénica.
5. Posibilita el uso de un metal de aportación de una calidad determinada.

Para obtener soldadura de la más alta calidad, es imprescindible depositar el metal por soldar: electrodo, según una serie de cordones o capas superpuestas cuyo espesor no excede de 1/8 de pulgada (3mm.). Son necesarias capas delgadas para que su batido sea efectivo y para asegurar que cada capa normalizada a la adyacente inferior en su total profundidad, no elimine las tensiones residuales, de origen térmico, en el conjunto de la soldadura o estructura.

Los aspectos más importantes que se deben considerar para obtener una soldadura de alta calidad, se detallan a continuación:

- Tipo de la junta, forma de colocar las piezas por soldar.
- Espesor de los materiales por utilizar.
- Posición de la soldadura, forma de aplicar la soldadura.
- Cordones o pasadas, es decir, la cantidad mínima de cordones que se deben utilizar para obtener una buena junta.
- Diámetro del electrodo por utilizar.
- Amperaje del arco que se empleará.
- Voltaje mínimo del arco.
- Velocidad efectiva de la soldadura.

2.6.2. Soldadura autógena

La soldadura con gas es un procedimiento de soldar por fusión en el que el calor necesario procede de una llama de alta temperatura obtenida por la mezcla y combinación de dos gases. Los dos gases se mezclan en proporciones adecuadas en un soplete o dardo de soldar, proyectado y construido en forma que el operador tiene posibilidades de regular por completo la llama a su conveniencia y gusto.

Las mezclas corrientes de gases son el oxígeno y acetileno, el aire y acetileno, el oxígeno e hidrógeno. La mezcla de oxígeno y acetileno es la utilizada casi universalmente y ocupa un lugar prominente en la industria de la soldadura.

La soldadura oxiacetilénica es una forma de soldadura por fusión en la que una llama de oxígeno y acetileno proporciona el calor necesario. Normalmente, en la soldadura por fusión se aporta un metal de relleno, procedente de una varilla de soldar para formar la junta soldada, si bien en algunos casos la soldadura oxiacetilénica se forma fundiendo única y conjuntamente las piezas por soldar, sin la aportación de la varilla. En la soldadura de algunos metales se usa un fundente como medio de separar por flotación, las impurezas y ayudar a obtener una unión satisfactoria.

El procedimiento oxiacetilénico ofrece, por su flexibilidad, una diferencia ventajosa respecto de los restantes procedimientos por fusión. A causa de estar separadas la fuente de calor y el metal por aportar, es decir, la varilla de soldar, se puede aplicar en una técnica operatoria según la cual se manejen; el calor y la varilla son la forma más adecuada para regular el baño fundido y preparar las piezas que se van unir por fusión. La presión de la llama ayuda, por otra parte y de manera considerable, a aquella regulación. Esta flexibilidad debe tomarse muy en cuenta cuando se suelda en algunas posiciones en que, como ocurre en la soldadura de techo deberá evitarse que el metal gotee fuera del lugar deseado.

Otra ventaja de la llama oxiacetilénica se basa en la protección que, contra la acción atmosférica, constituye la capa exterior de aquella llama. El oxígeno que la rodea se consume, como ya se ha expuesto anteriormente, en la etapa de combustión final de la llama.

2.7. Contaminación del medio ambiente

La contaminación en el medio ambiente es producida por residuos, productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, ruidos, etc., que pueden poner en peligro la salud del hombre, la salud y bienestar de las plantas y animales, atacan a distintos materiales, reducen la visibilidad o producen olores desagradables.

Consiste en la impregnación del aire, del agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas. Se produce contaminación del medio ambiente, por diversos factores como las emisiones industriales, incineradoras, motores de combustión interna y otras fuentes. Existe también contaminación del agua de los ríos, los lagos y los mares por residuos domésticos, urbanos, nucleares e industriales.

El nivel de contaminación suele expresarse en términos de concentración atmosférica (microgramos de contaminantes por metro cúbico de aire) o, en el caso de los gases, en partes por millón, es decir, el número de moléculas de contaminantes por millón de moléculas de aire. Muchos contaminantes proceden de fuentes fácilmente identificables; el dióxido de azufre, por ejemplo, procede de las centrales energéticas que queman carbón o petróleo. Otros se forman por la acción de la luz solar sobre materiales reactivos previamente emitidos a la atmósfera (los llamados precursores). Por ejemplo: el ozono, un peligroso contaminante que forma parte del *smog*, se produce por la interacción de hidrocarburos y oxígeno de nitrógeno con la influencia de la luz solar.

La concentración de los contaminantes se reduce al dispersarse éstos en la atmósfera, proceso que depende de factores climatológicos como la temperatura, la velocidad del viento, el movimiento del sistema de altas y bajas presiones y la interacción de éstos con la topografía local, por ejemplo, las montañas y los valles.

La temperatura suele decrecer con la altitud, pero cuando una capa de aire frío se asienta bajo una capa de aire caliente produce una inversión térmica, la mezcla atmosférica se retarda y los contaminantes se acumulan cerca del suelo. Las inversiones pueden ser duraderas en un sistema estacionario de altas presiones unido a una baja velocidad del viento.

Un período de tan sólo tres días de escasa mezcla atmosférica puede llevar a concentraciones elevadas de productos peligrosos en áreas de alta contaminación y, en casos extremos, producir enfermedades e incluso la muerte. Los efectos de la exposición a largo plazo a bajas concentraciones de contaminantes no están bien definidos; no obstante, los grupos de riesgo son los niños, los ancianos, los fumadores, los trabajadores expuestos al contacto con materiales tóxicos y quienes padecen enfermedades pulmonares o cardíacas.

A menudo los primeros efectos perceptibles de la contaminación del medio ambiente son de naturaleza estética y no son necesariamente peligrosos. Estos efectos incluyen la disminución de la visibilidad debido a la presencia de diminutas partículas suspendidas en el aire, y los malos olores, como la pestilencia a huevos podridos por el sulfuro de hidrógeno que emana de las fábricas de papel y celulosa.

La combustión de carbón, petróleo y gasolina es el origen de buena parte de los contaminantes ambientales. Más de un 80% del dióxido de azufre, un 50% de los óxidos de nitrógeno, y de un 30 a un 40% de las partículas en suspensión emitidos a la atmósfera proceden de las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles, las calderas industriales y las calefacciones. Un 80% del monóxido de carbono y un 40% de los óxidos de nitrógeno e hidrocarburos emitidos proceden de la combustión de la gasolina y el gasóleo en los motores de los automóviles y camiones. Otra importante fuente de contaminación son la siderurgia y las acerías, las fundiciones de cinc, plomo y cobre, las incineradoras municipales, las refinerías de petróleo, las fábricas de cemento y las fábricas de ácido nítrico y sulfúrico.

Entre los materiales que participan en un proceso químico o de combustión pueden haber ya contaminantes (como el plomo de la gasolina), o éstos pueden aparecer como resultado del propio proceso. El monóxido de carbono, por ejemplo, es un producto típico de los motores de combustión interna.

Los métodos del control de la contaminación del medio ambiente incluyen la eliminación del producto peligroso antes de su uso, la eliminación del contaminante una vez formado, o la alteración del proceso para que no produzca el contaminante o lo haga en cantidades inapreciables. Las partículas emitidas por las industrias pueden eliminarse por medio de ciclones, precipitadores electrostáticos y filtros. Los gases contaminantes pueden almacenarse en líquidos o sólidos, o incinerarse para producir sustancias inocuas.

2.7.1. Contaminación en el medio ambiente del taller

En una empresa tipo taller, como es el caso de TECNOIN, las fuentes de contaminación más importantes son las debidas a:

- la solución de la atmósfera con la soldadura eléctrica
- las radiaciones del arco eléctrico
- la polución de la atmósfera y la volatización del metal con la soldadura autógena
- el deslumbramiento de la llama oxidante
- el ruido producido por las diferentes máquinas

En la tabla x, se analizará cada una de ellas, haciendo una descripción de la forma en que se producen:

Tabla X. Fuentes de contaminación en el medio ambiente del taller

CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
Solución de la atmósfera	La acción del arco eléctrico sobre los componentes del aire, produce los vapores nitrosos. Existe, además, la volatización de los metales fundidos y de los revestimientos de los electrodos, que forman en la atmósfera gases y humos, los cuales pueden producir perturbaciones en el organismo.
Radiaciones del arco eléctrico	Ejercen una acción nociva sobre los ojos y la piel. Están formados por radiaciones deslumbrantes, rayos infrarrojos y ultravioleta. Las primeras fatigan los ojos y son más temibles porque atacan con lentitud; los rayos ultravioleta provocan la conjuntivitis
Polución de la atmósfera	<p>Se debe a la acción de la llama sobre el oxígeno y el nitrógeno del aire, al revestimiento de las piezas por soldar y a los vapores del metal fundido.</p> <p>La llama oxiacetilénica no da a lugar a gases nocivos. Excepcionalmente con el soplete y en ambientes limitados aparecen trazas de vapores nitrosos.</p> <p>El fenómeno de la volatización del metal, se debe tener en cuenta seriamente en la soldadura de los latones que dan lugar a vapores de óxido de zinc y humos blancos.</p> <p>Así como el revestimiento de las piezas, hierro galvanizado, barnices, grasas, alquitrán, etc., ya que éstas sustancias producen siempre emanaciones irritantes y también nocivas si se emanan cantidades notables de óxido de carbono. Se debe tener especial cuidado cuando se realice soldadura o corte de piezas recubiertas con nimio ya que se corre el riesgo de aspirar óxido de plomo, que puede producir intoxicaciones serias.</p>

Cont. Tabla X

CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
Deslumbramiento de la llama oxidante	La llama oxiacetilénica no emite rayos infrarrojos ó ultravioleta en cantidades notables, pero ocasiona deslumbramiento, por lo cual, es necesario hacer uso de anteojos de protección.
El ruido	Se refiere al ruido producido por las diferentes máquinas, principalmente el compresor, pulidoras, cortadoras de metal, sierras de disco y ciertos trabajos en el torno. Estas actividades generan sonidos molestos que pueden causar efectos fisiológicos nocivos para el personal que trabaja en la empresa, además de sordera.

3. SITUACIÓN ACTUAL

En esta parte del trabajo se detalla la forma en que se encontró la empresa en el momento en que se realizó el presente trabajo. A través del análisis FODA se determinarán las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa, lo que será de gran utilidad para analizar diferentes aspectos de la misma.

Por medio de un diagrama se ilustra la forma en que la maquinaria estaba distribuida, lo que permitirá establecer los problemas que se dan en cuanto a las demoras que se producen debido al transporte de los materiales en los diferentes procesos.

Se realizará un análisis de la forma en que trabaja el departamento de ventas y de cómo se llevan a cabo las mismas.

En cuanto al control de la producción, se determinará la forma en que se realiza, tomando en cuenta: si se verifica un estudio de tiempos, si existe una programación de la producción que se cumpla a cabalidad, si el manejo de materiales se realiza de una forma eficiente y, además, se establecerá si realmente se verifica un control de calidad a lo largo del proceso productivo.

Se analizarán los diagramas de proceso, tanto el de operaciones como el de recorrido, con el propósito de establecer en mejor forma las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación dado, desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado. Al mismo tiempo, se observarán las distancias recorridas en cada una de las operaciones.

Casi en su totalidad, los trabajos que se realizan en la empresa requieren de soldadura, motivo por el cual se verificará la forma en que actualmente se lleva el control de calidad específicamente en la soldadura.

Por último, se analizarán los diferentes tipos de contaminantes que se generan en la empresa al efectuar los distintos procesos productivos, se dará a conocer si se toman las medidas preventivas respectivas para evitar posibles daño entre el personal laborante.

3.1. Análisis FODA de la empresa

Esta técnica fue seleccionada ya que ofrece conformar un cuadro de la situación actual de la empresa, esto permite obtener un diagnóstico preciso que posibilita, en función de ello, tomar decisiones de acuerdo con las necesidades existentes.

- Ventajas:

Las fortalezas y debilidades de la empresa son internas, lo que permite actuar directamente sobre ellas.

- Desventajas:

Las oportunidades y las amenazas de la empresa son externas, por lo que, en general, resulta muy difícil modificarlas.

El procedimiento para realizar el FODA, consiste en la elaboración de un cuadro en el que se indican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la empresa, tal y como se ilustra a continuación en la tabla XI.

Tabla XI. Análisis FODA de la empresa Tecnoin

<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - La empresa se encuentra ubicada en un lugar estratégico de fácil acceso. - Cuenta con clientes tales como: Cementos Progreso S.A., Texaco Guatemala Inc, Avícola Villalobos, La tropical, Laboratorio Laprim, Improalsa. - Cuenta con la maquinaria y equipo necesario para realizar los trabajos que son requeridos. - El personal es calificado, ya que cuenta con mucha experiencia y estudios técnicos. - El elemento humano ha demostrado ser de muy buenos hábitos y costumbres. - La capacidad instalada de la empresa, asegura el crecimiento de la misma. 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los clientes actuales dan muy buenas referencias de la empresa. - Los clientes potenciales de la empresa son, tanto empresas pequeñas, como medianas y grandes. - La imagen de la empresa es buena en el medio industrial. - Cuenta con crédito con empresas tales como: Metales industriales, Tecnofijaciones, Multiperfiles, Aceros Suecos, Provetsa.
<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - No existe una política de ventas adecuada. - La empresa se encuentra desorganizada. - No existe una planificación en la producción. - No existe una programación en la producción. - El manejo de materiales es deficiente. - El control de calidad no se verifica durante el proceso. 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de clientes actuales y potenciales. - Los procesos productivos de la empresa generan contaminación en el medio ambiente. - Baja en las ventas. - Disminución en la demanda de los servicios y productos que ofrece la empresa.

3.2. Distribución de la maquinaria

A continuación se hace una descripción de los principales problemas encontrados en la actual distribución:

El principal problema encontrado en la actual distribución, es el desorden generalizado que prevalece en todas las áreas. En diferentes sectores de la empresa se encuentra con facilidad chatarra, que se ha ido acumulando proveniente de los distintos trabajos que se han ejecutado. La chatarra genera serios problemas en el transporte de los materiales de un área a otra, ya que es común encontrarla en medio del camino.

La materia prima es colocada indiferentemente en cualquier lugar obstaculizando el libre paso, lo que ocasiona graves problemas en el transporte.

La cizalla se encuentra en un lugar en el que obstruye el libre paso de los materiales que ingresan, ya que está colocada cerca de la entrada principal.

El barreno se encuentra situado en el área de tornos, lo que provoca serios problemas cuando se trabajan piezas largas que, en algunos casos, topan con la fresadora, esto trae como consecuencia que el trabajo ahí efectuado se retrase.

El área de tornos no cuenta con un banco de trabajo y prensa, lo que provoca que el operario tenga que recorrer grandes distancias para efectuar trabajos requeridos en los mismos, con la consecuente pérdida de tiempo.

El área de producto terminado se encuentra justamente en medio del área de producción, esto genera congestionamiento, además de dificultar el despacho del mismo.

La troqueladora está situada en un lugar en que obstruye el paso, además que el producto que se fabrica en la misma es colocado cerca de ella, esto produce congestión.

No se cuenta con un área de pintura y acabados, ya que los trabajos son pintados cerca del área de ensamble y producto terminado, lo que genera contaminación en todo el taller ya que, prácticamente, se pinta al aire libre.

