Universidad Tecnológica de El Salvador

FACULTAD DE INGENIERA Y ARQUITECTURA
CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL

TEMA:

"DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA CENTRO DE PRECISIONES MECÁNICAS DEL SECTOR INDUSTRIAL METAL MECÁNICA, CLASIFICADA DENTRO DE LA PEQUEÑA EMPRESA"

Trabajo de Graduación Presentado por:

EDWIN FRANCISCO ALFARO ROLIN
EDGAR ANTONIO GALDÁMEZ MARTÍNEZ
MARIO ERNESTO LÓPEZ AVENDAÑO

Para Optar al Grado de:
INGENIERO INDUSTRIAL

Noviembre, 2001

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

AUTORIDADES

LIC. JOSÉ MAURICIO LOUCEL

RECTOR

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. DANILO DÌAZ PÈREZ

DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. GENARO ANTONIO HERNÁNDEZ

PRESIDENTE

ING. MARTA CECILIA DE AGUILAR

PRIMER VOCAL

ING. AUGUSTO ANTONIO VILLALTA

SEGUNDO VOCAL

NOVIEMBRE, 2001

ÍNDICE

Índice 1

Objetivos 3

CAPÍTULO I.

1. Marco de Referencia. 4

1.1. Antecedentes Problemáticos. 4

1.1.1. Datos Estadísticos. 6

1.1.2. Tecnología. 8

1.1.3. Distribución Actual de la Planta en la empresa Centro de Precisiones Mecánicas. 11

1.2. Justificación. 13

1.2.1. Historial de crecimiento de la empresa Centro de Precisiones Mecánicas. 13

1.2.2. Beneficios. 14

1.3. Teoría Adoptada para la Distribución de Planta. 15

1.3.1. Antecedentes Teóricos. 15

1.3.1.1. Síntesis del Problema. 15

1.3.1.2. Antecedentes del Sector. 16

1.3.2. Teorías Actuales. 18

1.3.2.1. Concepto. 18

1.3.2.2. Objetivo de la Distribución de Planta. 19

1.3.2.3. Principios de la Distribución de Planta. 20

1.3.2.4. Naturaleza de los Problemas de la Distribución de Planta. 22

1.3.2.5. Tipos de Distribución de Planta. 23

1.3.2.6. Tipos Clásicos de Distribución. 25

1.3.2.7. Herramientas utilizadas en la Distribución de Planta. 26

1.3.2.8. Ventajas de la Distribución por Proceso. 30

1.3.3. Teoría Adoptada. 31

1.3.3.1. Economía por el tipo de Distribución Adpotada. 31

1.3.3.2. Factores que afectan la Distribución de Planta. 32

1.3.3.3. Marco Normativo. 43

1.4. Arreglo Modular de Tiempos Estándar Predeterminados. 46

1.4.1. Fundamentos del MODAPTS. 47

1.5. Calculo del Tiempo Tipo. 48

1.5.1. Concepto. 48

1.6. Diseño de los Documentos para la Investigación. 50

1.7. Marco Conceptual. 54

CAPÍTULO II.

2. Situación Actual 59

2.1. Tipo de Estudio 60

2.1.1. Métodos de Investigación 60

2.2. Población y Muestreo 60

2.2.1. Población 60

2.2.2. Delimitación de la Población 61

2.2.3. Muestra 61

2.2.3.1. Tipo de Muestra 61

2.3. Recolección de Datos 62

2.3.1. Diagrama de Recorrido 62

2.4. Recolección de Datos de Buje de Pines de Ruedas 64

2.4.1. Dibujo 65

2.4.2. Hoja de Ruta 66

2.4.3. Hoja de Tiempos de Corte 68

2.4.4. Modapst 69

2.4.5. Carta de Operaciones 72

2.4.6. Carta de Flujo del Proceso 73

2.4.7. Cursograma Analítico del Proceso 74

2.5. Recolección de Datos de Buje de 7/8” x 9/16” x 1 ¼” 75

2.5.1. Dibujo 76

2.5.2. Hoja de Ruta 77

2.5.3. Hoja de Tiempos de Corte 79

2.5.4. Modapst 80

2.5.5. Carta de Operaciones 83

2.5.6. Carta de Flujo del Proceso 84

2.5.7. Cursograma Analítico del Proceso 85

2.6 Recolección de Datos de Buje de 7/8” x 9/16” x 1 ½” 86

2.6.1. Dibujo 87

2.6.2. Hoja de Ruta 88

2.6.3. Hoja de Tiempos de Corte 90

2.6.4. Modapst 91

2.6.5. Carta de Operaciones 94

2.6.6. Carta de Flujo del Proceso 95

2.6.7. Cursograma Analítico del Proceso 96

2.7. Recolección de Datos de Buje de 1” x 25/32” x 2 ¼” 97

2.7.1. Dibujo 98

2.7.2. Hoja de Ruta 99

2.7.3. Hoja de Tiempos de Corte 101

2.7.4. Modapst 102

2.7.5. Carta de Operaciones 105

2.7.6. Carta de Flujo del Proceso 106

2.7.7. Cursograma Analítico del Proceso 107

2.8. Recolección de Datos de Eje para Rueda de 10 Dientes 108

2.8.1. Dibujo 109

2.8.2. Hoja de Ruta 110

2.8.3. Hoja de Tiempos de Corte 112

2.8.4. Modapst 113

2.8.5. Carta de Operaciones 118

2.8.6. Carta de Flujo del Proceso 119

2.8.7. Cursograma Analítico del Proceso 120

2.9. Recolección de Datos de Eje para Rueda de 6 Dientes 122

2.9.1. Dibujo 123

2.9.2. Hoja de Ruta 124

2.9.3. Hoja de Tiempos de Corte 126

2.9.4. Modapst 127

2.9.5. Carta de Operaciones 132

2.9.6. Carta de Flujo del Proceso 133

2.9.7. Cursograma Analítico del Proceso 134

2.10. Recolección de Datos de Pin de 5/16” x 5” 136

2.10.1. Dibujo 137

2.10.2. Hoja de Ruta 138

2.10.3. Hoja de Tiempos de Corte 140

2.10.4. Modapst 141

2.10.5. Carta de Operaciones 144

2.10.6. Carta de Flujo del Proceso 145

2.10.7. Cursograma Analítico del Proceso 146

2.11. Recolección de Datos de Pin de 1/2” x 5” 147

2.11.1. Dibujo 148

2.11.2. Hoja de Ruta 149

2.11.3. Hoja de Tiempos de Corte 151

2.11.4. Modapst 152

2.11.5. Carta de Operaciones 156

2.11.7. Cursograma Analítico del Proceso 157

2.12. Recolección de Datos de Pin de 1/2” x 6” 158

2.12.1. Dibujo 159

2.12.2. Hoja de Ruta 160

2.12.3. Hoja de Tiempos de Corte 162

2.12.4. Modapst 163

2.12.5. Carta de Operaciones 166

2.12.6. Carta de Flujo del Proceso 167

2.12.7. Cursograma Analítico del Proceso 168

2.13. Recolección de Datos de Pletina Recta 169

2.13.1. Dibujo 170

2.13.2. Hoja de Ruta 171

2.13.3. Hoja de Tiempos de Corte 173

2.13.4. Modapst 175

2.13.5. Carta de Operaciones 184

2.13.6. Carta de Flujo del Proceso 185

2.13.7. Cursograma Analítico del Proceso 186

2.14. Recolección de Datos de Pletina en E 188

2.14.1. Dibujo 189

2.14.2. Hoja de Ruta 190

2.14.3. Hoja de Tiempos de Corte 192

2.14.4. Modapst 194

2.14.5. Carta de Operaciones 203

2.14.6. Carta de Flujo del Proceso 204

2.14.7. Cursograma Analítico del Proceso 205

2.15. Análisis de los Datos 207

2.16. Alternativas de Solución 208

2.17. Tablas de Suplemento para el Tiempo Tipo 210

CAPÍTULO III.

