

67 ~~118~~



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE  
UN SECTOR DE LA INDUSTRIA  
METALMECÁNICA DEDICADO A LA  
ILUMINACIÓN**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A N  
CARLOS ~~SÁNCHEZ~~ GUERRERO/  
FELIPE VILLEGAS MARTÍNEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. HECTOR RAÚL MEJÍA RAMÍREZ.**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**MÉXICO, D.F**

**2002**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

# AGRADECIMIENTOS

- DE CARLOS SÁNCHEZ GUERRERO
- DE FELIPE VILLEGAS MARTÍNEZ

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios** por todo lo que me ha dado.

A mis padres **Juan Villegas Hernández** y **Petra Martínez Rocha**, por su amor, apoyo, comprensión y por guiarme en todo momento para ser alguien de bien.

A mi esposa **Eva Valtierra García** por estar a mi lado en todo momento y a quien dedico esta tesis.

A mis Hijos **Eduardo** y **Adrian** porque me han dado ejemplo de cómo ser en la vida.

A mis hermanos **Raúl, Beatriz, Juan, Irma, Marcos** y **Marcela**, porque cada uno a contribuido para mi formación.

A mis suegros **Guadalupe Valtierra Ramírez** y **Juana García Moreno** por la confianza y apoyo que me han brindado

A mis cuñados por estar conmigo en los momentos buenos y malos

A mis amigos por aceptarme como soy

A el Ing. **Hector Raúl Mejía Ramírez** por su valiosa amistad y por su colaboración en la elaboración de la presente tesis

**"NADA NOS DETENDRA"**

**FELIPE VILLEGAS MARTÍNEZ.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por todo lo que me ha dado hasta este momento.

A mi madre **Esther Guerrero Cárdenas** por su amor, apoyo, confianza, por guiarme para ser alguien de bien y a quien dedico esta tesis.

A mis hermanas **Adalia Benitez Guerrero** y **Rosa María Sánchez Guerrero** por apoyarme y confiar en mí en todo momento. .

A el Ing. **Héctor Raúl Mejía Ramírez** por su valiosa amistad y por su colaboración en la elaboración de la presente tesis

**CARLOS SÁNCHEZ GUERRERO**

## **OBJETIVO**

UTILIZAR LAS HERRAMIENTAS Y CONOCIMIENTOS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE UN SECTOR DE LA INDUSTRIA METALMECÁNICA DEDICADO A LA ILUMINACIÓN.

## **JUSTIFICACIÓN**

EN LA SITUACIÓN ACTUAL ALGUNAS EMPRESAS EN MÉXICO TIENEN CONOCIMIENTOS DE LAS HERRAMIENTAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL. PERO NO LAS LLEVAN A LA PRÁCTICA Y OTRAS LAS DESCONOCEN EN SU TOTALIDAD; LO CUAL REDUCE SU PRODUCTIVIDAD GENERANDO QUE MUCHAS EMPRESAS DE ESTE TIPO DESAPAREZCAN.

POR TAL MOTIVO AL APLICAR LAS HERRAMIENTAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL SE AUMENTA LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS MANTENIÉNDOSE DE ESTA FORMA EN EL MERCADO.

## **ALCANCE**

REALIZAR UN ESTUDIO Y ANÁLISIS A LA EMPRESA, UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA PROPONERLE MEJORAS EN SU PROCESO DE PRODUCCIÓN QUE ELEVEN SU PRODUCTIVIDAD.