No existe un área en que los trabajadores de la empresa se puedan cambiar y guardar sus pertenencias, esto ocasiona que en toda la planta se observe ropa y pertenencias personales cerca de las máquinas.

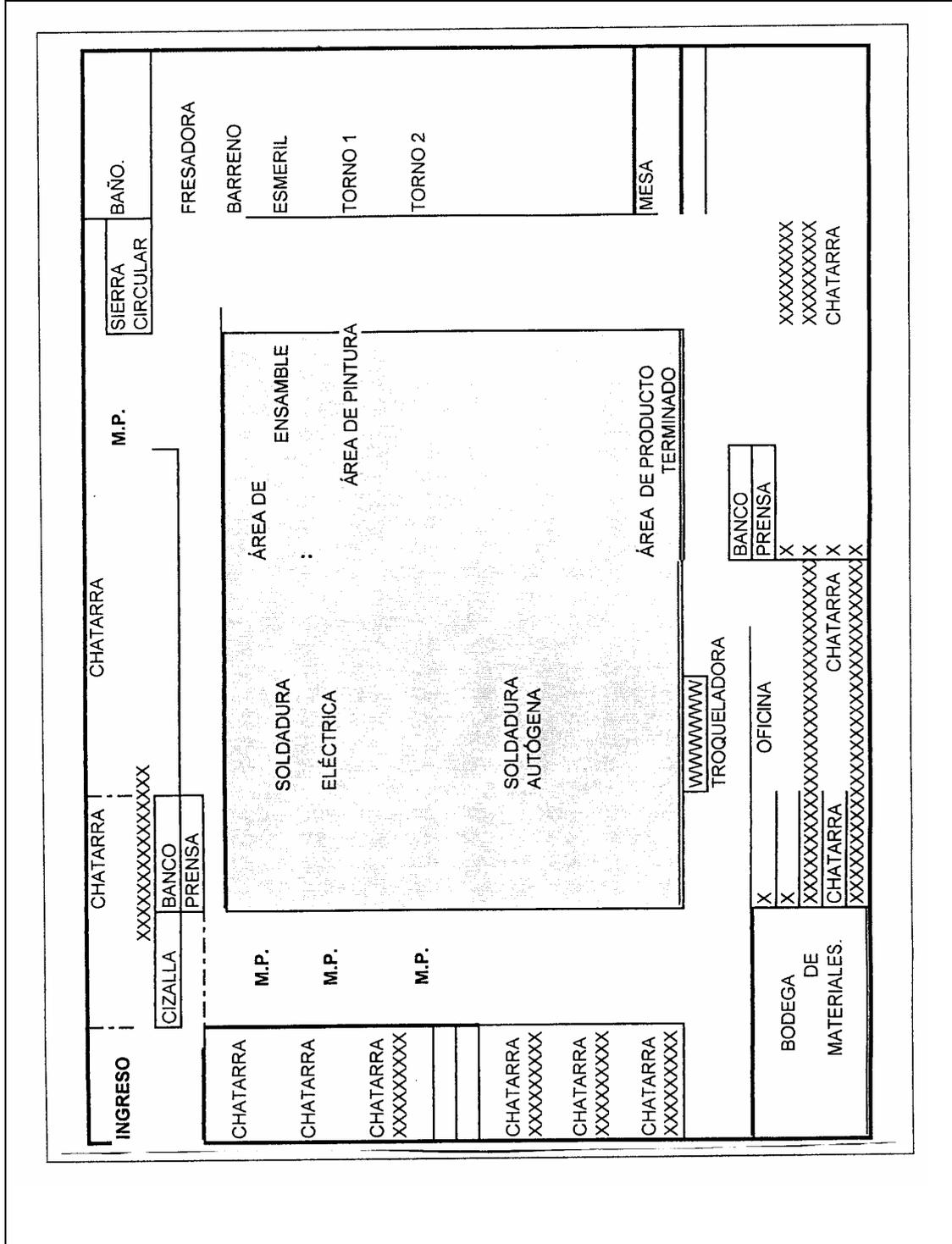
No se cuenta con una oficina en la que el personal administrativo pueda realizar su trabajo, sin tener que estar en contacto con ruido, polvo, humo, pintura y destellos luminosos originados por la soldadura. En la actualidad lo único que existe es una mesa de dibujo en el área de producción.

La sierra circular se encuentra en un lugar que obstruye el libre paso al baño y al área de tornos, ya que al cortar piezas principalmente grandes se obstruye el camino, además que el material por cortar y las piezas ya cortadas, provocan congestión en el área, ya que se colocan cerca de la sierra.

El baño se encuentra ubicado en un lugar de difícil acceso, ya que el personal que desea hacer uso del mismo debe atravesar el área de producción, librando una gran cantidad de obstáculos.

A continuación, en la figura 11, se presenta un diagrama en el que se ilustra la forma en que se encontró distribuida la maquinaria. En el se podrán observar los problemas descritos y se comprenderá de una forma clara las consecuencias que trae consigo la mala distribución.

Figura 11. Distribución actual de la empresa



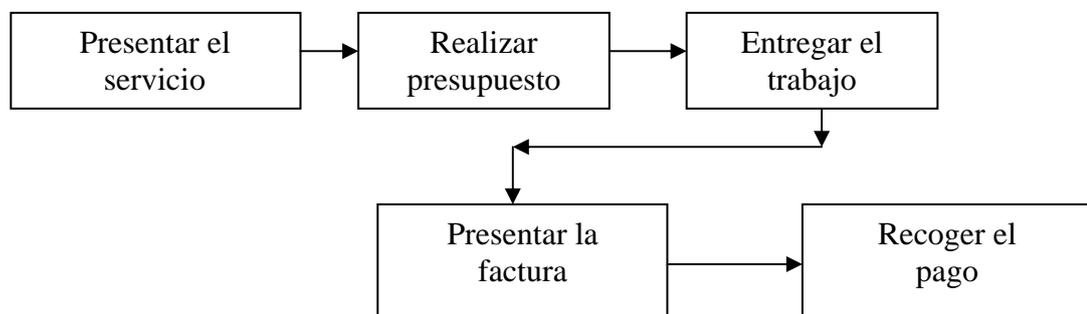
3.3. Ventas

No existe una política definida de ventas en la empresa, no existe un formato para llevar el control de las existencias, no se cuenta con una cartera de clientes. El Gerente General, dentro de las múltiples funciones que desempeña, también lleva a cabo la labor de ventas; esto ocasiona que en muchos casos, debido a lo limitado del tiempo del Gerente no pueda acudir a las citas que ha concertado con clientes actuales o con algún eventual cliente nuevo, lo que trae como consecuencia la pérdida de un trabajo potencial para la empresa. Es decir, no existe un crecimiento de la empresa, ya que las ventas se limitan casi exclusivamente a las que se realizan con los clientes actuales, lo que disminuye, las posibilidades de captar nuevos trabajos que garanticen la expansión de la misma.

El proceso de la venta se realiza en forma incompleta, ya que no se desarrolla el procedimiento que fue ilustrado en la figura 9.

A continuación, se ilustra en la figura 12 el flujograma del procedimiento actual de la venta en la empresa.

Figura 12. Diagrama de bloques actual de la venta en la empresa Tecnoin



3.4. Control de la producción

Se analizarán el estudio de tiempos, la programación de la producción, el manejo de materiales y el control de calidad, existentes en la empresa.

3.4.1. Estudio de tiempos

No existe ningún tipo de registro relacionado con los tiempos empleados en los diferentes procesos de fabricación.

No se cuenta con ningún estudio de tiempos que permita establecer con certeza el tiempo total que se empleará para realizar un determinado trabajo lo que, a su vez, dificulta el cálculo del costo de producción.

A continuación se muestra, en la figura 13 y 14 el estudio de tiempos y el análisis de tiempos perdidos para la fabricación de 12 agujas para la peinadora de Cementos Progreso. Para cronometrar los tiempos respectivos fue necesaria la creación de los formatos utilizados.

a) registro de tiempos cronometrados (tcn)

Comprende la tabulación de las diez mediciones que se efectuaron para cada una de las operaciones del proceso. Además, se incluye el tiempo promedio (**tc**), para cada una de las operaciones.

b) tiempo normal (tn)

Se obtiene de la siguiente fórmula:

$$tn = tc * \% \text{ de calificación.}$$

El valor del porcentaje de calificación se obtiene de la tabla III, debido a que el operario realiza el trabajo en una forma normal se toma como porcentaje de calificación un valor de 1.05

c) tiempo estándar (ts)

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$ts = tn * (1 + \% \text{ de concesiones})$$

El valor del porcentaje de concesiones es un valor que varía entre 12% - 25%. En el actual proceso es exagerado y tiene un valor de 0.30

d) productividad

Este valor se toma como la productividad de cada operación y corresponde a la cantidad de piezas / hora para cada operación.

e) eficiencia

Se obtiene al dividir el tiempo improductivo entre el tiempo productivo.

Como ejemplo se efectúan los cálculos para la operación de cortar “A”, para el proceso de fabricación de agujas.

$$tc = 22 + 26 + 20 + 25 + 23 + 22 + 28 + 26 + 24 / 10 =$$

$$tc = 24.4$$

$$tn = 24.4 * 1.05$$

$$tn = 25.62$$

$$ts = 25.62 * (1 + 0.30)$$

$$ts = 33.30$$

Del análisis de tiempos perdidos, se observa que en un día de trabajo de 8 horas se perdieron un total de 2 horas con 25 minutos, en actividades que no son de producción lo que representa un 30.21% de tiempo perdido, se obtuvo un tiempo neto real o productivo de 5 horas con 35 minutos.

En consecuencia, se está empleando una cantidad de tiempo exagerada en actividades que no son de producción, debido a la forma en que, en general, se realiza el proceso de producción en la actualidad. (Ver figura 14).

Productividad = piezas/hora (operación de cortar)

Se tiene que $t_s = 33.30$, entonces

Productividad = $60 / 33.30$

Productividad = 1.8 Piezas /hora.

Eficiencia = tiempo improductivo / tiempo productivo.

Eficiencia = $2.42 / 8 * 100$

Eficiencia = 30%.

De igual forma se calculan todos los tiempos para el resto de operaciones efectuadas en el proceso de fabricación de agujas, así como la productividad y eficiencia del proceso.

Se observa, principalmente, deficiencia en las operaciones de roscar y machuelar. Son al mismo tiempo, las operaciones más críticas del proceso y en las que se produce cuello de botella.

En la figura 13, se aprecian todos los resultados ya tabulados para cada una de las operaciones. En la figura 14 se observa el análisis del tiempo perdido o el porcentaje de concesiones.

Figura 13. Estudio de tiempos (situación actual)

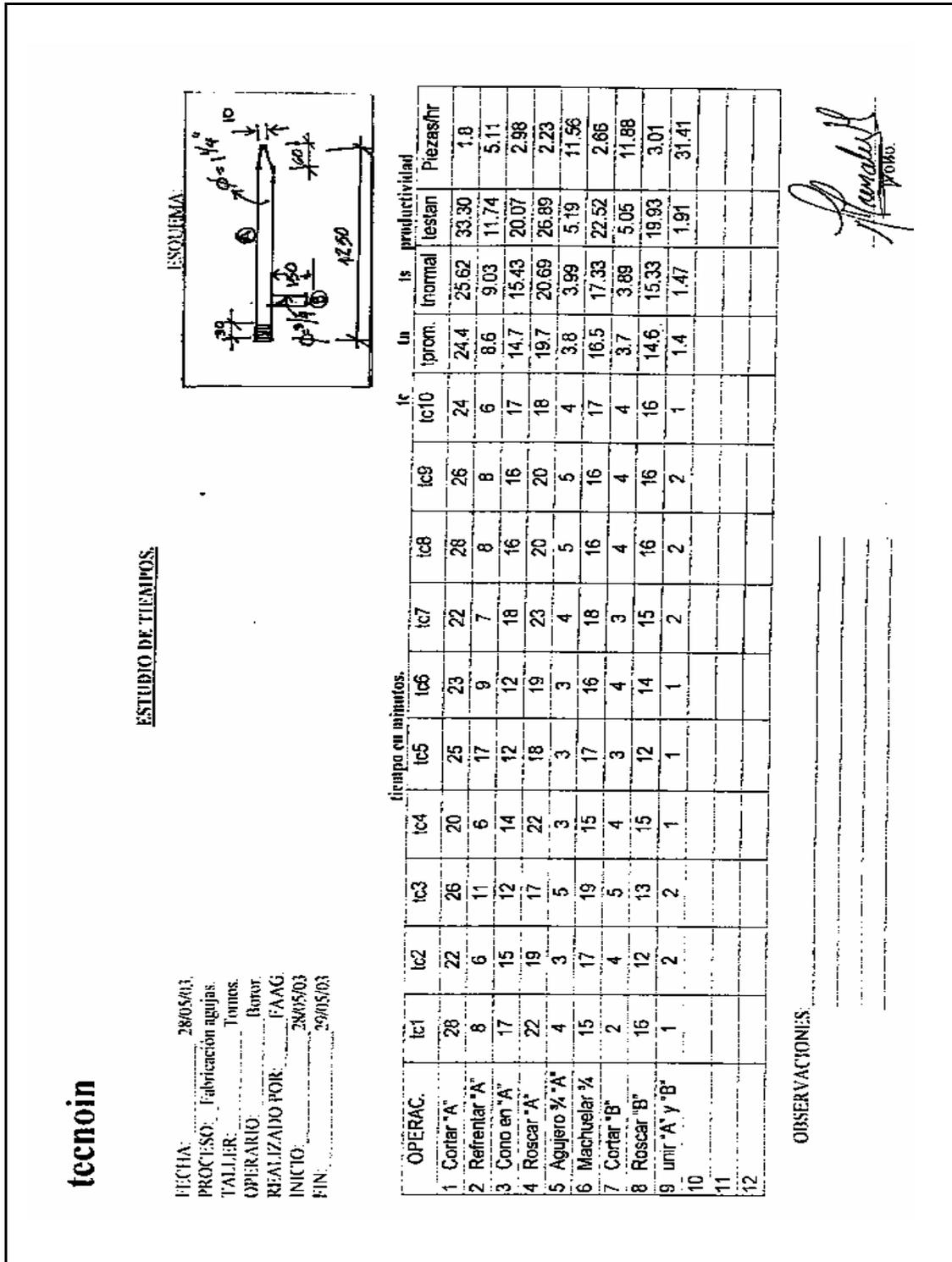


Figura 14. Análisis de tiempos perdidos. (situación actual)

Tecnoin

ANÁLISIS DE TIEMPOS PERDIDOS.

FECHA: _____ 28/05/03 TALLER: _____ Tornos.
PROCESO: ___ Fab. Agujas. OPERARIO: _____ Borror.
REALIZADO POR: ___ FAAG.