3. Propuesta de Diseño de Distribución de Planta en la empresa Centro de Precisiones Mecánicas. 222

3.1. Calculo del Requerimiento de Equipo 223

3.2. Calculo del Requerimiento de Áreas 227

3.3. Hoja de Especificación de Módulos 228

3.4. Carta de Actividades Relacionadas 229

3.5. Diagrama de Actividades Relacionadas 230

3.6. Diagrama de Bloques 231

3.7. Primera Aproximación de la Distribución de la Planta 232

3.8. Última Aproximación de la Distribución de la Planta 233

3.9. Análisis Costo Beneficio 234

3.10. Diseño de la Distribución de la Planta Propuesta para la empresa Centro de Precisiones Mecánicas. 237

3.11. Diagrama de Recorrido de la Distribución de la Planta Propuesta para la empresa Centro de Precisiones Mecánicas. 239

Bibliografía 241

Anexos 243

INTRODUCCIÓN

Todo proceso productivo dentro de cualquier empresa, está acompañado siempre de recursos que facilitan o dificultan los procesos de producción; la interrelación entre el recurso humano, las materias primas, el equipo o maquinaria y la infraestructura pueden generar efectos que disminuyan el desarrollo normal de los procesos productivos.

El manejo y flujo de materiales, la maquinaria utilizada, la jornada de trabajo, el personal requerido, etc., son factores que afectan el desarrollo normal de los procesos de producción.

En el sector de Metal Mecánica, los factores mencionados son de gran importancia, ya que la mejor interrelación entre ellos permitirá que los productos sean presentados al mercado con calidad de fabricación, excelente servicio, buen precio y que permitan satisfacer las necesidades de los clientes, elementos que resultan ser de suma importancia para la empresa Centro de Precisiones Mecánicas.

Las empresas deben garantizar que las facilidades o servicios estén diseñados de tal forma que no se incrementen los costos de fabricación de los productos, que pueden ser ocasionados por:

a) Malos procesos de manufactura

b) Aumento en el manejo de materiales

c) Inflexibilidad en el arreglo de los equipos y operaciones

d) Bajas tasas de producción

e) Elevada inversión en equipos

f) Mal uso de las áreas de los pisos

g) Mala utilización de la mano de obra

Entre mejor relacionados estén éstos factores, la empresa minimizará los costos de producción, aumentando así las utilidades por ventas y aprovechando al máximo los recursos con que cuenta.

Existe un enorme interés por parte de los directivos de la empresa Centro de Precisiones Mecánicas para que los factores antes mencionados minimicen los costos de producción y puedan obtenerse de esa manera un incremento en la productividad, actualmente algunos de éstos factores están afectando negativamente el desarrollo productivo en dicha organización, elementos que sirven de base para buscar la mejor alternativa para minimizarlos y lograr una mejor interrelación entre las áreas de trabajo.

Por el tipo de actividad económica entre los factores que más afectan el desarrollo laboral de la empresa se encuentran: El aumento en el manejo materiales, malos procedimientos en el flujo de materiales, mala relación entre las facilidades y la poca o nula programación de la producción.

El presente Trabajo de Grado está orientado a presentar una alternativa de solución a los factores que afectan a la empresa Centro de Precisiones Mecánicas a través de una Distribución de Planta.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Realizar un diseño de Distribución de Planta en la empresa Centro de Precisiones Mecánicas, para la optimización de los recursos de la misma.

Objetivos Específicos.

1. Identificar las teorías relacionadas con la Distribución de Planta que permitan la selección de los documentos de información apropiados para el proceso de producción que se desarrolla en la empresa.
2. Recopilar la información por medio de los Instrumentos seleccionados para la Distribución de Planta, que permitan el análisis de la situación actual de la empresa.
3. Elaborar un diseño de Distribución de Planta que permitar incrementar los niveles de productividad de la empresa.

CAPÍTULO I.

MARCO DE REFERENCIA.

1.1. Antecedentes Problemáticos.

Todo proceso productivo dentro de cualquier empresa, está acompañado siempre de recursos que facilitan o dificultan los procesos de producción; la interrelación entre el recurso humano, las materias primas, el equipo o maquinaria y la infraestructura pueden generar efectos que disminuyan el desarrollo normal de los procesos productivos.

El manejo y flujo de materiales, la maquinaria utilizada, la jornada de trabajo, el personal requerido, etc, son factores que afectan el desarrollo normal de los procesos de producción.

En el sector de Metal Mecánica, los factores mencionados son de gran importancia, ya que la mejor interrelación entre ellos permitirá que los productos sean presentados al mercado con calidad de fabricación, excelente servicio, buen precio y que permitan satisfacer las necesidades de los clientes, elementos que resultan ser de suma importancia para la empresa Centro de Precisiones Mecánicas.

Las empresas deben garantizar que las facilidades o servicios estén diseñados de tal forma que no se incrementen los costos de fabricación de los productos, que pueden ser

ocacionados por:

- Malos procesos de manufactura
- Aumento en el manejo de materiales
- Inflexibilidad en el arreglo de los equipos y operaciones
- Bajas tasas de producción
- Elevada inversión en equipos
- Mal uso de las áreas de los pisos
- Mala utilización de la mano de obra

Entre mejor relacionados estén éstos factores, la empresa minimizará los costos de producción, aumentando así las utilidades por ventas y aprovechando al máximo los recursos con que cuenta.

Existe un enorme interés por parte de los directivos de la empresa Centro de Precisiones Mecánicas para que los factores antes mencionados minimicen los costos de producción y puedan obtenerse de esa manera un incremento en la productividad, actualmente algunos de éstos factores están afectando negativamente el desarrollo productivo en dicha organización, elementos que sirven de base para buscar la mejor alternativa para minimizarlos y lograr una mejor interrelación entre las áreas de trabajo.

Por el tipo de actividad económica entre los factores que más afectan el desarrollo laboral de la empresa se encuentran: El aumento en el manejo materiales, malos procedimientos en el flujo de materiales, mala relación entre las facilidades y la poca o nula programación de la producción.

1.1.1. Datos Estadísticos.

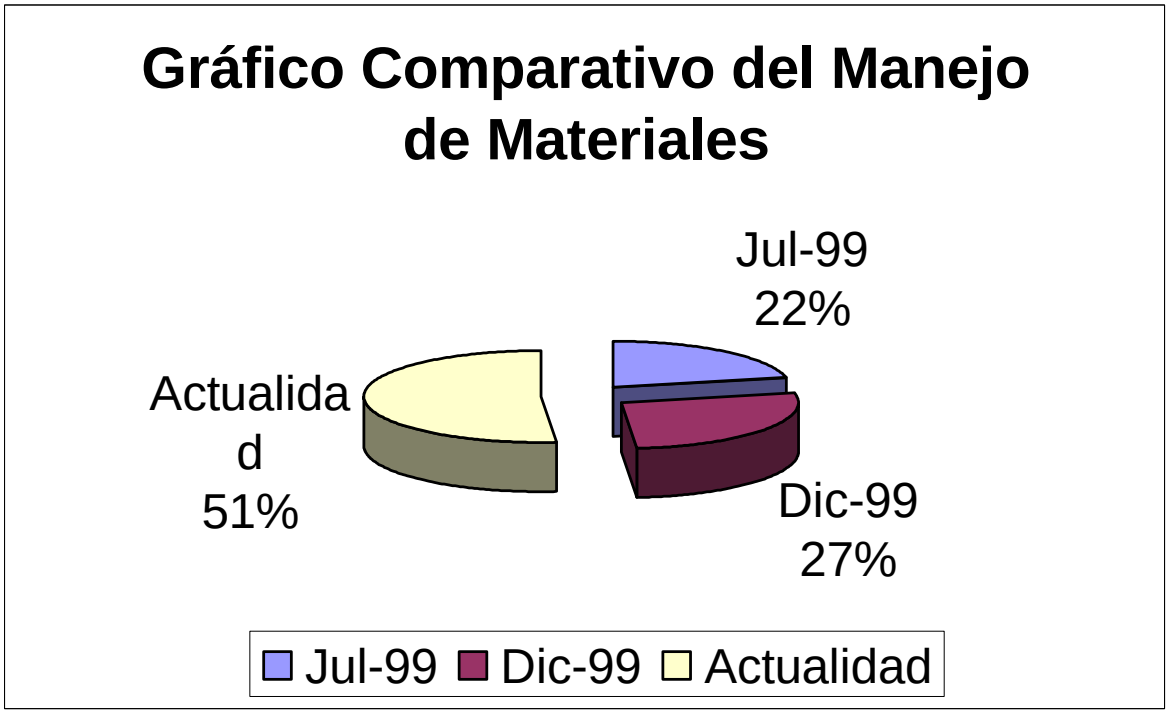
En el mes de Julio del año 1999, mes en el cual la empresa comienza sus labores, hace uso de materiales tales como: Ángulo, Tubo Industrial, Hierro Plano, Pletina, Lámina de Hierro y Lámina Galvanizada, Caño Negro, Caño Galvanizado; por el tipo de trabajos que se encuentran elaborando.