## ÍNDICE TEMÁTICO:

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I MARCO GENERAL DE REFERENCIA</b>	
I.1 MARCO HISTÓRICO .....	1
I.2 MARCO GEOGRÁFICO .....	2
<b>CAPITULO II DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>	
II.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	4
II.2 PROCESO DE MANUFACTURA .....	10
II.3 CONTROL DE CALIDAD .....	17
II.4 PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN .....	20
II.5 SEGURIDAD E HIGIENE .....	23
<b>CAPITULO III ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	
III.1 ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	25
III.2 ESTUDIO DE TIEMPOS .....	31
III.3 ESTUDIO Y BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN .....	36
III.4 ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PLANTA .....	45
III.5 ESTUDIO DE LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN .....	48
III.6 ESTUDIO DEL CONTROL DE CALIDAD .....	64
III.7 ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE .....	78
III.8 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA .....	78
<b>CAPITULO IV PROPUESTAS</b>	
IV.1 PROPUESTA PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....	99
IV.2 PROPUESTA PARA MEJORAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN .....	101
IV.3 PROPUESTA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PLANTA .....	103
IV.4 PROPUESTA DE UN MODELO ABC Y PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN .....	105
IV.5 PROPUESTA PARA MEJORAR EL CONTROL DE CALIDAD .....	109
IV.6 PROPUESTA PARA UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE .....	113
IV.7 JUSTIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS .....	116
<b>CONCLUSIONES, REFLEXIONES, RECOMENDACIONES</b> .....	<b>120</b>
<b>MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL)</b> .....	<b>123</b>
<b>APÉNDICE</b> .....	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>130</b>



# INTRODUCCIÓN

- INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

Debido a la situación actual del país, es necesario que la Industria mexicana sea más competitiva, ya que a causa del libre comercio cada vez entran al país más empresas extranjeras por lo que ahora no solamente se tiene que competir internamente sino globalmente.

Para conseguir que una empresa mexicana sea más competitiva es necesario elevar su índice de productividad y esto puede conseguirse aplicando las herramientas y conocimientos de la Ingeniería industrial que aunque parezca ilógico muchas empresas en México no aplican estos conocimientos y las herramientas adecuadas las cuales pueden ser:

- 1; Estudio de tiempos.
- 2; Manejo de materiales.
- 3; Balanceo de la línea de producción.
- 4; Distribución de planta.
- 5; Planeación y control de la producción.
- 6; Control de calidad.
- 7; Mantenimiento.
- 8; Seguridad e higiene.

Que aplicandolos de una manera adecuada, elevan el índice de productividad.

El presente estudio tiene como función analizar a un pequeño sector de la industria metalmeccánica que se dedica a la iluminación. Con el fin de realizar un diagnóstico de como se labora o trabaja actualmente en la empresa y así poder determinar o proponer mejoras que hagan al sistema productivo más eficiente. Tomando siempre en consideración las herramientas y conocimientos de la Ingeniería Industrial antes mencionados y así poder utilizarlos.

En el capítulo I, se menciona brevemente los antecedentes de la empresa, así como su ubicación actual. En el capítulo II, se expone la situación actual de la empresa en cuanto a su distribución de planta, proceso de manufactura, control de calidad, planeación y control de la producción y seguridad e higiene. En el capítulo III, se aplican herramientas de la ingeniería industrial haciéndose un estudio de: distribución de planta, tiempos, balanceo de línea de producción, capacidad de planta, planeación y control de la

producción, control de calidad, seguridad e higiene y localización de planta. En el capítulo IV, en base a los resultados obtenidos en cada estudio realizado en el capítulo III, se da una propuesta a la empresa para mejorar su distribución de planta su línea de producción, capacidad de planta, planeación y control de la producción, control de calidad y seguridad e higiene, así como la justificación de estas propuestas.

Para terminar se dan conclusiones de los resultados obtenidos así como algunas reflexiones y recomendaciones a la empresa y futuros analistas.

El realizar este tipo de estudios a las empresas mexicanas y llevar a cabo los mismos logrará que sean más competitivas, reduciendo costos, aumentando utilidades, el crecer en forma organizada y planear el futuro nos permitirá competir contra las empresas extranjeras y por lo tanto mejorar económicamente la vida de los trabajadores.

El objetivo de cualquier empresa industrial es no solo fabricar los productos programados, si no hacerlo al menor costo posible dentro de la calidad fijada para que, ofreciéndolos al mercado a precios competitivos quede un beneficio razonable.