- 1.- Comenzar a trabajar después de la hora _____
- 2.- Dejar de trabajar antes de la hora _____
- 3.- Hablar con el supervisor: _____ 35
- 4.- Hablar con otras personas: _____
- 5.- Buscar herramientas: _____ 15
- 6.- Buscar planos o dibujos: _____
- 7.- Rehacer el trabajo por fallas del operario: _____
- 8.- Rehacer el trabajo por fallas de la máquina u otro equipo: 25
- 9.- Esperar pasivamente instrucciones: _____
- 10.- Abandonar el puesto de trabajo para ir al baño _____ 20
- 11.- Mantenimiento de la maquinaria y equipo: _____ 25
- 12.- Lubricar la maquinaria: _____
- 13.- Limpiar el área de trabajo: _____ 15
- 14.- Falta de materia prima: _____ 10
- 15.- Tiempo perdido en el desarrollo del método: _____

Total de tiempo perdido: _____ 145 min.
(Concesiones) % de tiempo perdido: _____ 30.21
Tiempo neto real o productivo: ___ 5h,35min

OBSERVACIONES: _____


VBB

3.4.2. Programación de la producción

La forma en que actualmente se trabaja es la siguiente: los trabajos llegan al taller y son asignados de igual forma, sin tener en cuenta ningún orden y sin darles ninguna prioridad, además de no establecer un tiempo de fabricación definido. Simplemente, se entrega un papel al operario con las indicaciones del trabajo que se desea realizar.

Todo esto produce un desorden generalizado en la empresa ya que en cuanto se hace un trabajo se hace otro, se tiene como única prioridad, el momento en que un trabajo se convierte en urgente y debe ser entregado. Otro grave inconveniente es el hecho de que no existe un registro de los trabajos que se han realizado, ya que el papel que se entrega al operario con regularidad se extravía, de tal forma que la información que se da se pierde por no contar con un documento formal para efectuar el trabajo (orden de trabajo).

3.4.3. Manejo de materiales

No se mantiene una reserva de materiales ni de materia prima, se prefiere pedirlos según sean requeridos los trabajos ya autorizados. El no contar con una reserva en bodega, al menos de los materiales de más uso, ocasiona graves problemas y demoras en la producción.

Por consiguiente, no existe un control de las existencias de los materiales ni de la materia prima. Por ejemplo, si al momento de realizar un trabajo no se cuenta con materiales como electrodos, lija, sierra, etc., esto producirá una demora innecesaria, ya que éstos deberán irse a comprar. Mucha de la materia prima que se utiliza es adquirida con distribuidores locales, por lo que se dependerá del momento en que sea despachada para iniciar el trabajo ya aprobado.

3.4.4. Control de calidad

A lo largo del proceso productivo no se verifica un estricto control de calidad, únicamente en el momento en que un trabajo se encuentra ya terminado se realiza un control de la calidad o revisión final. El problema de hacerlo de esta manera es que en muchos casos, hasta en este momento salen a relucir los defectos e inconformidades del diseño con respecto a lo requerido por el cliente. Esto ocasiona la pérdida irremediable de materia prima y materiales, así como del tiempo empleado en el proceso de fabricación, ya que se tendrá que realizar de nuevo el trabajo lo cual incrementa sus costos de producción.

Suele suceder con mucha frecuencia que los defectos no son detectados en la empresa, lo que origina un reclamo por parte del cliente, a continuación se muestra en la tabla XII, el historial de reclamos durante los meses de abril, mayo, junio y julio de 2003 ocurridos en la empresa Tecnoin.

Tabla XII. Historial de reclamos durante los meses de abril, mayo, junio y julio de 2003, en Tecnoin

FECHA	CLIENTE	TRABAJO	DEFECTO
08/04/03.	Texaco Guate. Inc.	Engranajes de 40 dientes.	Ajuste.
10/04/03.	Texaco Guate. Inc.	Ejes de 12 mm.	Ajuste.
24/04/03.	Cantonesa.	Mueble de acero inox.	Soldadura.
29/04/03.	Cementos Progreso.	Puerta de 1.20 x 2.40 mts.	Medidas.
30/04/03.	La tropical.	Escalera con baranda.	Medidas.
02/05/03.	Avícola Villalobos.	Bushin.	Mal ajuste.
12/05/03.	Cementos Progreso.	Válvulas.	Pintura.
16/05/03.	Cementos Progreso.	Plataforma.	Fuera de escuadra.

Cont. Tabla XII

FECHA	CLIENTE	TRABAJO	DEFECTO
19/05/03.	Fuller.	Polea.	Medidas.
21/05/03.	Cementos Progreso.	Joists.	Desnivelados.
28/05/03.	Texaco.	Tornillos.	Mala Rosca.
04/06/03.	Avícola Villalobos.	Rodos.	Medidas.
09/06/03.	Cementos Progreso.	Agujas.	Mala soldadura.
23/06/03.	Cantonesa.	Balcones.	Chispa.
25/06/03.	Cementos Progreso.	Baranda.	Sin pulir.
14/07/03.	Avícola Villalobos.	Tuerca 15.	Mal acabado.
15/07/03.	Cementos Progreso.	Bases lámparas.	Chispa.
17/07/03.	La Tropical.	Guarda cadena.	Medidas.

3.5. Diagramas del proceso

Como consecuencia de la falta de un estudio de tiempos se deriva la imposibilidad de efectuar diagramas de operaciones y de recorrido. Ya que es necesario tener una secuencia cronológica de todas las operaciones. Además, es necesario contar con información adicional como las inspecciones realizadas, márgenes de tiempo y materiales por utilizar en un proceso de producción dado. Actualmente se desconoce mucha de esta información, lo que imposibilita realizar dichos diagramas.

3.5.1. Diagrama de operaciones

En la figura 15, aparece el diagrama de operaciones correspondiente a la fabricación de 12 agujas para la peinadora de Cementos Progreso, se analiza la situación actual del proceso de producción.

3.5.2 Diagrama de recorrido

Al tomar en cuenta la distribución actual de la empresa, figura 11, se realizó el diagrama de recorrido para la fabricación de una escalera de 2.10 metros de alto, con un ancho de 0.60 metros, construida con tubo proceso de 1”, requerida por la empresa “Cementos Progreso”. La secuencia de actividades con sus respectivos tiempos y distancias se describe a continuación en la tabla XIII:

Tabla XIII. Secuencia de actividades en la fabricación de una escalera (actual)

Actividad	Tiempo (min.)	Distancia (mts.)
Descargar en área de M.P	5	-
Transportar de banco a prensa	5	5
Cortar parales y peldaños	15	-
Transportar al área de ensamble	4	6
Soldar	10	4
Pulir	5	-
Revisar	5	2
Transportas a área de pintura y acabados	3	4
Pintar	10	-
Revisar	5	-
Transportar a área P.T.	5	4.5
TOTAL	72	25.5

En la figura 16, se ilustra el diagrama respectivo.

Figura 15. Diagrama de operaciones actual para la fabricación de agujas

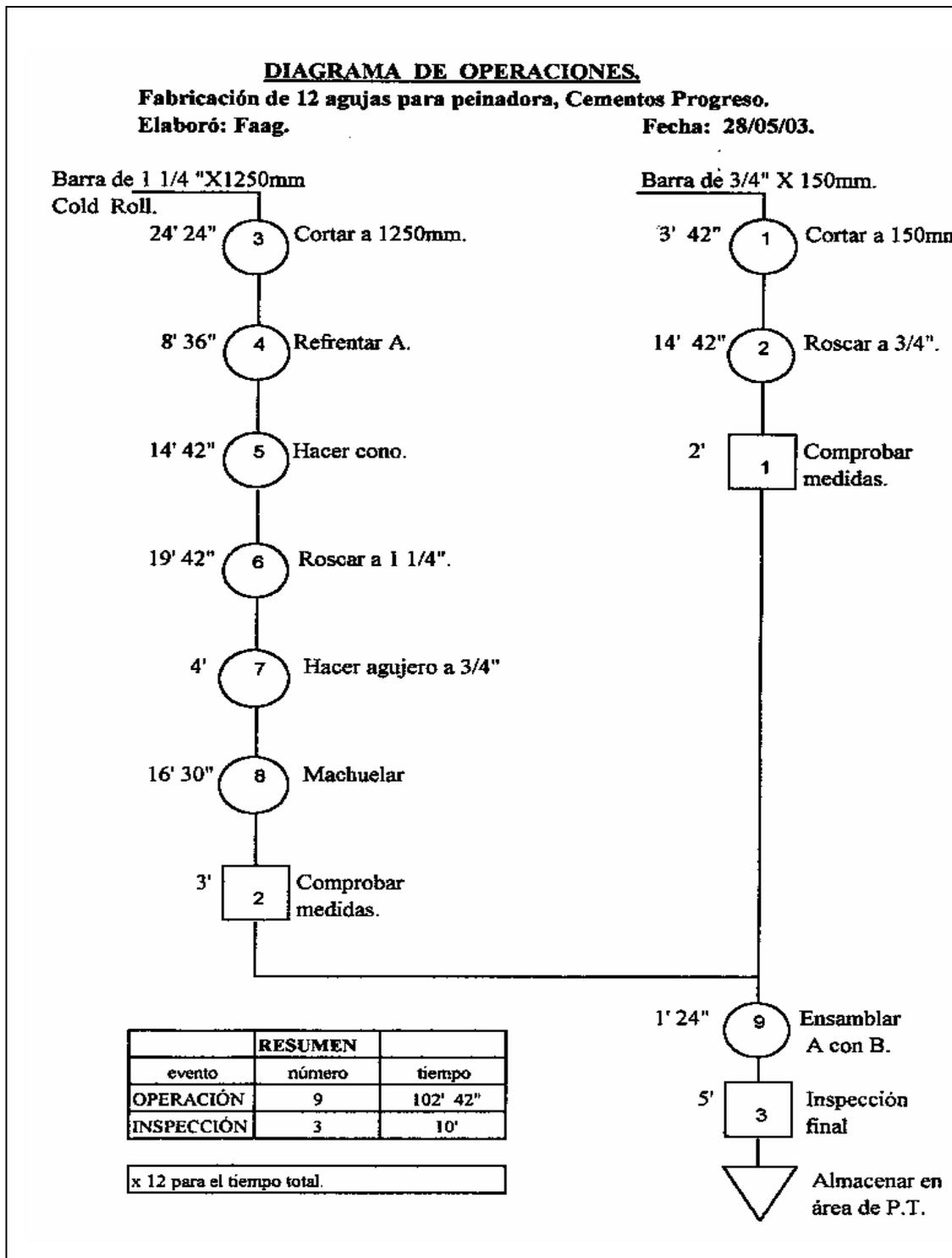
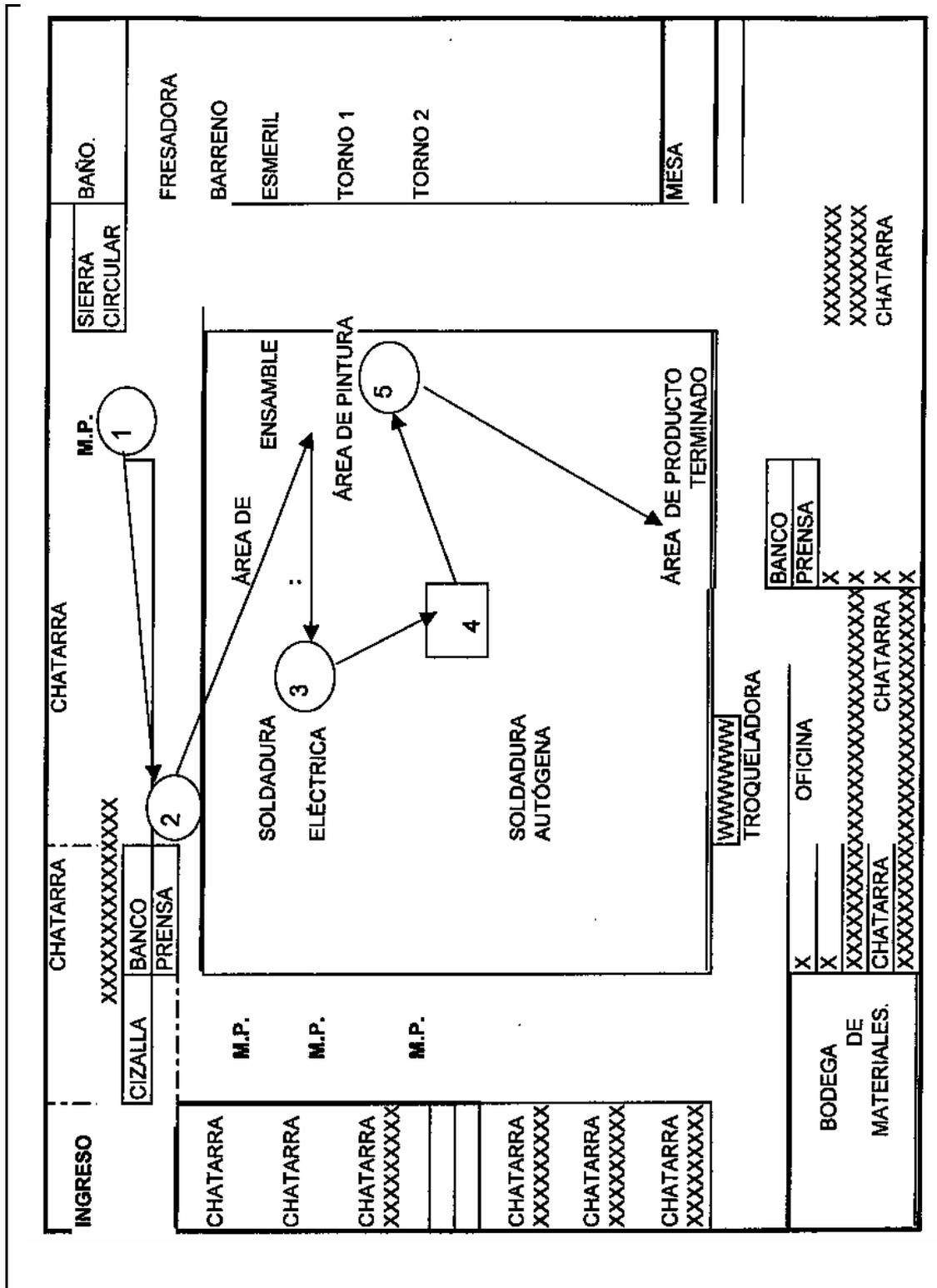


Figura 16. Diagrama de recorrido para la fabricación de una escalera (actual)



3.6. Control de calidad en la soldadura

Actualmente no se lleva un control de calidad en la soldadura a lo largo del proceso de fabricación. Lo único que se hace es una revisión final al trabajo ya terminado, pero sin hacer mayor énfasis en la soldadura; esto, además de traer consecuencias en la calidad de la soldadura, puede ocasionar problemas en cuanto a las propiedades de la soldadura que debe tener el trabajo ya terminado.

No se toman en cuenta los diversos factores que influyen en la calidad de la soldadura como lo son la selección correcta del tipo de material utilizado, tipo de electrodo, diseño de las juntas, longitud de arco, velocidad de avance, etc.

3.7. Contaminación del medio ambiente en el taller

Las principales fuentes de contaminación que se observan en la empresa son las producidas por la solución de la atmósfera con la soldadura eléctrica, las radiaciones del arco eléctrico, la polución de la atmósfera, la volatización del metal con la soldadura autógena, el deslumbramiento de la llama oxidante y el ruido producido por las diferentes máquinas.

4. PROPUESTAS E IMPLEMENTACIONES

4.1. Distribución de la maquinaria

Para la nueva distribución de la maquinaria se utilizará una combinación de la distribución por producto y la distribución por proceso.

En lo que respecta a los trabajos que se realizan en el taller de estructuras se usará la distribución por producto, ya que las operaciones se efectúan en línea, es decir, una después de la otra.