A partir del mes de Diciembre, mes en el cual se instalan máquinas-herramientas, se comienzan a utilizar además de los ya mencionados, materiales como: Acero 1020, Acero 1045 , Barra Corrugada y Barra Lisa.

En la actualidad por los tipos de trabajos que se desarrollan, se utilizan los materiales de Nylon, Teflón, Barra Perforada, Acero VCN, Amutit, Acero Arné, Aluminio, Bronce, Fundición, así como los antes mencionados.

TABLA

jul-99	dic-99	Actualidad
8	10	19



1.2. Tecnología.

Item	Descripción	Marca	Dimenciones			Voltage	Potencia	Cantidad
			Alto	Largo	Ancho			
1	Torno Paralelo Distancia entre centros 40" Agujero del husillo 2 ”	Víctor modelo 1660-B	1.60 Mts	2.70 Mts	1.0 Mts	220V	7 1/2 HP	1
2	Torno Paralelo Distancia entre centros 40” Agujero del husillo 2"	Víctor modelo 1440-B	0.74 Mts	1.92 Mts	1.10 Mts	220V	3 HP	1
3	Fresadora Vertical	Víctor modelo JF-2V5	1.60 Mts	1.70 Mts	2.30 Mts	220V	3 HP	1
4	Fresadora Vertical	Víctor modelo KTM-380V	1.60 Mts	1.70 Mts	2.20 Mts	220V	3 HP	1
5	Rectificadora de Superficies Planas.	Víctor Modelo PFG-1224AH	2.45 Mts	2.0 Mts	3.25 Mts	220V	5 HP	1
6	Taladro de Banco	DP16F	1.50 Mts	0.40 Mts	0.70 Mts	110V	1/2 HP	1
7	Equipo de Soldadura	Miller	0.90 Mts	0.30 Mts	0.50 Mts	Tipo AC		1

Item	Descripción	Marca	Dimenciones			Voltage	Potencia	Cantidad
			Alto	Largo	Ancho			
	Eléctrica					110-220V		
8	Equipo de Soldadura Eléctrica	Lincoln	0.65 Mts	0.43 Mts	0.30 Mts	Tipo AC/DC Voltaje 220V		1
9	Soldadura Oxiacetilénica. Cilindro de Oxígeno de 110 PSI Cilindro Acetileno 435 PSI	Harris	1.50 Mts	0.60 Mts	0.50 Mts	Tipo pesado		1
10	Esmeril de Banco	Dewalt Modelo DW756	0.50 Mts	0.40 Mts	0.60 Mts	120 V		1
11	Prensa Hidráulica	50 Toneladas	2.70 Mts	1.85 Mts	1.60 Mts			1
12	Prensa Hidráulica	12 Toneladas	1.40 Mts	0.60 Mts	0.25 Mts			1
13	Sierra de Banda	Víctor	1.00 Mts	1.30 Mts	0.50 Mts	220 V	1 HP	1
14	Compresor	ABAC	0.40 Mts	1.30 Mts	0.90 Mts	220 V	3 HP	1
15	Banco de trabajo	Prensa de 5"	0.90 Mts	2.00 Mts	1.10 Mts			1
16	Banco de Trabajo	Prensa de 4"	0.80 Mts	2.10 Mts	1.04 Mts			1

Item	Descripción	Marca	Dimenciones			Voltage	Potencia	Cantidad
			Alto	Largo	Ancho			
17	Banco de Trabajo	Prensa de 4"	0.95 Mts	2.45 Mts	1.25 Mts			1
18	Horno de Electrodos		1.65 Mts	0.50 Mts	0.50 Mts	110 v		1

1.1.3. Distribución Actual de la Planta en la empresa Centro de Presiciones Mecánicas.

1.2. Justificación.

La necesidad del estudio de Distribución de Planta en la empresa CENTRO DE PRESICIONES MECÁNICAS, se encuentra basado en el historial de crecimiento que la empresa ha generado durante el tiempo que tiene de su existencia, así como también en los beneficios a alcanzar, mejorando de esa manera todos aquellos factores como lo son: La utilización de horas extras para cumplir con los pedidos, la dificultad en el Manejo de Materiales, la dificultad en el Flujo de Materiales y la pérdida de Tiempo por los traslados que los trabajadores deben de realizar; que de una u otra forma afectan el desarrollo de la misma.

1.2.1. Historial de crecimiento de la empresa Centro de Presiciones Mecánicas. [1]

Fecha	Ingresos por Ventas
Julio de 1999	¢6,000.00
Septiembre de 1999	¢9,000.00
Enero de 2000	¢28,000.00
Marzo de 2000	¢42,000.00
Abril de 2000	¢47,000.00

[1] Fuente archivos de ventas de la empresa Centro de Precisiones Mecánicas

Fecha	Ingresos por Ventas
Julio de 2000	¢60,000.00

El crecimiento acelerado de la empresa CENTRO DE PRESICIONES MECÁNICAS, se debe al fenómeno ocurrido en la ciudad de Metapán a mediados del año 1999, el cual fue generado por el despido masivo de personal en la empresa Cementos de El Salvador S.A., lo cual permitió que todo el trabajo de mantenimiento fuese entregado a contratistas; además de ello la empresa CENTRO DE PRESICIONES MECÁNICAS, logró realizar contratos con la Presa CEL Guajoyo en los cuales tubo la oportunidad de obtener grandes ingresos, dichos contratos fueron realizados por la inversión en maquinaria de avanzada tecnología que los accionistas del CENTRO DE PRESICIONES MECÁNICAS habían realizado, garantizando un trabajo de calidad y cumpliendo con los tiempos de entrega establecidos.

1.2.2. Beneficios.

Beneficios Económicos: Los cuales se logran a través de la respuesta a la demanda de trabajo, incrementando las utilidades de la empresa.

Beneficios Sociales: El aumento en la demanda de trabajo, trae como consecuencia, un desborde de mejoras sociales a los trabajadores, pues con ello puede garantizarse la estabilidad laboral de los mismos asegurando su bienestar y el de sus familiares.

Beneficios Técnicos: La mejora entre los procedimientos de fabricación, el manejo y flujo de materiales, la planeación de la producción con respecto al tiempo y recursos, permitirá reducir todos aquellos factores que afecten la producción.

1.3. Teoría Adoptada para la Distribución de Planta.

1.3.1 Antecedentes Teóricos.

1.3.1.1 Síntesis del problema.

Una de las razones de existencia de las empresas, es aprovechar al máximo sus recursos para generar beneficios económicos; razón que no es ignorada en la empresa Centro de Presiciones Mecánicas, porque en las primeras visitas a la misma se observó que se encuentra en una situación de crecimiento, lo cual es generado por la utilización correcta de algunos de sus recursos; éste crecimiento también genera efectos que hacen necesario el análisis de la situación actual de la misma para que todos aquellos que afecten su desarrollo puedan ser contrarrestados y de esa forma las utiilidades se incrementen.

1.3.1.2. Antecedentes del sector.

Por su actividad económica la empresa Centro de Presiciones Mecánicas, se encuentra tipificada dentro del sector Industrial Metal Mecánica, el cual presenta las siguientes características:[2]

- **Proceso de producción:** Intermitente, es decir, el proceso de fabricación se detiene continuamente, lo cual se debe a que la mayoría de los productos no se encuentran estandarizados, sino, que son el resultado de múltiples necesidades de los clientes.

- **Cantidad de producción:** Pequeños lotes, de acuerdo a los mecanismos que requieren los productos resultantes de los procesos de metal mecánica, generalmente las piezas se producen en pequeñas cantidades o incluso piezas unitarias para su ensamble.

- **Tipo de Maquinaria:** De procesos estandarizados, por lo que el tipo de maquinaria a utilizarse no está diseñada necesariamente para procesos específicos , sino que dichas máquinas tienen las características para desarrollar múltiples operaciones y comunes entre sí.

- **Arreglo del equipo:** La maquinaria puede agruparse por las características del proceso de fabricación, es decir existen áreas de: Tornos, Fresadoras, Soldadura.

---

[2] Muther, Richard "Distribución en Planta" 4ª Edición Editorial Hispano Europea S.A. Año 1981.