Para el taller de metal-mecánica se utilizará una distribución por proceso, ya que se hará un agrupamiento de máquinas similares. Se colocarán los tornos en un área, la fresadora, el barreno, la troqueladora, etc., en sus áreas respectivas. En consecuencia, se tendrán una serie de regresos constantes de los trabajos que requieren una serie de operaciones en varias máquinas.

Para la nueva distribución se tomarán en cuenta los factores por considerar para el diseño, descritos en la sección 2.1.1

Se hizo un estudio especial en cuanto a la distribución actual, se analizaron los problemas que se presentan, con el propósito de encontrar las soluciones y realizar las modificaciones que se requieran.

Como primera medida se deberá colocar la chatarra (desperdicio de metal de los diferentes trabajos realizados) en una sola área, esto contribuirá en gran parte a que se mantenga el orden y la limpieza en la empresa. Por consiguiente, el transporte de los materiales de un área a otra se verá beneficiado al encontrarse el camino expedito.

De igual forma, la materia prima deberá ser colocada en una sola área, para evitar que estorbe el libre paso de los materiales a lo largo del proceso y, además, se colocará en un lugar estratégico, de tal forma que la materia prima sea de fácil acceso.

La cizalla se debe cambiar de lugar para evitar que obstruya el ingreso de la materia prima.

El barreno debe ser trasladado a un lugar en el que no interrumpa el trabajo de las demás máquinas, principalmente, cuando se trabajen piezas largas.

La troqueladora será colocada en un lugar en que no obstaculice el paso, tomando en cuenta que el producto que se obtenga de la misma no genere congestión en el área de producción.

La sierra debe situarse en un lugar en que no dificulte el transporte de los materiales que circulan cerca de ella, además, se tomará en cuenta que las piezas por cortar y las ya cortadas no obstaculicen el camino.

Se deberá colocar un banco con una prensa cerca del área de tornos, para evitar que el operario tenga que caminar grandes distancias para efectuar los trabajos que necesite realizar en los mismos.

Se debe asignar un lugar específico al área de pintura y acabados, para evitar que la pintura contamine al producto que se encuentra en producción y al taller en general, además, deberá situarse cerca del área de producto terminado para que, de esta manera, el transporte sea mínimo.

El área de producto terminado deberá colocarse en un lugar en que se facilite el despacho del mismo, se ha de evitar el congestionamiento que se genera al encontrarse en medio del área de producción.

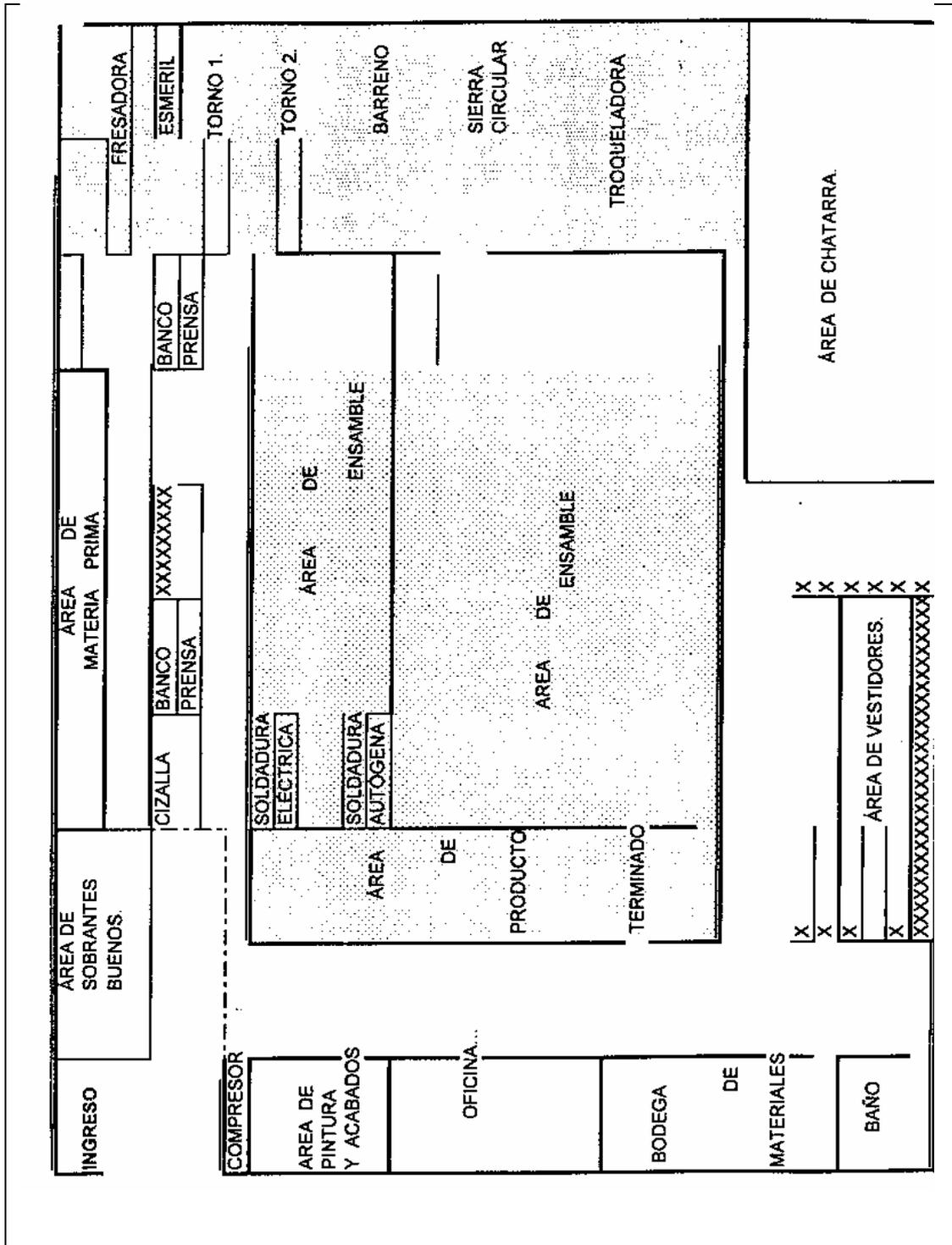
El baño será trasladado a un lugar de fácil acceso, de esta manera se evita que el personal tenga que atravesar toda el área de producción para llegar al mismo.

Se deberá crear un área de vestidores en donde los trabajadores de la empresa se puedan cambiar y guardar sus pertenencias personales, para evitar que las mismas se encuentren por todas partes dentro del área de producción en lugares cercanos a las máquinas; dicha área se localizará cercana al baño, lo que facilitará que los trabajadores después de bañarse puedan cambiarse sin dificultad.

Es necesario que exista un área para la oficina, en donde el personal administrativo pueda realizar su trabajo sin tener que estar en contacto directo con el ruido, polvo, humo, pintura y destellos luminosos originados por la soldadura.

A continuación, en la figura 17, se presenta un diagrama en el que se ilustra la forma en que se propone la nueva distribución de la empresa, en el se podrá observar la nueva ubicación de la maquinaria y las áreas descritas anteriormente.

Figura 17. Distribución propuesta de la empresa



4.2. Estudio de tiempos

Al realizar el estudio de tiempos se pretende aumentar la productividad, la confiabilidad del producto y reducir el costo por unidad, así se permite que se logre la mayor productividad que sea posible con los recursos existentes.

Luego de tomar como base el estudio de tiempos realizado en el análisis de la situación actual para el proceso de fabricación de agujas, descrito en la sección 3.4.1, se hará una serie de propuestas con el propósito de mejorar el tiempo estándar, la productividad y la eficiencia, las cuales se enumeran a continuación:

- a) Efectuar un servicio de mantenimiento preventivo al torno, por lo menos una vez al mes, con el fin de que se encuentre en óptimas condiciones de trabajo, y se evite las demoras por fallas en la maquinaria.
- b) Mantener, por lo menos, dos juegos de porta-útiles (herramientas de corte, buriles), así como de machuelos para que las distintas operaciones que se realicen en el torno se desarrollen de la mejor forma posible.
- c) Con el propósito de reducir el tiempo improductivo y, de esta forma bajar el porcentaje de concesiones, se deberá de:
 - Utilizar el formato de orden de trabajo (figura 19), para brindar al operario toda la información que requiere para efectuar el trabajo, a fin de evitar las constantes consultas al supervisor.
 - Obtener con anticipación todos los materiales que serán utilizados en un trabajo para evitar las demoras por falta de material.
 - Mantener en perfecto orden la herramienta y porta-útiles para evitar las demoras por buscar herramienta.

4.2.1. Registro de la información

Después de implementar las anteriores propuestas, se obtuvieron los resultados que aparecen en las figuras 18 y 19, los cálculos se realizaron luego de aplicar las mismas fórmulas que aparecen en la sección 3.4.1.

Como se puede observar, el tiempo promedio, el tiempo normal y el tiempo estándar mejoraron para todas las operaciones. El porcentaje en que aumentó la productividad entre la situación actual y la propuesta por operación, se resume en la tabla XIV.

Tabla XIV. Aumento en la productividad entre la situación actual y la propuesta

OPERACIÓN	PRODUCTIVIDAD ACTUAL (Piezas/hr)	PRODUCTIVIDAD PROPUESTA (Piezas/hr)	AUMENTO EN porcentaje
1 Cortar "A"	1.8	2.20	0.82
2 Refrentar "A"	5.11	7.05	0.73
3 Cono en "A"	2.98	4.32	0.69
4 Roscar "A"	2.23	2.75	0.81
5 Agujero $\frac{3}{4}$ "A"	11.56	15.38	0.75
6 Machuelar $\frac{3}{4}$	2.66	3.49	0.76
7 Cortar "B"	11.88	16.39	0.73
8 Roscar "B"	3.01	4.06	0.74
9 Unir "A" y "B"	31.41	42.25	0.74

La eficiencia del proceso (ver figura 18), mejoró en una razón igual al cociente entre el tiempo productivo actual y el tiempo productivo propuesto, es decir,

$$e = 5.55 / 7 * 100$$

$$e = 80\%.$$

Figura 18. Estudio de tiempos (situación propuesta)

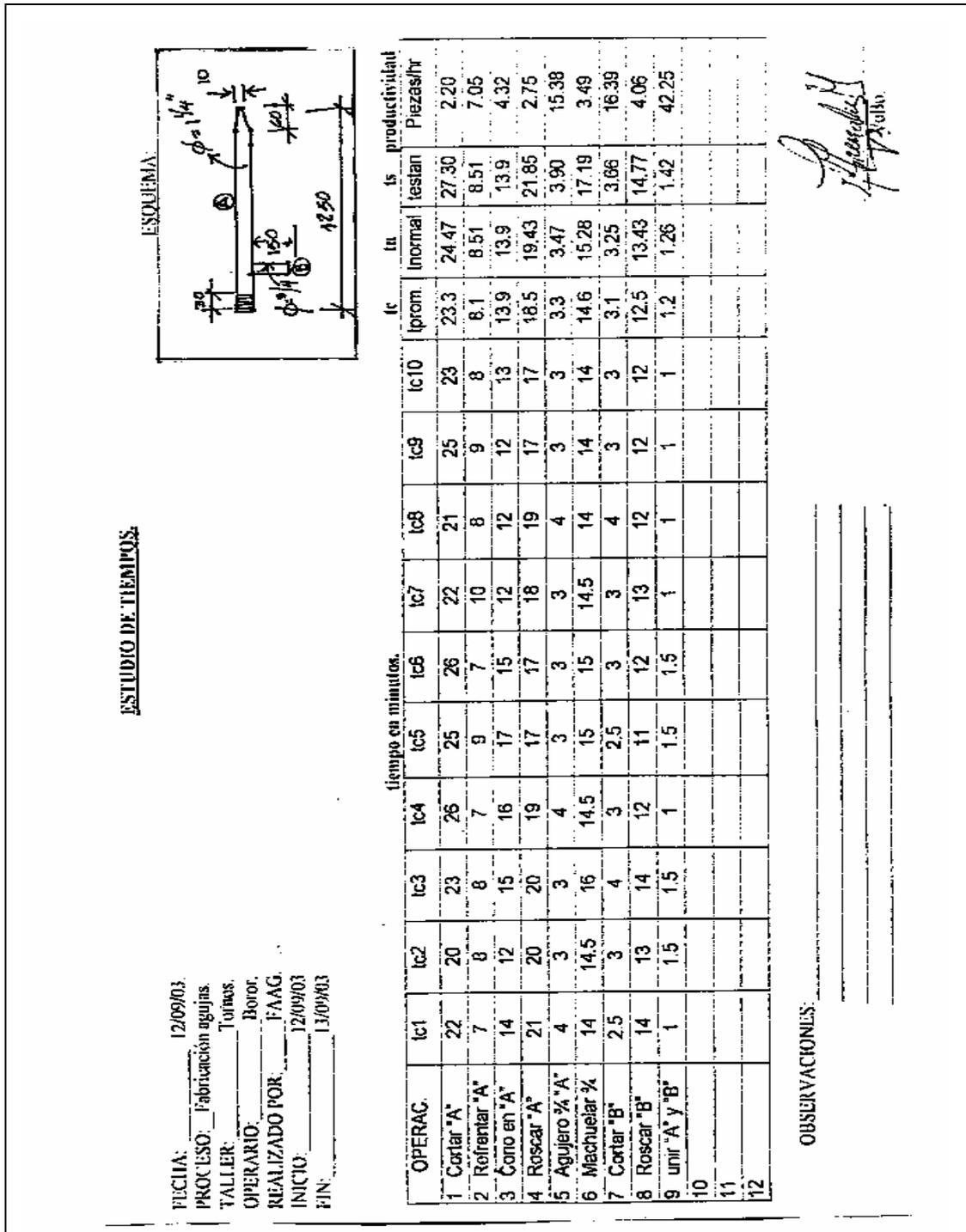


Figura 19. Análisis de tiempos perdidos (situación propuesta)

Tecnoin

ANÁLISIS DE TIEMPOS PERDIDOS.

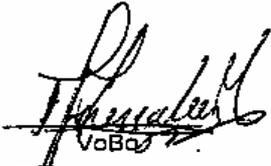
FECHA: _____ 12/09/03
PROCESO: ___Fab. Agujas.
REALIZADO POR: _FAAG.

TALLER: ___Tornos.
OPERARIO: ___Boror.

- 1.- Comenzar a trabajar después de la hora _____
- 2.- Dejar de trabajar antes de la hora _____
- 3.- Hablar con el supervisor: _____ 10
- 4.- Hablar con otras personas: _____
- 5.- Buscar herramientas: _____ 5
- 6.- Buscar planos o dibujos: _____
- 7.- Rehacer el trabajo por fallas del operario: _____
- 8.- Rehacer el trabajo por fallas de la máquina u otro equipo: _____
- 9.- Esperar pasivamente instrucciones: _____
- 10.- Abandonar el puesto de trabajo para ir al baño _____ 20
- 11.- Mantenimiento de la maquinaria y equipo: _____ 10
- 12.- Lubricar la maquinaria: _____
- 13.- Limpiar el área de trabajo: _____ 15
- 14.- Falta de materia prima: _____
- 15.- Tiempo perdido en el desarrollo del método: _____

Total de tiempo perdido: _____ 60 min.
(Concesiones) % de tiempo perdido: _____ 12.50
Tiempo neto real o productivo: _____ 7h.

OBSERVACIONES: _____


VoBo

4.3. Orden de trabajo

Este formato tiene la finalidad de brindar al operario toda la información que requiere para efectuar el trabajo que se le asigna. Además de llevar un número correlativo y la fecha de emisión, contiene los datos generales de la empresa que solicita el mismo, como son el nombre, la dirección y el teléfono.

Se detalla el trabajo por realizar con una descripción de los requerimientos y especificaciones dadas por el cliente, además, se coloca un esquema o dibujo en donde se ilustrarán de una forma clara las diferentes medidas que lo integran.

Los materiales por utilizar se describen de una manera precisa, ya que esta información será de gran utilidad para el control de existencias de materia prima en producción y el control de existencias en bodega de producción.

Como información adicional se coloca el departamento a que se asignó el trabajo, el nombre del encargado y el tiempo de entrega; seguido de la firma del encargado del departamento y la del supervisor.

Es importante que se especifique el tiempo de entrega y, más aún, que se cumpla, ya que en el momento en que se realiza la programación de la producción es este dato el que se utiliza para programar el trabajo, además que la empresa debe cumplir con el tiempo de entrega al que se comprometió con el cliente.

A continuación se muestra, en la figura 20, el formato utilizado en la elaboración de la orden de trabajo, además, se incluye la forma en que es utilizado.

Figura 20. Orden de trabajo

tecnoin

47 calle 16-47 zona 12.

tel: 479-4046.

nit: 484765-2

132.

FECHA: 25/11/03.

ORDEN DE TRABAJO.

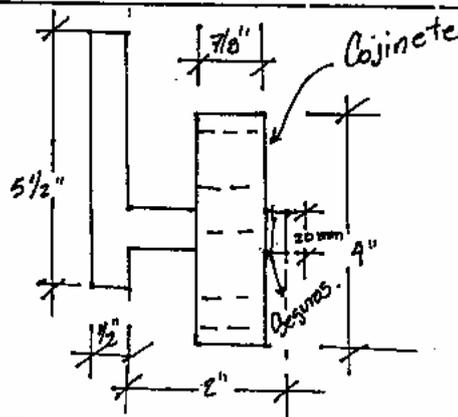
EMPRESA: "LA TROPICAL".

DIRECCION:

TELEFONO:

TRABAJO POR REALIZAR

DESCRIPCION: fabricar 4 Rodos cargadores



MATERIALES POR UTILIZAR

- 4 Cajinetes de 3/4" x 58 mm.
- 4 ejes $\phi = 20\text{mm}$ x $l = 2"$ (Cold Roll).
- 4 bases $e = 1/2"$ $h = 1/2"$ (Cold Roll).
- 8 Seguros $\phi = 20\text{mm}$; 4 Castigadores de $1/4 \times 1/4"$.

DEPARTAMENTO: Tornos.

TIEMPO DE ENTREGA:

ENCARGADO:

[Signature]
FIRMA DE ENCARGADO.

[Signature]
VdB

OBSERVACIONES:

4.4. Programación de la producción por orden

Con la ayuda de un programa de Project versión 4.1 de Microsoft se procederá a efectuar la programación de la producción por orden. Se toman como punto de partida las órdenes de trabajo que se incrementaron para poder fabricar los diferentes trabajos que se realizan en la empresa, se obtendrá la información concerniente al trabajo por realizar, número de orden, fecha y tiempo de entrega.

4.4.1. Descripción del programa Project

Microsoft Project es una aplicación gráfica basada en Windows que permite administrar proyectos, efectuar programas de mantenimiento y realizar la programación de la producción, entre otras aplicaciones.

Básicamente, es una gran base de datos que almacena toda la información de un proyecto o programación. Debido a que la base de datos contiene muchos componentes distintos, Project utiliza vista para mostrar en pantalla la información relacionada.

La vista predeterminada es la de un diagrama de Gantt, que se compone de dos paneles. El panel izquierdo muestra la tabla de Gantt, en la cual figura una lista que enumera cada tarea o trabajo por realizar, su duración y demás información relacionada. El panel derecho muestra el gráfico de barras de Gantt, que representa de forma gráfica la información de la programación de la producción. Ambos paneles están divididos por una barra. Para poder ver más información de cualquiera de los dos paneles, es necesario arrastrar dicha barra.

4.4.2. Manual del usuario

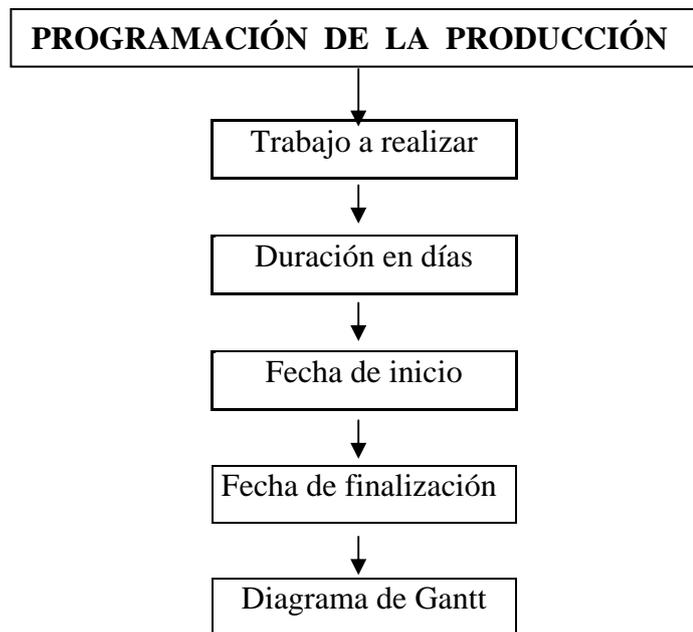
A continuación se detallan los pasos necesarios para trabajar con el programa Project versión 4.1 de Microsoft:

1. Encender el equipo.
2. Hacer clic en Inicio.
3. Hacer clic en Programas.
4. Hacer clic en Microsoft Project.
5. Hacer clic en *Create your first Project*. (Crear su primer proyecto).
6. Hacer clic en aceptar.
7. Hacer clic en OK.
8. Colocar nombre del trabajo en *task name*.
9. Hacer clic en *Duration* (Duración del trabajo en días).
10. Colocar la duración en días del trabajo.
11. Desplazar la barra hacia la derecha hasta *finish* (Fecha final del trabajo).
12. Verificar la fecha de inicio y de fin del trabajo.
13. Comprobar el diagrama de Gantt.
14. Continuar con el mismo procedimiento desde 8 a 13 con los distintos trabajos que se deseen programar.
15. Si se desea ver el avance de los diferentes trabajos programados en un determinado momento, hacer clic sobre la barra de Gantt y colocar el avance para cada trabajo.

4.4.3. Metodología

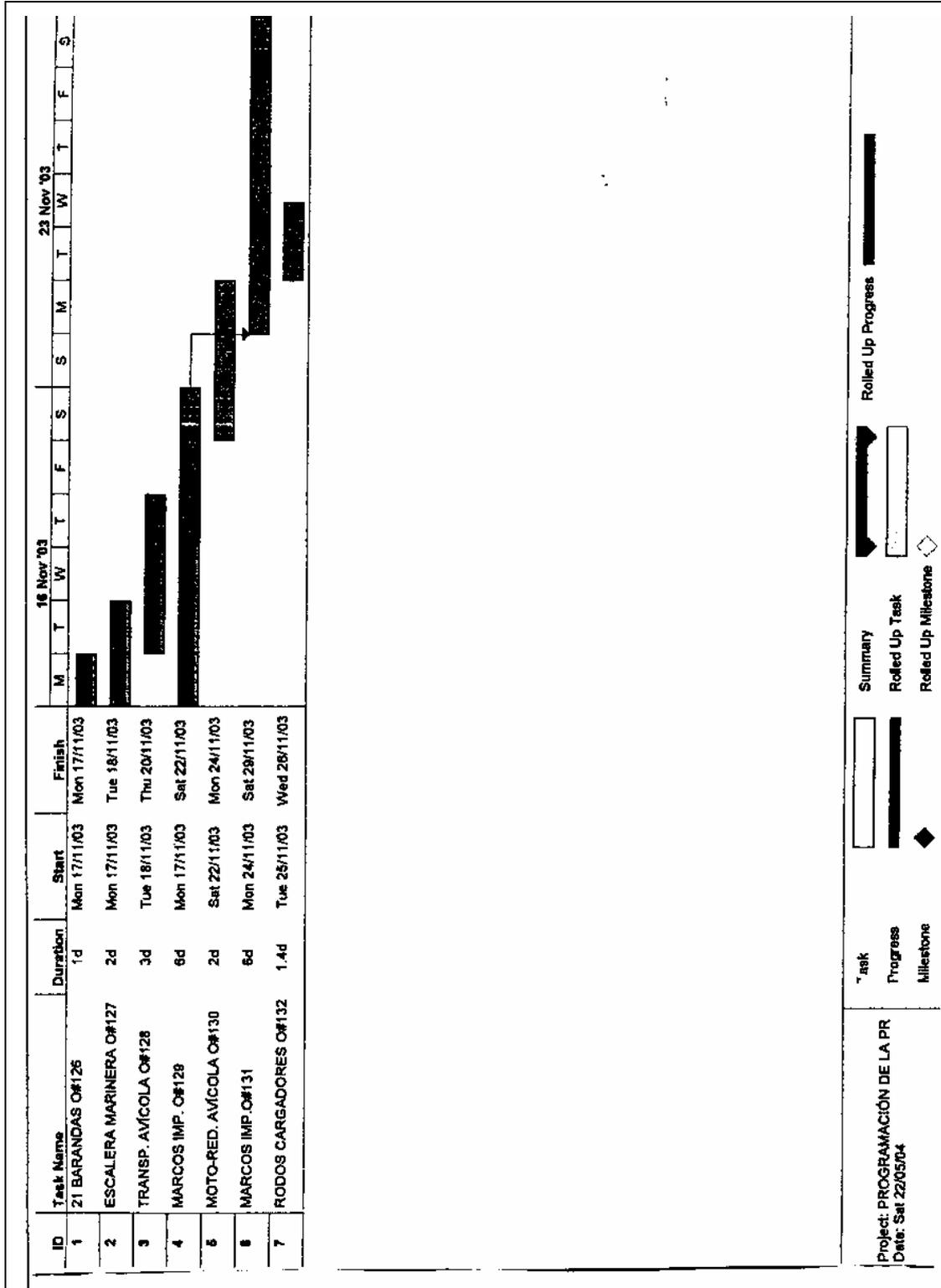
En la figura 21, se muestra la metodología que será utilizada para realizar la programación de la producción haciendo uso de el Project.

Figura 21. Metodología de programación de la producción



A continuación se muestra, en la figura 22, la programación de la producción para el período correspondiente del 17 al 29 de noviembre de 2003, esta información fue tomada de las órdenes de trabajo con las que se ha venido trabajando. Se puede observar que fue incluido en la programación de la producción el trabajo correspondiente a los rodos cargadores de la orden de trabajo # 132, correspondiente al ejemplo anterior de la orden de trabajo con un tiempo estimado de 1.4 días, el que fue debidamente calculado tomando como base la información obtenida en el estudio de tiempo respectivo.

Figura 22. Programación de la producción



4.5. Diagramas del proceso

Dentro de los diferentes tipos de diagramas del proceso que existen se analizarán el diagrama de operaciones y el diagrama de recorrido.

4.5.1. Diagrama de operaciones

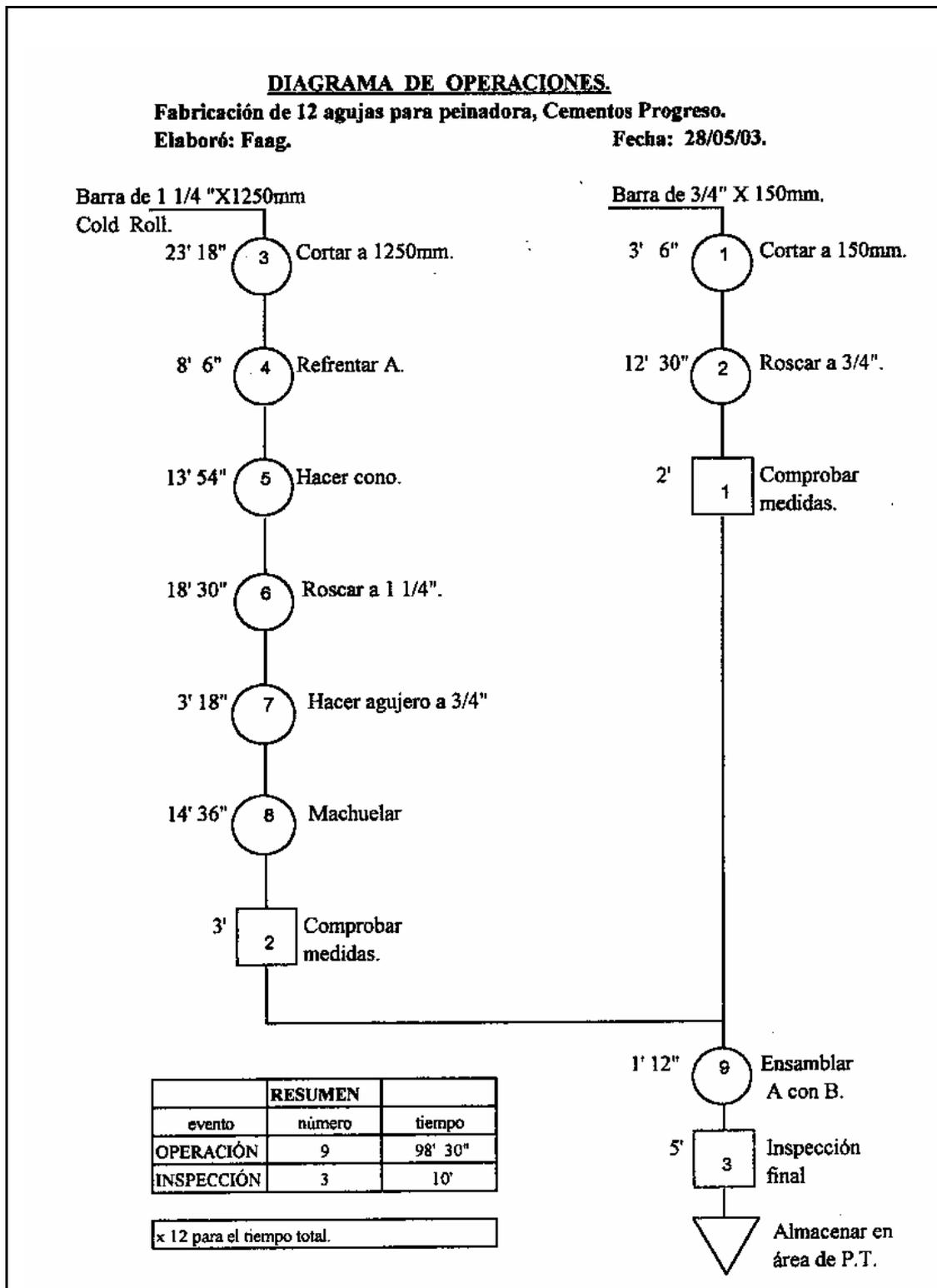
A continuación se presenta, en la tabla XV, un resumen de las operaciones e inspecciones con sus respectivos tiempos, efectuadas en el proceso de fabricación de doce agujas para la peinadora de Cementos Progreso. Esta información será utilizada en la elaboración del diagrama de proceso.