- **Manejo de materiales:** Móvil, continuamente se necesita cambiar el material utilizado para la fabricación de los productos, basándose en las dimensiones y formas de las piezas a fabricar.

- **Inventario en proceso:** Alto, debido a la necesidad del manejo de diferentes tipos de materiales, por ser grande la variedad de productos a fabricar.

- **Habilidad de mano de obra directa:** Alta, ya que la gran variedad de productos exige al operario tener destreza en la fabricación de piezas.

- **Supervisión :** Difícil, debido a la constante rotación del producto.

- **Planeación:** Compleja, por el motivo de que existe una alta rotación de productos, es difícil planear la producción diaria de cada hombre-máquina.

- **Control:** Complejo, por lotes pequeños y muchas veces unitarios, lo que hace que los tiempos de producción sean cortos, dificultando de esta manera el control de los procesos.
- **Ciclo de producción:** Corto, característica resultante de la fabricación de pequeños lotes o piezas unitarias.

- **Balance de línea:** Fácil, la característica de tener agrupadas las máquinas por proceso, permite apoyar fácilmente a alguna línea en dificultades evitando de esa manera la necesidad que existe en otros tipos de producción del movimiento de equipo.

- **Costos:** Alto, ya que el volúmen de fabricación es pequeño, los costos de fabricación son altos.

1.3.2. Teorías Actuales.

La distribución o disposición del equipo (instalación, máquinas, etc.) y áreas de trabajo, es un problema ineludible para cualquier empresa, ya sea, manufacturera o de comercialización, lo que hace necesario que se busque que las facilidades de la empresa permitan el mejor desarrollo de las actividades de la misma.

1.3.2.1. Concepto.

La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y

todas las otras actividades o servicios, con el equipo de trabajo y el personal de taller.[3]

1.3.2.2. Objetivo de la Distribución de Planta.

La Distribución de Planta tiene por objeto planificar el arreglo de las facilidades y el personal de tal manera que el proceso de fabricación pueda llevarse a cabo de la forma más efectiva posible, se requiere un mínimo de movimientos tanto del material como del personal, así como utilizar el menor tiempo para cada parte individual. Cuanto menor sea la cantidad de tiempo que una pieza de material emplee en la planta, menor será la oportunidad de tomar cargos a su cuenta en términos de costos directos o indirectos.- Los principales objetivos de la Distribución de Planta son:

- Facilitar el proceso de manufactura.
- Minimizar el manejo de materiales.
- Mantener flexibilidad de arreglo y de operaciones.
- Mantener una alta tasa de producción y utilidades del trabajo en proceso.
- Mantener bajos los costos de inversión en equipos.

[3] Muther, Richard "Distribución en Planta" 4ª Edición Editorial Hispano Europea S.A. Año 1981.

- Hacer uso económico del área del piso

- Promover la efectiva utilización de la mano de obra

- Proveer para conveniencia de los empleados, seguridad y confort al hacer el trabajo.

1.3.2.3. Principios de la Distribución de Planta [4]

- **Principio de la Integración de Conjunto.**

La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el mejor compromiso entre todas éstas partes.

- **Principio de la Mínima Distancia Recorrida.**

En igualdad de condiciones, es siempre mejor aquella distribución que permite

que la distancia a recorrer por el material entre las operaciones sea la más corta.

- **Principio de la Circulación o Flujo de Materiales.**

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.

- **Principio del Espacio Cúbico.**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.

- **Principio de la Satisfacción y de la Seguridad.**

En igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.

- **Principio de la Flexibilidad.**

---

[4] Practical Plant Layout, Mc Graw Hill, Nueva York, Año 1981.

En igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costos o inconvenientes.

1.3.2.4. Naturaleza de los Problemas de Distribución de Planta. [5]

- **Proyecto de una planta completamente nueva.**

Este caso de distribución en planta se puede dar solamente cuando la compañía inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o cuando se expansiona o se traslada a una nueva área.

- **Expansión o traslado a una planta ya existente.**

El problema consiste en adaptar el producto, los elementos, y el personal de una organización ya existente a una planta distinta que también ya existe.

- **Reordenamiento de una distribución ya existente.**

[5] Practical Plant Layout, Mc Graw Hill, Nueva York, Año 1981.

El problema consiste en usar el máximo de elementos ya existentes, compatibles con los nuevos planes y métodos, el cual es frecuente sobre todo con ocasión de cambios de estilo o de modelos de productos o con motivo de modernizaciones del equipo de producción.

- **Ajustes menores en distribuciones ya existentes.**

Este tipo de problema se presenta principalmente cuando varían las condiciones de operación tal es el caso como: Variación en el diseño de ciertas piezas, excedente de ventas, fabricación de un producto adicional pero similar, cambio en el método de producción, reemplazo de equipo obsoleto, etc.

1.3.2.5. Tipos de Distribución de Planta. [6]

Los hombres trabajan sobre cierta clase de material con la ayuda de la maquinaria. Cambian la forma o característica del material, o le añaden otros materiales distintos para convertirlo en un producto. Fundamentalmente, existen sólo siete modos de relacionar, en cuanto al movimiento éstos tres elementos de producción:

- Movimiento de Material: Probablemente el elemento más comúnmente movido.

[6] Practical Plant Layout, Mc Graw Hill, Nueva York, Año 1981.

El material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente.

- Movimiento del Hombre: Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de materia.

Esto raramente ocurre sin que los hombres lleven con sigo maquinaria (al menos sus herramientas).

- Movimiento de Maquinaria: El trabajador mueve diversas herramientas o maquinaria dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande.

- Movimiento de Material y de Hombres: El trabajador se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada maquinaria o lugar de trabajo.

- Movimiento de Material y de Maquinaria: Los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan a cabo la operación. Raramente práctico, excepto en lugares de trabajo individuales.

- Movimiento de Hombres y de Maquinarias: Los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo generalmente al rededor de una gran pieza fija.

- Movimiento de Materiales, Hombres y Maquinarias: Generalmente es demasiado caro e innecesario el moverlos a los tres.

1.3.2.6. Tipos Clásicos de Distribución. [7]

Los tipos clásicos de Distribución son tres:

1.3.2.6.1. Distribución por Posición Fija:

Es decir, que el material no cambia de lugar, se trata de aquel tipo de distribución en la que el material o los componentes permanecen en un lugar fijo y todas las herramientas, maquinaria, hombres y todos aquellos elementos que integran el productos concurren hacia el lugar en donde el componente principal se encuentra estacionario.

1.3.2.6.2. Distribución por Procesos o por Funciones:

En ella todas las operaciones del mismo proceso o tipos de proceso están

agrupadas en áreas como por ejemplo el área de soldadura, el área de tornos, el área de fresadoras, etc...

1.3.2.6.3. Distribución por Producción en Cadena:

También conocido como Producción en Línea o por Producto. En ésta, un producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la Distribución Fija, el material está en movimiento, es decir el material pasa por todos los puestos de trabajo los cuales a su vez están ordenados según la secuencia de las operaciones.

1.3.2.7. Herramientas Utilizadas en la Distribución de Planta.

Para el correcto desarrollo de una Distribución en Planta, es necesario recurrir a la utilización de algunas de las herramientas que permitan obtener la información adecuada para realizar la mejor Distribución, entre las cuales se pueden mencionar:[8]

- **Carta de Ensamble.**

---

[7] Practical Plant Layout, Mc Graw Hill, Nueva York, Año 1981.
[8] Organización Internacional del Trabajo, "Itroducción al Estudio del Trabajo", 4ª Edición, Editorial Limusa, Año 1996.

Es un gráfico que explica por si mismo, la secuencia en la cual las partes o componentes y sub ensambles, fluyen al ensamble de un producto.

- **Diagrama de Proceso de Ensamble.**

Es una representación gráfica de los hechos y de la información relativa a los mismos, que ocurren durante una serie de operaciones, extendiendo de esa manera los datos proporcionados por la carta de ensamble. El Diagrama de Proceso muestra en un espacio limitado, las operaciones, su secuencia, sus relaciones y los puntos donde cada material se une a otro u otros. Puede incluir tambien cualquier otro dato que pueda servir para el análisis posterior, tales como tiempo requerido para la operación y situación. El diagrama ofrece una visión rápida de la tarea global de producción. Este diagrama solo es representado por medio de los símbolos de operación e inspección.

- **Diagrama de Flujo de Ensamble.**

Al igual que el diagrama de procesos, éste diagrama es una representación gráfica, siendo su objetivo principal el presentar una imagen de lo que ocurre, pero es más completo que el anterior. Incluye las actividades de movimiento y de espera:

Transportes, demoras y almacenajes.

- **Diagrama de Flujo o Recorrido.**

Es un representación gráfica del patrón de flujo trazado en el plan de un piso del área de flujo que involucra las áreas de la empresa por donde circulan los materiales que componen el producto final.

- **Carta de Flujo del Proceso.**

Es una representación de todas las operaciones, inspecciones, transportes, demoras, almacenamientos, flujos y actividades combinadas en la elaboración del producto.

- **Carta de Procesos Multiproductos.**

Es un gráfico en el cual se muestran los distintos productos que son fabricados por la empresa o los componentes de un productos y que requieren de los mismos procesos de fabricación.

- **Carta de Actividades Relacionadas.**

Es una técnica ideal para relacionar un grupo de actividades o áreas de servicio en la empresa, en muchas ocasiones es de mayor importancia que el flujo de materiales, las áreas de servicio deben estar integradas con el patrón general de flujo de tal forma que las facilidades necesarias sean convenientemente disponibles.

- **Diagrama de Actividades Relacionadas.**

Es la parte lógica siguiente después de la construcción de la carta de relación de actividades y tiene por objeto establecer las relaciones importantes entre las combinaciones de las actividades de la organización.

- **Diagrama de Bloques.**

Muestra la relación entre los diversos departamentos por medio de bloques. Dichos bloques solo muestran los departamentos y no el espacio requerido para éstos. La técnica permite que al recortar los bloques puedan realizarse diversas combinaciones hasta lograr la mejor de ellas, resultando ésta última como la óptima

dentro de las desarrolladas.

1.3.2.8. Ventajas de la Distribución por Proceso.

- Se logra una mejor utilización de la maquinaria, lo que permitirá reducir las inversiones.

- Se adapta a gran variedad de productos, así como a frecuentes cambios en la secuencia de operaciones.

- Se adapta fácilmente a una demanda intermitente.

- Es fácil mantener la continuidad de la producción cuando se presentan casos como: Avería de máquina o equipo, escasez de material o ausencia de operarios.

1.3.3. Teoría Adoptada.

Por las características de la empresa Centro de Presiciones Mecánicas, la cual se encuentra en el sector industrial de metal mecánica, necesita una Distribución por Proceso, por ser de tipo intermitente, es decir, que el proceso de fabricación se detiene continuamente; la cantidad de producción se realiza en pequeños lotes o incluso piezas

unitarias, el tipo de maquinaria es de procesos estandarizados, lo que significa que ellas no están diseñadas para procesos específicos; en este tipo de distribucón el material es el que se mueve hacia el puesto de trabajo, se requiere que la habilidad de la mano de obra directa sea alta, debido a la gran variedad de productos; la supervisión es difícil por la constante rotación del producto al igual que su planeación; el control se vuelve complejo, debido a que la producción es por lotes pequeños y en muchas ocaciones piezas unitarias; el ciclo de producción es relativamente corto; el balance de línea se efectúa fácilmente ya que se tiene la característica de tener agrupadas las máquinas por proceso, además los costos son altos, porque el volúmen de fabricación es pequeño.

1.3.3.1. Economía por el Tipo de Distribución Adoptada.

La distribución por procesos resulta más económica para bajos volúmenes de producción, ya que no necesita inversión en maquinaria especializada, ni mayor cantidad de éstas, como por ejemplo bandas transportadoras. El balance de línea es fácil de efectuarlo, no se necesita mover maquinaria para realizar dicho balance; esto permite obtener costos bajos de instalación.

1.3.3.2. Factores que afectan a la Distribución en Planta.

Al realizar una Distribución en Planta, es necesario considerar ciertos factores que afectan a ésta de una forma directa o indirectamente para lo cual se requiere

de: Un conocimiento ordenado de los diversos elementos o particularidades implicadas en una distribución y de las diversas consideraciones que puedan afectar a la ordenación de los elementos industriales, y un conocimiento de los procedimientos y técnicas de como debe ser realizada una distribución para integrar cada uno de éstos elementos.

Existen ocho factores a considerar, los cuales tienen influencia sobre la distribución, para cada factor examinaremos diversas características.

Los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, se didviden en ocho grupos:[9]

- Factor material, que incluye el diseño, variedad, cantidad de operaciones necesarias para la producción así como la secuencia en el desarrollo de las mismas.
- Factor maquinaria, abarcando equipo de producción y herramientas y su utilización.
- Factor hombre, involucrado en la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
- Factor movimiento, englobando el transporte inter o intradepartamental, así como el manejo de las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones
- Factor espera, incluyendo el almacenamiento temporale y permanente así como también las esperas que las partes o componentes del produscto deban de realizar

[9] Practical Plant Layout, Mc Graw Hill, Nueva York, Año 1981.

para luego ensamblarse entre sí.

- Factor servicio, cubriendo el mantenimiento, inspecció control de desperdicios, programació y lanzamiento de los productos.
- Factor edificio, el cual comprende los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de instalaciones
- Factor cambio, teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

FACTOR MATERIAL.

Todo objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que logre cambiar su forma o características. Por lo que la distribución de los elementos de producción ha de depender necesariamente del producto que se desee y del material sobre el que se trabaja.

El factor material incluye los siguientes elementos:

- Materias primas.
- Matrerial entrante.
- Material en proceso.
- Productos acabados.

En la industria de metal mecánica, se manejan diferentes tipos de materia prima, esto de acuerdo al tipo de producto que se necesite fabricar y el material que se especifique, por lo cual, los materiales más utilizados en la empresa Centro de

Precisiones Mecánicas son:

Nylon, Teflón, Barra Perforada, Acero VCN, Amutit, Acero Arné, Aluminio, Bronce, Fundición, Acero 1020, Acero 1045, Barra Corrugada y Barra Lisa , Ángulo, Tubo Industrial, Hierro Plano, Pletina, Lámina de Hierro y Lámina Galvanizada, Caño Negro, Caño Galvanizado.

En relación al material entrante, depende en gran medida al numero de piezas a fabricar, aunque este tipo de industria se caracteriza por fabricar pequeños lotes e incluso piezas unitrarias, por que los productos no se encuentran estandarizados por ser el resultado de múltiples necesidades, lo cual genera como consecuencia que la variedad de material entrante sea alta.

También la variedad de material en proceso es alto, debido a la necesidad de fabricar diferentes tipos de piezas, en un mismo o diferentes tipos de materiales.

En este tipo de industria no se maneja alto volúmen de piezas acabadas así como también no existe un almacenamiento permanete de los mismos, aunque existe una alta variedad de productos.

FACTOR MAQUINARIA.

Èste factor se relaciona directamente con la producción de piezas, entre algunos elementos que se encuentran en el factor maquinaria son: Máquinas de producción,

equipo de proceso o tratamiento, dispositivos especiales para la sujeción, herramientas, moldes, plantillas, aparatos de medición y de verificación, herramientas manuales y eléctricas. Con el mejor ordenamiento de éstos elementos se reducirán los tiempos improductivos así como se mejorará el proceso o método de producción. La maquinaria utilizada en ésta industria es de tipo estandarizada, por lo que la misma no está diseñada para realizar procesos específicos, sino que tiene la característica de desarrollar múltiples operaciones.

FACTOR HOMBRE.

El hombre es mucho más flixible que cualquier material o maquinaria, se puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, entrenarle para nuevas operaciones y generalmente encajarle en cualquier distribución que sea apropiada para las operaciones deseadas.

Los elementos y particularidades del factor hombre son:

- Mano de obra directa
- Jefe de equipo y capataces

- Jefe de sección y encargados.
- Jefe de servicio.

Estos son los hombres que intervienen en el trabajo.

Las consideraciones sobre el factor hombre son:

- Condiciones de trabajo y seguridad.
- Necesidad de mano de obra (tipo de trbajadores, número necesario y horas de trabajo)
- Utilización del hombre.

En cualquier distribución debe de considerarse la seguridad de los trabajadores y empleados, para ello las condiciones específicas de seguridad que se deben de tener en cuenta son:

- Que el suelo este libre de obstrucciones y que no resbale.
- No poner al operario en situación riesgosa (maquina, instalación).
- Accesos adecuados y salidsas de emergencia bien señalizadas.
- Elementos de primeros auxilios y extintores de fuego cercanos.
- Cumplimiento de todos los codigos y regulaciones de seguridad.