Tabla XV. Operaciones e Inspecciones para la fabricación de agujas

Descripción	Evento	Tiempo
Cortar "A"	Operación.	23'18"
Rectificar "A"	Operación.	8'6"
Hacer cono en "A"	Operación.	13'54"
Roscar "A"	Operación.	18'30"
Hacer agujero en "A"	Operación.	3'18"
Machuelar "A"	Operación.	14'36"
Comprobar medidas	Inspección.	3'
Cortar "B"	Operación.	3'6"
Roscar "B"	Operación.	12'30"
Comprobar medidas	Inspección.	2'
Ensamblar "A" con "B"	Operación.	1'12"
Revisión final.	Inspección.	5'
Almacenar en área de P.T.	Transporte	--

Tomando como base el estudio de tiempos para la situación propuesta (figura 17), de la fabricación de doce agujas de la peinadora de Cementos Progreso se muestra a continuación, en la figura 23, el diagrama de operaciones respectivo.

Figura 23. Diagrama de operaciones propuesto para la fabricación de agujas



El diagrama refleja que después de implementar las propuestas que aparecen en la sección 4.2, se logra reducir el tiempo de fabricación, lo que queda comprobado al comparar el diagrama de operaciones actual (figura 15), con el diagrama de operaciones propuesto. A continuación en la tabla XVI se ilustra tal situación:

Tabla XVI. Comparación entre el diagrama de operaciones actual y el propuesto

Descripción	Operaciones	Tiempo
Diagrama de proceso actual	9	102'42"
Diagrama de proceso propuesto	9	98'30"
AHORRO DE TIEMPO	X	AGUJA
AHORRO TOTAL	X	12 AGUJAS
		4'12"
		50'24"

4.5.1. Diagrama de recorrido

En forma similar a como se hizo en la sección 3.5.2 se elaborará el diagrama de recorrido para el mismo producto, considerando que ahora será analizada la situación propuesta

Es decir, tomando en cuenta la distribución propuesta de la empresa, figura 16, se realizará el diagrama de recorrido para la fabricación de una escalera de 2.10 metros de alto, con un ancho de 0.60 metros, construida con tubo proceso de 1", requerida por la empresa "Cementos Progreso".

La secuencia de actividades, con sus respectivos tiempos y distancias, se describe a continuación en la tabla XVII,

**Tabla XVII. Secuencia de actividades para la fabricación de una escalera
(Propuesta)**

Actividad	Tiempo (min.)	Distancia (mts.)
Descargar en área de M.P.	5	-
Transportar de banco a prensa	2	1.5
Cortar paraleles y peldaños	15	-
Transportar al área de ensamble	2	3
Soldar	10	1
Pulir	5	-
Revisar	5	1.5
Transportar a área de pintura y acabados	2	5
Pintar	10	-
Revisar	5	-
Transportar a área P.T.	2	2.5
TOTAL	63	14.5

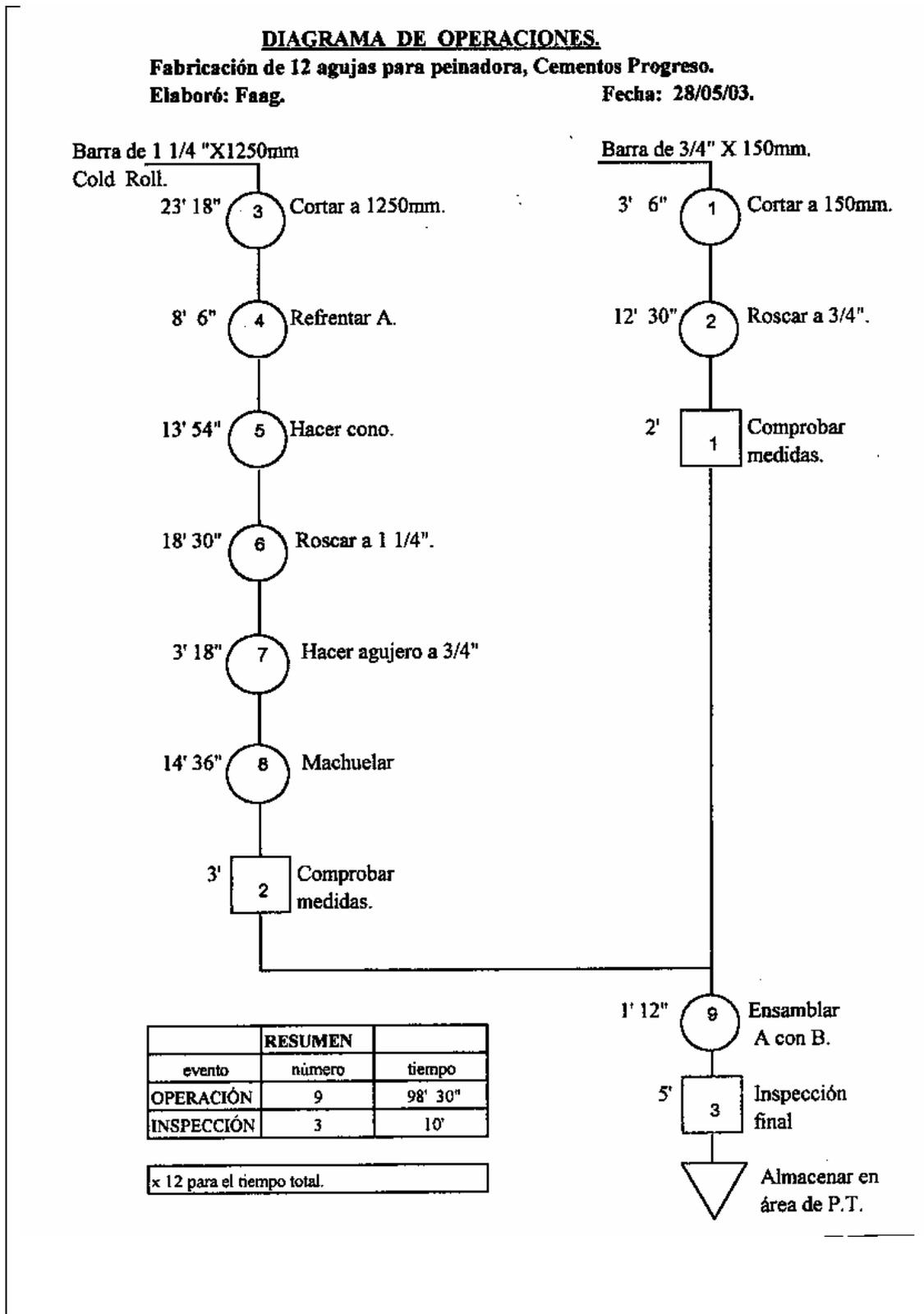
En la Figura 24, se ilustra el diagrama respectivo.

El diagrama refleja que después de implementar las propuestas que aparecen en la sección 4.2, se logra reducir el tiempo de fabricación y la distancia recorrida, lo que queda comprobado al comparar el diagrama actual (figura 16), con el propuesto, que se ilustra a continuación en la tabla XVIII.

Tabla XVIII Comparación entre el diagrama de recorrido actual y el propuesto

Descripción	Tiempo total.(min.)	Distancia total.(mts)
Diagrama de recorrido actual	72	25.5
Diagrama de recorrido propuesto	63	14.5
AHORRO DE TIEMPO	9	
AHORRO EN DISTANCIA		11

Figura 24. Diagrama de recorrido de fabricación de una escalera (propuesta)



4.6. Manejo de materiales

En una empresa tipo taller, como es el caso de Tecnoin, es conveniente mantener una reserva en bodega, debido a la diversidad de trabajos que se ejecutan, y a que cada trabajo difiere el uno del otro, lo que implica que cada uno utilice materia prima diferente (angulares, hembras, tubo cuadrado, tubo redondo, viga U, varilla de acero inoxidable, planchas de metal, ejes de aluminio, bronce, *Cold Roll*, cobre, etc., todos en diferentes medidas dependiendo del trabajo a realizar). En consecuencia, se procede a adquirir la materia prima en el momento en que el trabajo esté confirmado por el cliente.

Se llevará, con la ayuda de una hoja de Excel, un control de la existencia de materia prima en el área de producción, figura 25. Esto ayudará a llevar un registro de la materia prima que se utiliza en cada trabajo por número de orden de trabajo, ya que esta información deberá coincidir con la materia prima utilizada, descritos en cada orden de trabajo. Además, esto permitirá tener un control de los sobrantes buenos que queden, los cuales podrán ser utilizados para trabajos futuros.

En dicho control se puede observar que se describe el artículo utilizado (M.P.), se coloca la existencia según un inventario realizado en alguna fecha determinada, se le da salida colocando la fecha y el número de orden de trabajo a que corresponde, cuando ocurre un ingreso se colocará de igual forma. Cada ingreso y salida es debidamente operado y se obtiene un saldo. De la misma manera será trabajado lo concerniente a los sobrantes.

Es muy importante verificar que coincida la información de la salida de materia prima con la que fue colocada en la orden de trabajo respectiva. De no ser así, esto repercutirá en problemas de costos.

Figura 25. Existencia de materia prima en área de producción

tecnoin

47 calle 16-47 zona 12.

tel: 479-4046.

EXISTENCIA DE MATERIA PRIMA

EN ÁREA DE PRODUCCIÓN.

EJEMPLO:

Responsable: FAAG.

ARTÍCULO: HEMBRA DE 1/4" x 4"

FECHA	DESCRIPCIÓN	DEBE	HABER	SALDO
26/05/2003	Según inventario.			5
28/05/2003	Salida orden # 232	2		3
30/05/2003	Ingreso		4	7
01/07/2003	Salida orden # 238	3		4
03/07/2003	Ingreso		2	6
03/07/2003	Salida orden # 239	6		0
04/07/2003	Ingreso		2	2
05/07/2003	Salida orden # 241	1		1
	SOBRANTES.(mts)			
24/11/2003	Según inventario	1.25, 2.30		
		0.75, 0.60		
		1.33, 0.45		

Con mucha frecuencia sucede que al requerir materiales de la bodega tales como electrodo, tiza, lija, discos de pulir, vidrios para caretas, etc., no hay en existencia. Esto provoca serias demoras, ya que en ese momento se interrumpe el trabajo y se deberá esperar hasta que éstos sean adquiridos afuera.

Para evitar este problema y, tomando en consideración que estos materiales son de uso diario, lo que significa que normalmente son utilizados en la mayoría de trabajos que se realizan, se elaboró un listado con la existencia mínima que debe haber en todo momento en la bodega de materiales. Tal listado se ilustra a continuación en la tabla XIX.

Tabla XIX. Existencia mínima en bodega de materiales

ARTÍCULO	EXISTENCIA MÍNIMA
Electrodo 6013 de 1/8 “	5 lbs.
Electrodo 6010 de 1/8 “	5 lbs.
Electrodo 7018 de 1/8”	5 lbs.
Electrodo 6013 de 3/32”	5 lbs.
Guantes p/soldar m. manga	1 par.
Mangas para soldar G	1 par.
Gabacha para soldar	1 u.
Vidrio claro para careta	4 u.
Vidrio obs. # 12 p/careta	4 u.
Tiza	6 u.
Discos p/corte metal 9”	3 u.

Cont. Tabla XIX

ARTÍCULO	EXISTENCIA MÍNIMA
Discos p/pulir metal 9"	3 u.
Discos p/cortar metal 12"	3 u.
Porta-electrodo	1 u.
Monogafas para pulir	1 u.
Sierra diente fino	2 u.
Sierra diente ordinario	2 u.
Lija de esmeril # 80	3 u.
Lija de esmeril # 100	3 u.
Lija de esmeril # 120	3 u.
Chispero	1 u.
Piedras para chispero	3 u.
Boquilla para corte Harris	1 u.
Vidrios claros redondos	1 par.
Vidrios oscuros redondos	1 par.
Pintura anticorrosivo rojo	1 gl.
Pintura anticorrosivo gris	1 gl.
Aguarrás	5 gls.
Fusibles 250 V/30 A	2 u.
Cinta de aislar	2 u.
Maskin type de ½"	2 u.

La tabla anterior se elaboró tomando como base el movimiento que se observó en la bodega de dichos artículos, en los tres meses anteriores.

Para poder llevar un control de la existencia en la bodega de materiales, se hará uso de una hoja de Excel, figura 26, en la que se detallará el artículo, la fecha y una descripción en la que aparecerá el último inventario realizado, así como los ingresos y salidas que deben corresponder a los materiales requeridos que fueron detallados en la orden de trabajo respectiva. Se obtendrá un saldo y cuando éste sea menor a la existencia mínima que aparece detallada para cada artículo en la tabla 6, se deberá pedir de inmediato para garantizar, de esta manera, que siempre se tenga existencia del artículo en mención.

Figura 26. Existencia en bodega de materiales

tecnoin
47 calle 16-47 zona 12.
tel: 479-4046.

EXISTENCIA DE MATERIA PRIMA

EN ÁREA DE PRODUCCIÓN.

EJEMPLO: Responsable: FAAG.

ARTÍCULO: HEMBRA DE 1/4" x 4"

FECHA	DESCRIPCIÓN	DEBE	HABÉR	SALDO
26/05/2003	Según inventario.			5
26/05/2003	Salida orden # 232	2		3
30/05/2003	Ingreso		4	7
01/07/2003	Salida orden # 238	3		4
03/07/2003	Ingreso		2	6
03/07/2003	Salida orden # 239	6		0
04/07/2003	Ingreso		2	2
06/07/2003	Salida orden # 241	1		1
	SOBRANTES.(mts)			
24/11/2003	Según inventario	1.25, 2.30		
		0.75, 0.60		
		1.33, 0.45		

4.7. Ventas

La importancia de las ventas en la empresa radica en que es prácticamente aquí en donde se inicia el proceso productivo, debido a que para fabricar cualquier producto, es necesario, que en primer lugar éste sea vendido.

Se analizarán las políticas de ventas que usará la empresa para lograr una mayor captación de clientes, para que con ello se logre obtener un incremento de trabajo con el consecuente aumento en la productividad, lo que repercutirá en un crecimiento de la empresa.

Se establecerán los pasos que seguirá la empresa para realizar el proceso de la venta de una forma eficiente.

Dentro de los pasos se analizarán, en forma especial, la cartera de clientes y la cotización así como los procedimientos que serán implementados.