En la distribución por proceso, la mano de obra debe de ser especializada por el tipo de proceso, ademas que debera tener destresa en la fabricacion de piezas.

El numero necesario de horas de horas de trabajo, por lo general es de ocho horas aunque unas empresas en este tipo de industrias adoptan turnos por dia o por semana esto puede afectar a una distribución de un modo vital, especialmente si diversos departamentos tienen diferentes tipos de turnos.

En la industria de metal mecanica se adopta jornada laborar de ocho horas mas horas extras dependiendo de la demanda.

FACTOR MOVIMIENTO.

El movimiento de al menos uno de los tres elememtos básicos de producción (material, hombres y maquinaria) es escencial. Generalmente se trata del material (materia prima, material en proceso o productos acabados). El movimiento de los materiales es tan importante que muchas industrias tienen equipo y métodos de manejo.

Para la mayor parte de las industrias la forma en que el material es transportado, manejado o trasladado, tiene gran influencia sobre la distribución de la planta, por lo que en el diseño de la distribución de la ella tiene por objeto eliminar el manejo innecesario y poco económico, así comno reducir los gastos generales, adoptando métodos de manejo que se ajusten mejor al problema global dependiendo del tipo de industria.

Las consideraciones sobre el factor movimiento se agrupan de la siguiente manera.

-Patrón o modelo de circulación. Es fundamental establecer un patrón o modelo de circulación a través de los procesos que sigue el material; realizando un modelo apropiado, se reducirá automaticamente la cantidad de manejo innecesario.

- Reducción del manejo innecesario y antieconómico.

FACTOR ESPERA.

Cuando la Distribución de Planta está correctamente planeada, los circuitos de flujo de material se reducen a un grado óptima, el objetivo es que exista una circulación dematerial veloz y muy clara a través de la planta, siempre en progreso hacia el acabado del producto.

Siempre que los materiales son detenidos, tienen lugar las esperas o demoras, las cuales tienen dinero y la única razon por la cual se puede justificar la existencia de material en espera es porque permite mayores ahorros en alguna parte del proceso total de fabricación.

Las esperas en el proceso de producción permite mejorar las utilización de la mano de obra y la maquinaria, por lo tanto el material en espera puede ser a la vez una economía y no algo que el distribuidor de planta debe tratar de eliminar.

Las áreas y/o espacios que se deben de tener en cuenta en toda distribución de planta son:

- Área de recepción del material entrante.
- Almacenaje de materia prima u otro material comprado.
- Almacenaje dentro del proceso.
- Demoras entre dos operaciones.
- Áreas de almacenaje de productos acabados.
- Áreas de almacenaje de suministros, mercancías devueltas, material de embalaaje, material de recuperación, desechos, material defectuoso, suministros de mantenimiento y repuestos, dibujos y piezas muestras.

FACTOR SERVICIO.

Los servicios en una Distribución de Planta se refiere a las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.

Estos servicios comprenden:

- Servicios relativos al personal:

- Vías de acceso

- Instalaciones para uso del personal

- Portección contra incendios

- Iluminación

- Calefacción y Ventilación

- Oficinas

➢ Servicios relativos al material:

- Control de Calidad

- Control de Producción

- Control de rechazos, mermas y desperdicios

➢ Servicios relativos a la maquinaria:

- Mantenimiento

- Distribución de líneas de servicios auxiliares

FACTOR EDIFICIO.

Por que la empresa Centro de Presiciones Mecánicas ya cuenta con su edificio, se deben de tener en cuenta todas las consideraciones del caso para que la distribución de planta, tome en cuenta las áreas existentes dentro del mismo.

Se debe entender que la existencia del edificio se convierte en una limitación para la distribución de la planta, porque no se tendrá una libertad para poder realizar la

distribución.

Las conseracones al realizar la evaluación del edificio son:

- Si el edificio es de forma especial o de uso general
- Si el edificio es un solo piso o de varios
- La forma del mismo
- La existencia de sótanos
- Cantidad de ventanas para la ventilación
- El tipo de suelo
- La forma del techo y sus materiales de construcción
- Las paredes y columnas

FACTOR CAMBIO.

En la empresa Centro de Precisiones Mecánicas, el factor cambio será evaluado para tomar en cuenta los posibles cambios en los procesos de mecanizado de los productos, así como también otras consideraciones que se deben de tener muy en cuenta y entre las cuales se mencionan:

- Cambios en los materiales (diseño del producto, tipos de materiales a utilizar, demanda, variedad de productos)
- Cambios en la maquinaria (procesos y métodos de trabajo)
- Cambios en el personal (horas de trabajo, organización o supervisión, habilidades)

- Cambios en las actividades auxiliares (manejo, almacenamiento, servicios, edificio)
- Cambios externos y limitaciones debidas a la instalación
- Flexibilidad de la distribución
- Expansión

1.3.3.3. Marco Normativo. [10]

- Medio Ambiente.

El desarrollo de las actividades de la empresa se encuentra normado por: La Ley del Medio Ambiente que en el Título V Prevención y Control de la Contaminación, Capítulo I Disposiciones Especiales, Artículo 42 el cual versa:" Toda persona natural o jurídica, el estado y sus entes descentralizados están obligados, a evitar las acciones deteriorantes del medio ambiente, a prevenir, controlar, vigilar y denunciar ante las autoridades competentes la contaminación que pueda perjudicar la salud, la calidad de vida de la población y ecosistemas, especialmente las actividades que provoquen contaminación de la atmósfera, el agua, el suelo y medio costero marítimo".

Título V Prevención y Control de la Contaminación, Capítulo III Prevención y Control de la Contaminación, Artículo 50, inciso b), el cual versa: " Los habitantes deberán utilizar prácticas correctas en la generación, reutilización, almacenamiento,

transporte, tratamiento y disposición final de los desechos domésticos, industriales y agrícolas".

- Disposiciones de Higiene y Seguridad Industrial.

Las técnicas modernas de gestión empresarial no han dado la debida importancia a la higiene y seguridad en el trabajo y a la ergonomía, a pesar de la tendencia moderna a considerar a una empresa industrial como un sistema global o una combinación de subsistemas a través de los cuales se desarrollan las actividades de la empresa.

No sólo un medio ambiente de trabajo peligroso puede constituir la causa directa de accidentes y enfermedades profesionales, sino que la insatisfacción de los trabajadores cuyas condiciones de trabajo no están adaptadas a su nivel cultural y social actual, puede provocar también la disminución de la calidad y la cantidad de la producción, una rotación excesiva de mano de obra y un mayor ausentismo. Obviamente, las consecuencias de ésa situación varían según el medio sociocultural. Sin embargo en todo lugar donde exista una demanda de mano de obra, sería absurdo creer que las empresas cuyas condiciones de trabajo no están en armonía con el progreso técnico y el crecimiento económico pueden contar con un personal estable y alcanzar niveles rentables de productividad.

En cuanto a la organización de la seguridad e higiene del trabajo, el método más

---

[10] Vásquez López, Luis, “Ley del Medio Ambiente”, Editorial Lis, Año 1999.

eficaz para obtener buenos resultados en la prevención de accidentes de trabajo abarca los elementos siguientes: Reconocimiento de la importancia de la responsabilidad del empleador de garantizar que el lugar de trabajo sea seguro y no presente riesgos para la salud de los trabajadores; adopción de una política de seguridad e higiene del trabajo que prevea el establecimiento de una buena organización de la seguridad e higiene en la empresa; el estímulo de una amplia participación de los trabajadores en las actividades de seguridad e higiene en el lugar de trabajo, con inclusión de la creación de comités de seguridad, servicios de inspección e investigación de los accidentes, y el nombramiento de especialistas.

Los locales de trabajo deben estar diseñados con base a ciertos principios básicos como lo son: Necesidad de aislar toda actividad que sea peligrosa o que pueda resultar perjudicial; construir los locales de trabajo sobre el nivel del suelo y estar dotados de ventanas con una superficie total que no sea inferior al 17% de la superficie del piso; los techos no deben estar a una altura inferior a tres metro y cada trabajador debe poder disponer como mínimo de 10 metros cúbicos de aire (o más sí las temperaturas o el nivel de la contaminación atmosférica son elevados); para precaverse contra los accidentes es importante que cada trabajador disponga de un mínimo suficiente de superficie libre y en todo caso de no menos de 2 metros cuadrados por persona; las paredes y los techos deben tener un acabado que evite la acumulación de suciedad y la absorción de humedad y, de ser necesario, que reduzca la transmisión de ruido; el pavimento no debe de ser resbaladizo, no debe soltar polvo y debe poderse limpiarse con facilidad, y en caso

necesario debe poseer unas buenas características de aislamiento eléctrico y térmico; aplicar los principios de orden y limpieza en cada lugar de trabajo.

1.4. Arreglo Modular de Tiempos Estándar Predeterminados (MODAPTS).

La necesidad de calcular el tiempo que un trabajador invierte en desarrollar una tarea, ha llevado a los especialistas a utilizar diversas técnicas para la determinación del mismo. La primera herramienta utilizada para el estudio de tiempos, encaminada a la fijación de estándares fue la utilización de cronómetros el cual permite la toma del tiempo que el trabajador utiliza en desarrollar la tarea; Presenta como gran desventaja las posibles imprecisiones que realice el especialista al inicio y finalización de cada ciclo cronometrado. Posteriormente surgen sistemas más complejos como por ejemplo el Método de Medición del Tiempo (MTM), como una verdadera técnica y muy innovadora que permite por medio de la observación de movimientos asignar el tiempo estándar a una tarea. A pesar de ser un método muy sofisticado presenta algunas deficiencias a la hora de su utilización como por ejemplo una facilidad para olvidar el método así como también el requerimiento de personal diestro con muchas horas de aprendizaje teórico y mucha experiencia practica.

Para compensar las desventajas presentadas por las técnicas anteriores surge el sistema de Arreglo Modular de Tiempos Estándar Predeterminados (MODAPTS), el

cual permite medir el tiempo que se invierte para realizar un trabajo sin tener la necesidad de medir movimientos individuales, la practicidad del método le a permitido ser muy aplicable en todo tipo de trabajo entre ellos industrias, oficinas y hospitales.

1.4.1. Fundamentos del MODAPTS.[11]

En el sistema MODAPTS las unidades de trabajo son denominadas módulos que equivalen a 0.143 segundos.

Esta técnica difiere de las otras técnicas existentes para fijación de estándares básicamente en cinco características:

- Todas las actividades se expresan en forma modular.
- El método para clasificar movimientos es tal que el numero real de unidades de actividad humana de trabajo presentado por cada clasificación esta contenido en su propia identificación descriptiva.
- Las unidades seleccionadas distinguen movimientos generales de dedos, manos y brazos a través del espacio además de los movimientos terminales del miembro del cuerpo cerca del trabajo que esta realizando.
- La presentación de los datos en forma visual, capas de ser memorizada como una imagen, mientras que todas las presentaciones de los métodos anteriores han sido

[11] Garcia Criollo, Roberto, "Estudio del Trabajo, Medicion del Trabajo", Editorial McGraw Hill, Año 1998.

en forma de tabla de palabras e ilustraciones.

- Los factores básicos permiten al sistema aplicarse sin recurrirse a tablas de valores.

1.5. Calculo del Tiempo Tipo.

1.5.1. Concepto.

TIEMPO TIPO:

Tiempo total de ejecución de una tarea a ritmo normal de trabajo, es decir, contenido del trabajo y suplementos por contingencias (demoras), tiempo no ocupado e interferencia de las máquinas, según corresponda.

El Tiempo Tipo aplicado al área de la Metal Mecánica esta compuesto por el Tiempo de Corte utilizado por la maquinaria, los Tiempos Predeterminados para la Preparación y Maniobra de la misma (incluye preparación y montaje de Herramientas), y los Suplementos por Contingencias.

TIEMPO DE CORTE:

Es el Tiempo utilizado desde que la herramienta entra en contacto con la pieza, hasta que realiza el ultimo contacto con la misma.

TIEMPOS PREDETERMINADOS:

Desarrollados en el Arreglo Modular de Tiempos Estándar Predeterminados (MODAPTS).

SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIAS:

Desarrollados por la Oficina Internacional de Trabajo[12]

1.6 Diseño de los Documentos para la Investigación.

[12] Niebel, Benjamin, "Ingenieria Industrial, Metodos, Tiempos y Movimientos", Alfaomega, Año 1990.

1.7. Marco Conceptual.

CAPACIDAD DE LA MÁQUINA:

Cantidad potencial de piezas a fabricar de la máquina en determinado periodo, habitualmente expresado en unidades físicas producidas por unidad de tiempo por ejemplo: Toneladas por semana, piezas por horas, metros por minuto.

CONTROL DE INSTALACIONES Y MÁQUINAS:

Procedimientos y medios para planificar y verificar el buen funcionamiento y utilización de las diversas partes de la fábrica y de su maquinaria.

CURSOGRAMA:

Diagrama en que la sucesión de hechos se representa mediante símbolos especiales que ayudan a hacerse una imagen mental de un proceso con objetivo de examinarlo y perfeccionarlo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO:

Diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalado todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que le corresponda.

CURSOGRAMA SINÓPTICO:

Diagrama que presenta un cuadro general de cómo suceden tan solo las principales

operaciones e inspecciones del proceso de producción observado.

DIAGRAMA DE RECORRIDO:

Diagrama o modelo, más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. También recibe el nombre de Diagrama de Circuitos.

DIAGRAMA BIMANUAL:

Cursograma en el que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas.

DIAGRAMA DE ATIVIDADES MÚLTIPLES:

Es el Diagrama en el que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operario, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ellas.

DISTRIBUCION DE PLANTA:

Implica, la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las demás actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal del taller.

ECONOMIA DE MOVIMIENTOS:

Conjunto de principios que, al ser aplicados a los métodos de trabajo, facilitan su ejecución.

HORA-HOMBRE:

Trabajo de un hombre en una hora.

HORA-MÁQUINA:
Funcionamiento de una máquina o parte de la instalación durante una hora.

ÍNDICE DE EFICIENCIA DE LA MÁQUINA

Razón del tiempo de marcha de norma al tiempo de marcha.

ÍNDICE DE UTILIZACIÓN EFECTIVA DE LA MÁQUINA:

Razón del tiempo de marcha de norma al tiempo utilizable.

INTERFERENCIA DE LAS MÁQUINAS:

El hecho que varias máquinas (o procesos) estén esperando que las atienda el obrero encargado de ellas. Algo similar ocurre en el trabajo en equipo cuando las demoras fortuitas en el punto pueden alterar el rendimiento de todo el equipo.

PRODUCTIVIDAD:

Es la relación existente entre Producción e Insumos.

TIEMPO CONDICIONADO POR LA MÁQUINA:

El que se tarda en completar la parte del ciclo que está determinada únicamente por factores técnicos propios de la máquina.

TIEMPO DE PREPARACIÓN:

Tiempo requerido para preparar una máquina para el trabajo. Incluye el desmontaje de las herramientas utilizadas en las tareas precedentes, la eventual limpieza de la máquina y el montaje de las herramientas y dispositivos de fijación para la nueva tarea.

TIEMPO INACTIVO:

Parte del tiempo de presencia en que el trabajador tiene trabajo que hacer, pero no lo hace por diversas razones.

TIEMPO IMPRODUCTIVO:

La fracción de tiempo transcurrido, sin contar el tiempo de punteo, que se dedica a una actividad ajena a las partes específicas de la tarea.

TIEMPO NO OCUPADO:

Períodos comprendidos en el tiempo condicionado por la máquina (o proceso) y en los cuales el obrero ni realiza trabajo interior ni hace uso de un descanso autorizado.

TIEMPO TIPO:

Tiempo total de ejecución de una tarea a ritmo normal de trabajo, es decir, contenido del trabajo y suplementos por contingencias (demoras), tiempo no ocupado e interferencia de las máquinas, según corresponda.

TIEMPO DE CORTE:

Es el Tiempo utilizado desde que la herramienta entra en contacto con la pieza, hasta que realiza el ultimo contacto con la misma.

CAPÍTULO II.

SITUACIÓN ACTUAL

La finalidad del capítulo es recopilar toda la información necesaria que permita identificar: Los Procesos de Fabricación, Manejo y flujo de Materiales, Distribución del Equipo y /o Maquinaria, Tiempos de Producción, etc.