4.7.1. Políticas

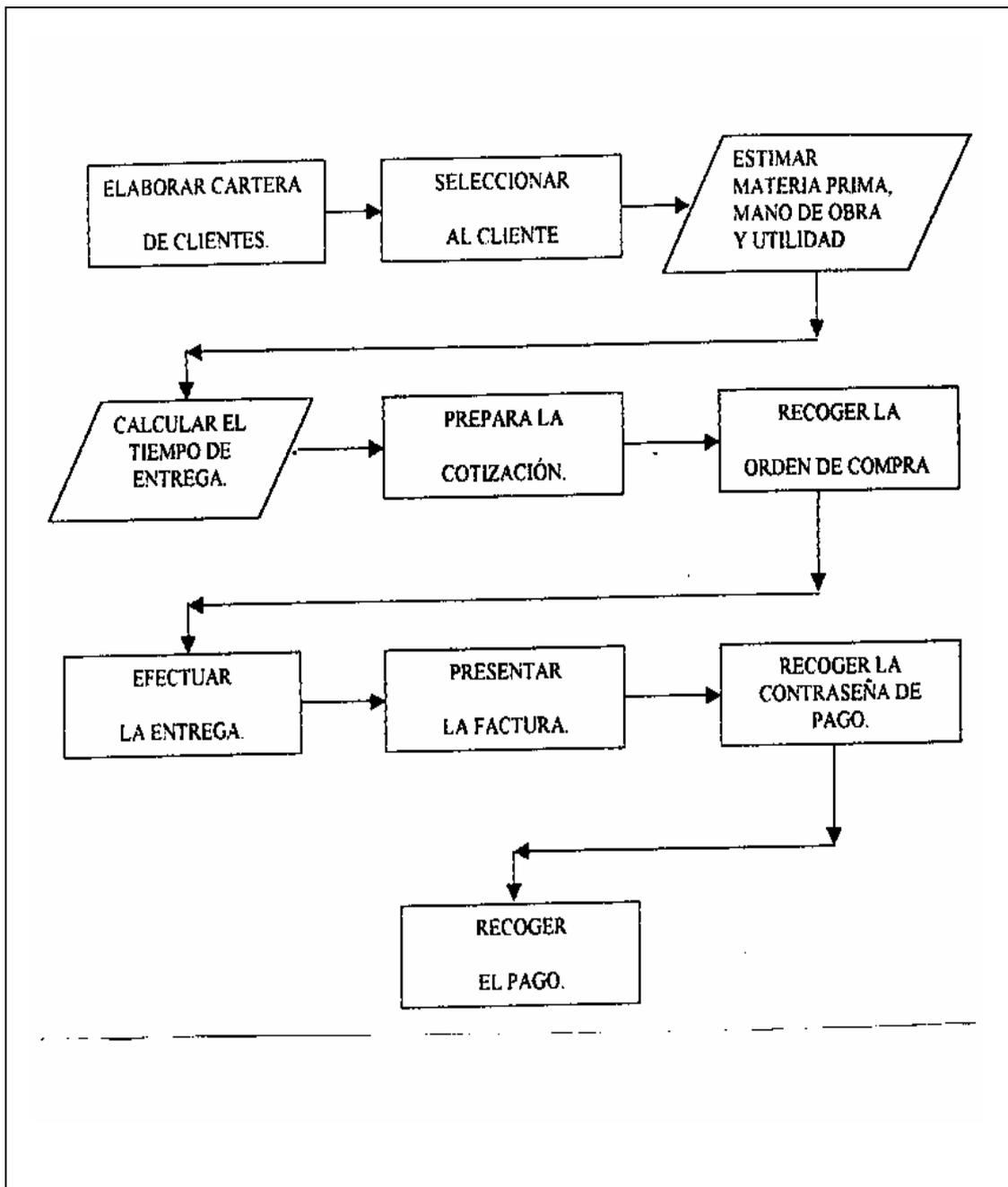
Serán políticas de ventas de la empresa Tecnoin:

- A) Buscar posibles clientes.
- B) Convencerlos para que se cierre la venta.
- C) Satisfacer las necesidades de los clientes.

4.7.2. Pasos

A continuación se ilustra en la figura 27, los pasos que se seguirán en el proceso de la venta en la empresa Tecnoin,

Figura 27. Pasos de la venta



4.7.2.1. Cartera de clientes

Al tener un pleno conocimiento de la capacidad de la empresa en cuanto a los diferentes trabajos que puede realizar, así como de los diferentes servicios que ofrece, se procederá a elaborar un listado de posibles clientes, el cual se conocerá como la cartera de clientes de la empresa Tecnoin.

Se analizarán las necesidades específicas de cada empresa, el tipo de proceso que realizan, el equipo y la maquinaria con que cuentan, los materiales que emplean en la fabricación de sus productos, las instalaciones con que cuentan y los servicios que utilizan.

Tomando en cuenta toda esta información se procederá a elaborar la cartera de clientes de la empresa, la cual se presenta a continuación, en la tabla XX.

Tabla XX. Cartera de clientes Tecnoin

No.	CLIENTE
1.	Texaco Guatemala Inc
2.	ESSO de Guatemala
3.	Avícola Villalobos
4.	Transcafé
5.	Fábrica Cantonese
6.	Laboratorio Laprin
7.	Novapak
8.	Fábrica Toledo

Es importante considerar que la cartera de clientes en ningún momento es fija, todo lo contrario a medida que se visitan las empresas, las mismas deberán de ser sustituidas por nuevos posibles clientes para que, de este modo, siempre exista una cartera de clientes por visitar.

4.7.2.2. Cotización

Este formato fue diseñado con el propósito de poder brindar al cliente un presupuesto de carácter urgente. Con mucha frecuencia sucede que el cliente necesita un presupuesto de inmediato, debido a lo prioritario que se convierte un trabajo en un determinado momento y la inminente necesidad de tomar una decisión lo antes posible, resulta de gran utilidad el uso de este formato, que podrá ser llenado y entregado en el lugar en donde es requerido, lo cual agiliza el proceso de la venta y satisface las necesidades del cliente.

La cotización deberá llenarse colocando la siguiente información: número correlativo, fecha, los datos de la empresa, el trabajo por realizar, los materiales por utilizar, el valor del trabajo, las condiciones de pago, el nombre y la firma del cliente y, por último, el nombre y la firma del representante de Tecnoin.

A continuación, se presenta el formato en mención, figura 28, en donde se podrá observar lo descrito anteriormente.

Figura 28. Cotización

tecnoin # 201
 47 calle 16-47 zona 12.
 tel: 479-4046
 nit: 484765-2

FECHA: 17/06/03

Cotizacion

EMPRESA: <u>TEXACO GUSTENIA INC.</u>	
ATENCION A: <u>ALEJANDRO PALMA.</u>	
DIRECCION:	TELEFONO:

TRABAJO POR PRESUPUESTAR

DESCRIPCION:	
- 10 ENGRANAJES GRANDES SEGUN MUESTRA	
- 10 ✓ MEDIANOS ✓ ✓	
- 10 ✓ PEQUEÑOS ✓ ✓	

MATERIALES POR UTILIZAR:

- 1 BARRA DE ESTALON DE 28.5 X 90 mm
- ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ 45 X 70 mm
- ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ 50 X 150 mm

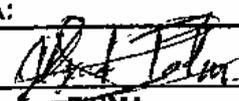
VALOR DEL TRABAJO:

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
- 10 ENGRANAJES GRANDES X Q125.00		Q 1250.00
- 10 ✓ MEDIANOS X Q100.00		Q 1000.00
- 10 ✓ PEQUEÑOS X Q 50.00		Q 500.00
		Q 3050.00

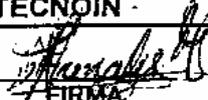
CONDICIONES DE PAGO

PAGO CONTRA ENTREGA.

NOMBRE Y FIRMA:

<u>ALEJANDRO PALMA</u> NOMBRE	 FIRMA
----------------------------------	---

REPRESENTANTE TECNÖIN

<u>FERNANDO ARENALDES G.</u> NOMBRE	 FIRMA
--	---

4.7.3. Formatos de control

Como un ejemplo de los formatos de control que serán utilizados se muestra, en la figura 29, una factura de la empresa Tecnoin, la cual permitirá tener un control y registro de las ventas realizadas que corresponde a lo facturado.

Figura 29. Factura de la empresa Tecnoin

TECNOIN		
Tecno Servicios Industriales JOSE ANTONIO PENAGOS MARTINEZ 7a. Calle "A" 14-11, Zona 6 TEL.: 2880383		Afecto al regimen de pago De retención del 5%
NIT. 484765-2	GUATEMALA DIA / MES / AÑO 14 / 01 / 2006	
SEÑOR: CEMENTOS PROGRESO S.A. DIAGONAL G 10-01 ZONA 10 c.c. Las Margaritas DIRECCION: torre II nivel 19		
PATENTE DE COMERCIO No. 108597	CODIGO CLIENTE	TELEFONO: NIT. CLIENTE 32573-2
CANT.	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
	Fabricación e instalación de 4 mts de baranda	
	Fabricación e instalación de 2 guardas para sprockets de gusanos Helicoidales	
TOTAL EN LETRAS		
Djs mil ocho cientos. —		SUMA Q.
FACTURA Nº 1872		TOTAL Q.
ORIGINAL: Cliente		
Litografía Reprográfica NIT: 548085-9 del 1,001 al 2,000 Autorizado en Resolución AD 2000-088105 del 18 de septiembre de 2,000		

4.8. Pasos de los círculos de control de calidad

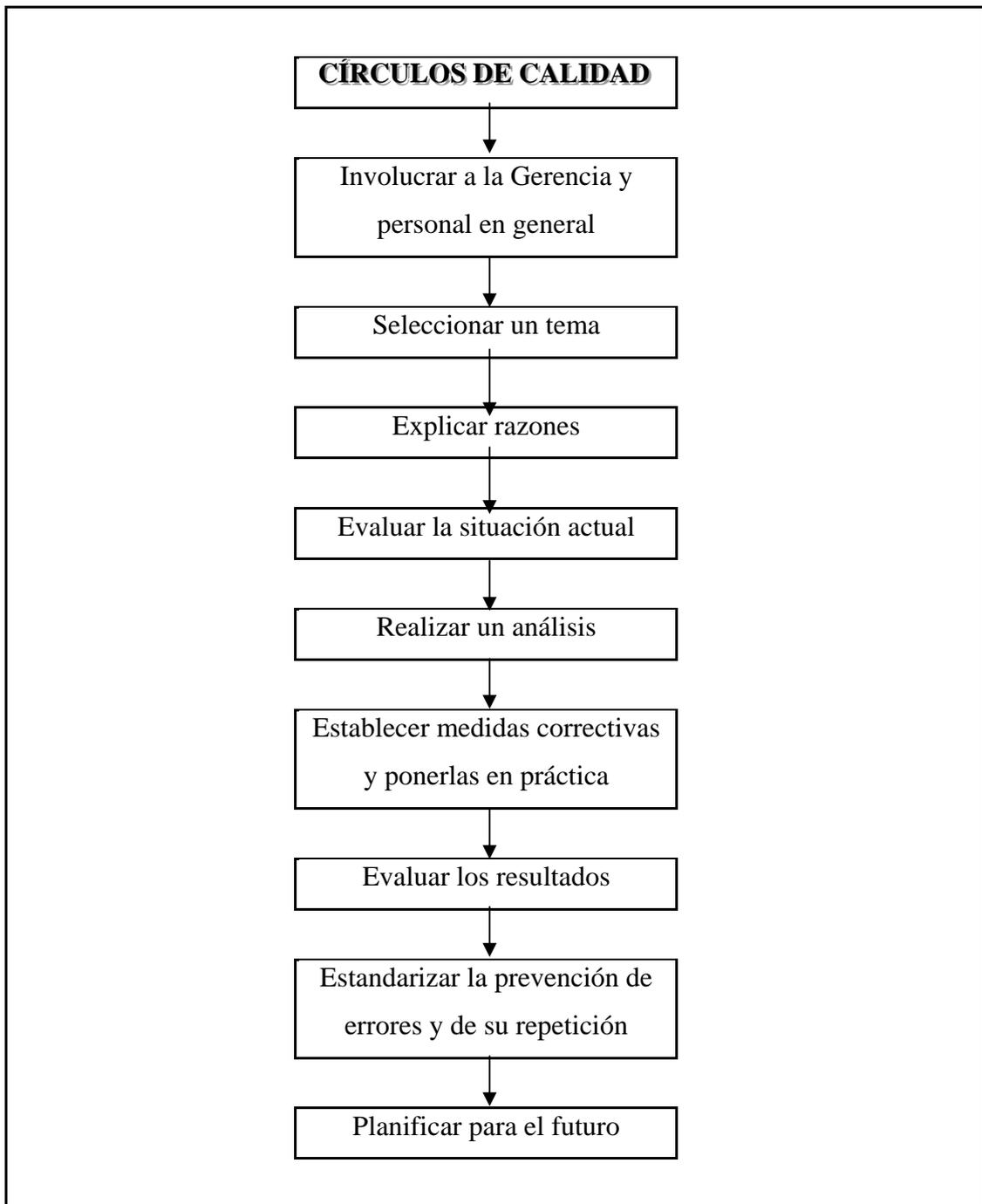
A continuación se describe en la tabla XXI, los pasos que se seguirán en la aplicación de los círculos de calidad en la empresa Tecnoin y los medios que se utilizarán:

Tabla XXI. Pasos de los círculos de calidad en Tecnoin

PASOS	MEDIOS
1) Involucrar a la gerencia y personal en general.	- Participación activa. - Reuniones periódicas.
2) Seleccionar un tema.	- Se analizará un problema que actualmente exista en la empresa.
3) Explicar las razones por las cuales se escogió dicho tema.	- Se justificará el tema elegido.
4) Evaluar la situación actual.	- Se considerará la problemática actual.
5) Realizar un análisis (investigación de causas).	- Se encontrarán las causas del problema.
6) Establecer medidas correctivas y ponerlas en práctica.	- Se harán las correcciones respectivas
7) Evaluar los resultados.	- Se analizarán los cambios obtenidos.
8) Estandarizar la prevención de errores y de su repetición.	- Se tomarán las medidas preventivas que correspondan.
9) Planificar para el futuro.	- Se planificará el trabajo con anticipación.

En la figura 30, se presenta el flujograma de los pasos de los círculos de calidad en la empresa Tecnoin.

Figura 30. Flujograma de los pasos de los círculos de calidad en Tecnoin



4.9. Metrología

Con el propósito de mantener la calidad, verificando en forma continua el control de calidad mientras se realiza un proceso de fabricación de un producto determinado, se aplicará la metrología, la cual consistirá en la verificación de medidas repetitivas de las diferentes dimensiones que tenga la pieza por considerar.

Se revisarán las medidas de dimensiones tales como el largo, el ancho, el espesor, la profundidad, el diámetro, etc., en diferentes etapas del proceso, es decir, al inicio a la mitad y cuando se encuentre terminado el trabajo. Se obtendrán diferentes medidas las que se compararán con la medida dada, que es la que cumple con las especificaciones dadas por el cliente.

Al realizar este procedimiento se logrará que en todo momento se cumpla con las especificaciones requeridas, lo que evitará que se produzcan errores que puedan ser detectados hasta que el trabajo se encuentre terminado, así se evitará la repetición del mismo, con la consecuencia de incurrir en pérdida de tiempo y en gasto de materiales, lo que incrementará el costo de producción.

La tolerancia aceptable dependerá del tipo de trabajo que se realice. En el caso de los trabajos que se fabrican en el taller de estructuras, la tolerancia permisible podrá ser mayor, en trabajos tales como escaleras, mezanines, barandas, estanterías, galeras, tanques para combustible, puertas, ventanas, balcones, rejillas, carretones, etc. En el caso de los trabajos que se realizan en el taller de tornos la tolerancia es mínima, ya que la exactitud en las medidas es muy importante, debido a que en su mayoría son piezas que requieren mucha precisión en sus ajustes, tal es el caso de ejes de motores, *bushin*, acoples, engranajes, *espocket*, tornillos, tuercas, etc.

A continuación, en la figura 31, se muestra el formato que se utilizará para realizar el control de calidad aplicando la metrología:

Figura 31. Formato de control de calidad

tecnoin
47 calle 16-47 zona 12.
tel: 479-4046.

FECHA: _____

CONTROL DE CALIDAD.
(METROLOGIA).

ORDEN DE TRABAJO #: _____

Esquema.

DIMENSIONES POR CONSIDERAR	MEDIDA DADA	MEDIDA OBTENIDA
1.-		
2.-		
3.-		
4.-		
5.-		
6.-		
7.-		
8.-		

REALIZADO POR: _____

VoBo.