2.1. Tipo de Estudio

2.1.1. Métodos de Investigación

2.2. Población y Muestreo

2.2.1. Población

2.2.2. Delimitación de la Población

2.2.3. Muestra

2.2.3.1. Tipo de Muestra

2.3. Recolección de Datos

2.3.1. Diagrama de Recorrido

2.3.2. Diseño del Producto

2.3.3. Hojas de Ruta

2.3.4. Tiempos de Corte

2.3.5. Arreglo Modular de Tiempos Estándar Predeterminados

2.3.6. Carta de Operaciones

2.3.7. Carta de Flujo del Proceso

2.3.8. Cursograma Analítico

2.1. Tipo de Estudio.

El tipo de estudio que se aplicará en la investigación será el descriptivo, porque según la naturaleza de la misma es necesario detallar los procesos de trabajo, manejo de materiales, las áreas y espacios disponibles, presentados a través de reportes que sirvan de base para el análisis de la actual distribución de la planta.

2.1.1. Métodos de Investigación.

a) Observación: A través de este método se logra determinar las dimensiones de las áreas y espacios existentes en la organización, métodos de trabajo y manejo de materiales. Observación y la entrevista, tanto a operarios y a propietarios son elementos importantes para la recolección de datos.

b) Inductivo: Por medio de éste método puede iniciarse la observación en la fabricación de una (s) pieza (s) en particular, determinándose aquellos procesos que son comunes a otra (s) pieza (s) y que se convierten en caso general para ser aplicadas a situaciones similares a las observadas.

2.2. Población y Muestreo.

2.2.1. Población.

La población para el estudio es la empresa Centro de Precisiones Mecánicas, tomando en cuenta todos los elementos y características que la componen

2.2.2. Delimitación de la Población.

La delimitación de la población abarca todos los niveles jerárquicos de la empresa, los cuales son:

- Gerencia
- Administración
- Jefaturas

- Ventas
- Planta

El censo es la herramienta utilizada para la delimitación de la población, es decir que se realiza la observación y el conteo directo de cada uno de los elementos que componen la misma como lo son: Áreas de procesos, maquinaria y equipo, herramientas, mano de obra directa, mano de obra indirecta.

2.2.3. Muestra.

2.2.3.1. Tipo de Muestra.

La muestra a utilizar no es de tipo probabilístico, ya que se tomarán todos los elementos de la población, es decir se realizará un censo por selección directa, debido que se necesita analizar todos los elementos de la organización.

2.3. Recolección de Datos.

2.3.1. Diagrama de Recorrido

2.4. Recolección de Datos de Buje de Pines de Ruedas

2.5. Recolección de Datos de Buje de 7/8” x 9/16” x 1 ¼”

2.6 Recolección de Datos de Buje de 7/8” x 9/16” x 1 ½”

2.7 Recolección de Datos de Buje de 1” x 25/32” x 2 ¼”

2.8. Recolección de Datos de Eje para Rueda de 10 Dientes

2.9. Recolección de Datos de Eje para Rueda de 6 Dientes

2.10. Recolección de Datos de Pin de 5/16” x 5”

2.11. Recolección de Datos de Pin de 1/2” x 5”

2.12. Recolección de Datos de Pin de 1/2” x 6”

2.13. Recolección de Datos de Pletina Recta

2.14. Recolección de Datos de Pletina en E

2.15 Análisis de los Datos

Según los trabajos observados, la mayoría de las piezas fabricadas, son piezas que requieren un mecanizado de torno, por lo tanto habrá que poner una especial atención hacia esa determinada área.

Esto implica que existen otras áreas cuya producción no es tan elevada como el área del torno.

Por la falta de bodega y la gran demanda de trabajo de torno obliga a tener áreas dentro del taller como bodegas temporales de material, dificultando el flujo de los mismos.

Los estudios realizados a las muestras de trabajo permiten deducir que el tiempo utilizado para fabricación de determinadas piezas puede mejorarse, utilizando herramientas de mejor calidad.

Además las actuales características de los tornos no permiten trabajar piezas de mayores dimensiones con mayor facilidad, teniendo que utilizar elementos auxiliares para su mecanizado y muchas veces dejar de aceptar dichos trabajos.

A pesar de que las muestras tomadas representan grupos familiares de piezas, no se puede olvidar de que por las características propias de la actividad económica, la

empresa está obligada a manejar una gran cantidad de materiales, mismos, que también ocupan espacios en el área de producción.

2.16 Alternativas de Solución.

La necesidad de generar una bodega de materiales y/o producto terminado permitirá recuperar los espacios dentro del área de producción, facilitando el flujo de los materiales.

La centralización de materia prima en un área de bodega, permitirá aplicar los controles necesarios y disminuir así el uso innecesario del material.

Por la creciente demanda y la necesidad de destinar la maquinaria hacia ciertos tipos de trabajos para que éstas no sufran daño, se proyecta la adquisición de un torno con las características de los actuales y otro de mayores dimensiones. Además de que la constante comunicación con los clientes permiten evaluar la adquisición de un torno de mayores dimensiones, y así satisfacer las necesidad de dichos clientes.

Debido al incremento en la cantidad de lotes que es una de las bases fuertes de sostenimiento de la empresa, existen piezas unitarias o pequeños lotes de otros clientes

que están en espera y que se tiene la responsabilidad de fabricar, razón que es también de peso para la adquisición de maquinaria (torno).

2.17. Tablas de Suplementos para el Tiempo Tipo

CAPÍTULO III.

PROPUESTA DE DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EN LA EMPRESA CENTRO DE PRECISIONES MECÁNICAS

La finalidad de éste capítulo es la de elaborar una Distribución de Planta, a través de la cual permitirá ayudar a mejorar los proceso de fabricación de los productos, el manejo y flujo de los materiales, así como también mejorar la productividad de la empresa.

3.1. Cálculo del Requerimiento de Equipo.

3.2. Cálculo del Requerimiento de Áreas.

3.3. Hoja de Especificación de Módulos.

3.4. Carta de Actividades Relacionadas.

3.5. Diagrama de Actividades Relacionadas

3.6. Diagrama de Bloques.

3.7. Primera Aproximación de la Distribución de la Planta.

3.8. Última Aproximación de la Distribución de la Planta..

3.9. Diseño de la Distribución de la Planta propuesta para la empresa Centro de Precisiones Mecánicas.

3.9 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El análisis Costo Beneficio realizado para la empresa Centro de Precisiones Mecánicas está basado en las metas que la misma se proponga a alcanzar, en el sector Metal Mecánica las empresas tienen que buscar los ingresos a través de la fabricación de piezas como servicio a otras empresas.

Es por ello que los ingresos dependen de la cantidad de trabajo que se logre conseguir, en algunos casos los talleres logran realizar contratos de fabricación de piezas por lotes y eso permite tener una mayor estabilidad en los ingresos por servicios de fabricación de piezas, la empresa Centro de Precisiones Mecánicas ha logrado ese tipo de contratos.

Esto permite garantizar el beneficio que se puede lograr por la inversión realizada y buscar elevar un poco la meta.

En el caso de la empresa Centro de Precisiones Mecánicas se ha analizado dos alternativas de Costo Beneficio, basado en dos metas a lograr, una de ellas es de $ 4,000.00 mensuales y la otra es de $ 4,571.00 mensuales.

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

EDEBÉ. BRUÑO, **“TECNOLOGÍA MECÁNICA 2”**, Editorial Bruño EDEBÉ, Barcelona, España, Año 1999.

EDEBÉ. BRUÑO, **“TECNOLOGÍA MECÁNICA 4”**, Editorial Bruño EDEBÉ, Barcelona, España, Año 1999.

GARCÍA CRIOLLO, ROBERTO, **“ESTUDIO DEL TRABAJO, MEDICIÓN DEL TRABAJO**”, Editorial Mc Graw Hill, Año 1998.

KONZ STEPHAN, **“DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES”,** 1ª Edición, Editorial Limuza, Año: 1991.

MUTHER RICHARD, **“DISTRIBUCIÓN EN PLANTA”,** 4ª Edición, Editorial Hispano Europea S.A., Año: 1981.

NIEBEL BENJAMÍN W., **“ INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**”, Editorial Alfaomega S.A. de C.V., Año 1990.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT), **" INTRODUCCION**

AL ESTUDIO DEL TRABAJO", 4 Edición, Editorial Limuza, Año: 1996.

VASQUEZ LOPEZ LUIS, **" LEY DEL MEDIO AMBIENTE"**, Editorial Lis, Año: 1999.