4.10. Criterios por seguir para verificar la calidad en la soldadura

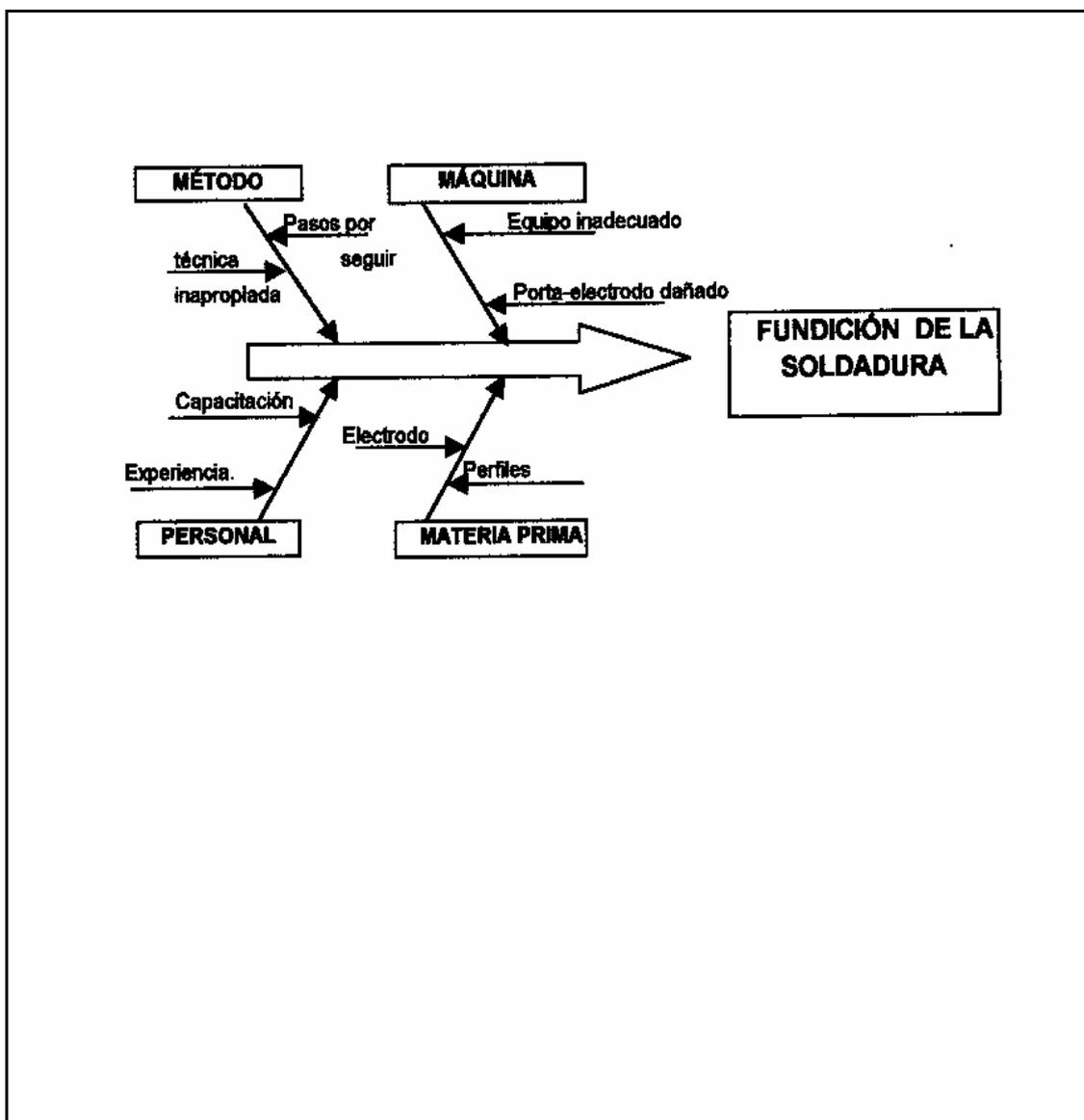
Debido a la importancia que tiene obtener una buena calidad en la soldadura en los diferentes trabajos que se realizan en la empresa, se seguirán los siguientes criterios:

- 1) Estudiar las características del material que va a ser soldado.
- 2) Seleccionar el tipo de electrodo que se va a utilizar.
- 3) Efectuar el procedimiento adecuado:
 - Diseñar correctamente las juntas, su proporción y buen montaje.
 - Reducir la longitud del arco, tanto como sea posible (casi arrastrando el revestimiento del electrodo).
 - Avanzar rápidamente hasta donde sea posible, con el cuidado de mantener una buena apariencia.
 - Lograr que la acumulación de metal de aporte sea mínima.
- 4) Inspeccionar la soldadura, según la observación visual, cubriendo los siguientes puntos:
 - montaje y acomodo de las piezas antes de soldar
 - condiciones de trabajo y los resultados obtenidos
 - revisión completa del trabajo soldado

4.10.1. Diagrama de causa y efecto en la soldadura

El diagrama de causa y efecto (o espina de pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un problema y las posibles causas que puede contribuir para que ocurra.

Figura 32. Diagrama de causa y efecto en la soldadura



4.11. Medidas preventivas para evitar posibles daños ocasionados por la contaminación en el medio ambiente del taller

Conociendo que las causas que producen la contaminación en el medio ambiente en el taller son: la solución de la atmósfera, las radiaciones del arco eléctrico, la polución de la atmósfera, el deslumbramiento de la llama oxidante y el ruido, se tomarán las siguientes medidas preventivas para evitar posibles daños:

- a. El área de soldadura se mantendrá siempre espaciosa y bien ventilada, a fin de que se disipen los gases y los humos.
- b. Se usarán caretas de protección personal, para evitar que las radiaciones deslumbrantes, rayos infrarrojos y ultravioleta, producido por el arco eléctrico, ejerzan una acción nociva sobre los ojos.
- c. Se implementará el uso de anteojos de protección para evitar el deslumbramiento producido por la llama oxidante.
- d. Se incorporará el uso de tapones de tipo industrial, para proteger los oídos de la contaminación ocasionada por el ruido producido al efectuar determinadas operaciones, como el corte de metal con pulidora y sierra circular, el barrenado y algunos trabajos en el torno.

4.12. Costos

Se analizarán los costos en que se incurrieron al realizar la reestructuración del departamento de producción de la empresa Tecnoin frente a los beneficios obtenidos al lograr su implementación.

4.12.1. Relación beneficio-costo

En la tabla XXII se muestra la relación beneficio-costo de la reestructuración del departamento de producción de la empresa Tecnoin.

Tipo de cambio (agosto de 2003):

Comprador: \$1 X Q 7.91360

Vendedor: \$1 X Q 7.93431

Tabla XXII. Reestructuración del departamento de producción de Tecnoin

PROPUESTA	COSTO	BENEFICIO
Distribución de la maquinaria	Reubicar chatarra Q 300.00	- Orden y limpieza.
	Reubicar M.P. Q 160.00	- Fácil acceso a M.P.
	Reubicar maquinaria Q 600.00	- Fluidez en el transporte de los materiales.
		- Se evitará congestión.
		- Reducción de demoras y tiempos de fabricación.
		- Mejora en movimientos.
	Reubicar área de pintura Q160.00	- Se evitará contaminación en el área de producción.
	Reubicar área de producto terminado Q 80.00	- Se facilitará el despacho.
	Creación de área de vestidores Q450.00	- Orden y apariencia general en la empresa.

Cont. Tabla XXII.

PROPUESTA	COSTO	BENEFICIO
	Creación de oficina Q625.00	El personal de la oficina evitará el contacto directo con el ruido, polvo, humo y destellos luminosos.
	Adquisición de computadora Q1200.00	Agilización en la información.
Estudio de tiempos	Cronómetro Q50.00 Elaboración de formato e impresión Q80.00 Implementación Q300.00	Estandarización de tiempos de producción.
Orden de trabajo.	Elaboración de formato e impresión Q40.00 Implementación Q200.00	Se proporcionará toda la información que se requiere para un trabajo.
Programación de la producción	Adquisición del programa Project versión 4.1 Q250.00 Implementación Q500.00	Programación de la producción de una forma rápida. Aumento en la productividad en la confiabilidad del producto y reducción en el costo unitario.
Diagramas del proceso	Elaboración e Implementación Q150.00	Secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo, distancias y materiales a utilizar en un proceso de fabricación.
Manejo de materiales	Implementación de existencia de materia prima en área de producción Q150.00 Implementación de existencia en bodega de materiales Q150.00	Se tendrán registros de la materia prima que se utiliza en cada trabajo por número de orden de trabajo. Se podrá tener un control de la existencia de los materiales contando siempre con una existencia mínima.
Ventas	Implementación de políticas, pasos, cartera de clientes y cotización Q500.00	Mayor captación de clientes. Aumento en la productividad. Crecimiento de la empresa.
Círculos de control de calidad	Implementación Q200.00	Autodesarrollo y desarrollo mutuo, control y mejoramiento dentro de la empresa, con participación de todos.

Cont. Tabla XXII

PROPUESTA	COSTO	BENEFICIO
Metrología	Elaboración de formato e impresión Q40.00 Implementación Q200.00	Se cumplirá con las especificaciones dadas por el cliente. Se detectarán errores durante el proceso de fabricación.
Criterios en calidad de la soldadura	Implementación Q200.00	Optimización en el uso de los materiales. Soldadura de óptima calidad.
Contaminación en el medio ambiente de la empresa	Equipo de protección personal Q400.00	Se evitarán posibles daños en la salud de los trabajadores.
RESUMEN	COSTO GLOBAL	BENEFICIOS
	Q 6,985.00	Aumento en la productividad y en la eficiencia del proceso de fabricación.

CONCLUSIONES

1. Al reestructurar el departamento de producción de la empresa de servicios técnicos industriales, Tecnoin, se incrementó la productividad, en una razón comprendida entre el 0.69% al 0.82% (tabla XIII), la eficiencia del proceso mejoró en un porcentaje igual a 0.80 .
2. Con la nueva distribución de la empresa se logró orden y limpieza en las instalaciones, se evitó el congestionamiento en el área de producción, se obtuvo fluidez en el transporte de los materiales de un área a otra, las demoras fueron reducidas, se logró evitar que el personal de la oficina tenga contacto directo con el ruido, el polvo, el humo y los destellos luminosos, y se facilitó el despacho de los trabajos ya terminados.
3. Al comparar el estudio de tiempos para la situación actual (figura 13) y la situación propuesta (figura 18) para la fabricación de agujas para la peinadora de Cementos Progreso, se estableció que el tiempo promedio, el normal y el estándar mejoraron para todas las operaciones. Después de implementar las propuestas de la sección 4.2, el porcentaje de tiempo perdido disminuyó de un 30.21% para la situación actual (figura 14) a un 12.50% para la situación propuesta (figura 19).

4. El formato de la orden de trabajo proporciona toda la información que es requerida en la elaboración de un producto determinado, además de ser indispensable para la programación de la producción.
5. Al efectuar la programación de la producción por orden de trabajo, utilizando el programa Project versión 4.1 de Microsoft, se cuenta con información actualizada del avance de cualquier trabajo en un momento dado, lo que permitirá verificar si se cumplirá con el tiempo establecido.
6. Al realizar una comparación entre el diagrama de operaciones actual y el propuesto para la fabricación de doce agujas para la peinadora de Cementos Progreso (tabla XV), se establece que se logró reducir el tiempo de fabricación en 50´ con 24”, después de implementar las propuestas que aparecen en la sección 4.2.
7. Al llevar a cabo una comparación entre el diagrama de recorrido actual y el propuesto para la fabricación de una escalera (tabla XVII), se observa que se logró reducir el tiempo de fabricación en 9´ y la distancia recorrida en 11 mts.
8. Al seguir un control de la existencia de materia prima en el área de producción utilizando el programa de Excel, se cuenta con un registro de la materia prima que se utilizó en cada trabajo por número de orden. De igual forma, al llevar un control de la existencia en la bodega de materiales, utilizando el programa de Excel, se garantiza que en todo momento se cuente con existencia de cualquier material que se requiera.

9. Después de seguir las políticas de ventas propuestas para la empresa y de cumplir con los pasos para el proceso de la venta, se pudo observar un incremento en las mismas.

10. Al utilizar el formato de la cotización se pudo comprobar que cumple con el propósito para el que fue creado: brindar al cliente un presupuesto de forma inmediata.

11. Al aplicar los círculos de control de calidad se contribuye al mejoramiento y desarrollo de la empresa, ya que para los problemas tratados en ellos se establecen las medidas correctivas que se tienen que poner en práctica y planearse para el futuro.

12. Con la aplicación de la metrología se logra que, en todo momento, se cumpla con las especificaciones dadas por el cliente, ya que se realiza en forma continua el control de calidad al verificar en forma repetitiva las diferentes dimensiones de un determinado trabajo.

13. Al seguir, los criterios para verificar la calidad en la soldadura, se logra obtener soldadura de calidad de acuerdo con los requerimientos de cada trabajo.

14. Al aplicar las medidas preventivas para evitar los posibles daños ocasionados por la contaminación en el medio ambiente del taller, descritos en la sección 4.11, se logró reducirlos.

15. Después de realizar el análisis de beneficio-costos para las diferentes propuestas, se logró establecer que los beneficios son cuantiosos ante el costo de las mismas, por lo que queda plenamente justificado el presente trabajo.

RECOMENDACIONES

3. Cada vez que se termine un trabajo, se deberá recolectar la chatarra que sea generada por el mismo y colocarla en el área que se le ha asignado, con esto se evitará el congestionamiento y desorden en el área de producción.

2. En el área de pintura y acabado se deberá colocar un extractor de aire para evitar que se contamine el medio ambiente en el taller.

3. Tendrán que implementar las medidas preventivas para evitar los posibles daños ocasionados por la contaminación en el medio ambiente del taller.

4. Será de gran beneficio para la empresa el aprovechar el uso del programa Project versión 4.1 de Microsoft , en la programación del mantenimiento del equipo y maquinaria del taller.

BIBLIOGRAFÍA

2. Bock Robert H. **Planeación y control de la producción**. México: Editorial Limusa, 1980.
2. González López, Francisco Javier. **Fundamentos teóricos sobre metrología**. Guatemala: s.e., 1999.
3. Ishikawa, Kaoru. **¿Qué es el control total de calidad?** Colombia: Editorial Norma, 1992.
4. Ibarra López, Vicente y Paiz Aldana, Luis Eduardo. Implementación del Programa de ejercicio profesional supervisado EPS, como la alternativa al examen General Privado y/o proyecto de graduación. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1992.
5. Morgan Valenzuela, Edgar Arnoldo. Guía para optimizar el control de producción en un taller de herrería. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1991.
6. Microsoft Project 2000. Inicio, manual del curso 2000, Executive Corporation, 2000.
13. Pérez Ixchop, Gonzalo. Control de la producción para una pequeña empresa de Carpintería. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1981.
14. Ruiz Mijares, A. **Electrosoldadura. (Procesos de manufactura)**. México: Editorial Representaciones y servicios de Ingeniería, S.A., 1989.
15. Trujillo del Río, Juan José. **Elementos de Ingeniería Industrial**. México: Editorial Limusa, 1980.
16. Velázquez M., G. **Administración de los sistemas de control**. México: Editorial Limusa, 1984.