El menor costo de fabricación se conseguirá cuando se emplee, para una misma producción, el menor capital, la más pequeña cantidad de material de la calidad suficiente, el menor tiempo de fabricación, con el mínimo de trabajo, etc. Es decir cuando la producción con relación al capital, a los materiales, al tiempo de fabricación, al trabajo humano, etc. sea la mayor posible, que significa mayor productividad.

Se incrementa la productividad cuando:

- Hago más con lo mismo.
- Hago lo mismo con menos.
- Hago más con menos.

La productividad es la relación entre la producción con base en todos los insumos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos}}{\text{Mano de obra} + \text{Capital} + \text{Materiales} + \text{Energía}}$$

Se aumenta la productividad al aumentar el numerador y/o reducir el denominador.

¿Cómo reducir el denominador?

A: En cuanto a suministros.

- Evitando desperdicios.
- Evitando el mal uso de los materiales.

B: En cuanto a fuerza de trabajo.

- Evitando tiempos ociosos.
- Suprimiendo maniobras innecesarias.
- Evitando el mal uso de la capacidad.

C: En cuanto a los medios de producción.

- Reduciendo los tiempos de paro.
- Evitando el desgaste prematuro.
- Cuidando las características físicas y

económicas.

¿Cómo aumentar el numerador?

- Modificando el catálogo de producción.
- Utilizando los subproductos o desperdicios.
- Evitando rechazos y devoluciones.
- Evitando la pérdida de ventas.

El único camino para que una empresa pueda crecer es aumentando su productividad.

Es evidente que cuanto más alta sea la productividad, es decir, mayor la producción a igualdad de los elementos productores (capital, máquinas, obreros, etc.); más económica resultará y mayores serán los beneficios que puedan obtenerse.

Un aumento en la productividad traerá como consecuencia los siguientes beneficios efectos.

1; Los obreros, deben ganar más en el momento que aumente más su productividad, al disponer de más dinero, podrán gastar más, elevando su nivel de vida.

2: Empresa, al obtenerse mayores beneficios, podrán, aún reservándose mayores ganancias, dedicar parte de ellas a los consumidores, bajando los precios de sus productos y otra parte a mejorar las instalaciones, lo que hará aumentar aún más la productividad y los beneficios.

3: Consumidores, al venderse los productos a precios más bajos y de la misma calidad que la competencia, quedarán al alcance de mayor número de consumidores y por lo tanto aumentará su mercado.

# CAPÍTULO I

---

## MARCO GENERAL DE REFERENCIA

- I.1 MARCO HISTÓRICO
- I.2 MARCO GEOGRÁFICO

## **I.1 MARCO HISTÓRICO**

La empresa en estudio se dedica a la fabricación de lámparas, se fundó en el año de 1960, para entonces se encontraba ubicada sobre Avenida México Tulyehualco ahora conocida como Avenida Tláhuac en la colonia Lomas Estrella. Delegación Iztapalapa.

Contaba con doce personas ocupando los siguientes puestos: administrador, jefe de producción, secretaria, dos pintores, dos armadores, un chofer y cuatro ayudantes generales.

Para la producción, contaba con la siguiente maquinaria: tres cortadoras, tres troqueladoras, cuatro soldadoras de punto, dos dobladoras, tres compresores, un extractor, dos taladros verticales, una motobomba, una sierra, y dos hornos.

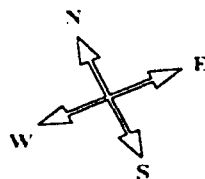
La empresa es de tipo secundaria ya que se dedica a la manufactura y esta clasificada de acuerdo al tipo de producto como empresa de bienes de consumo duradero y de acuerdo al número de trabajadores esta clasificada como artesana o familiar.

## I.2 MARCO GEOGRÁFICO

### LOCALIZACIÓN DE PLANTA

La planta actualmente se encuentra ubicada entre las calles Jenufa, Deodato, Fidelio y Luis de Narvaez. Colonia Miguel Hidalgo. Delegación Tláhuac. Como se muestra en el plano 1.2.1

Cuenta con un área de 520 m<sup>2</sup> distribuidos como se muestra en la tabla 1.2.1.



PLANO 1.2.1 LOCALIZACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA.

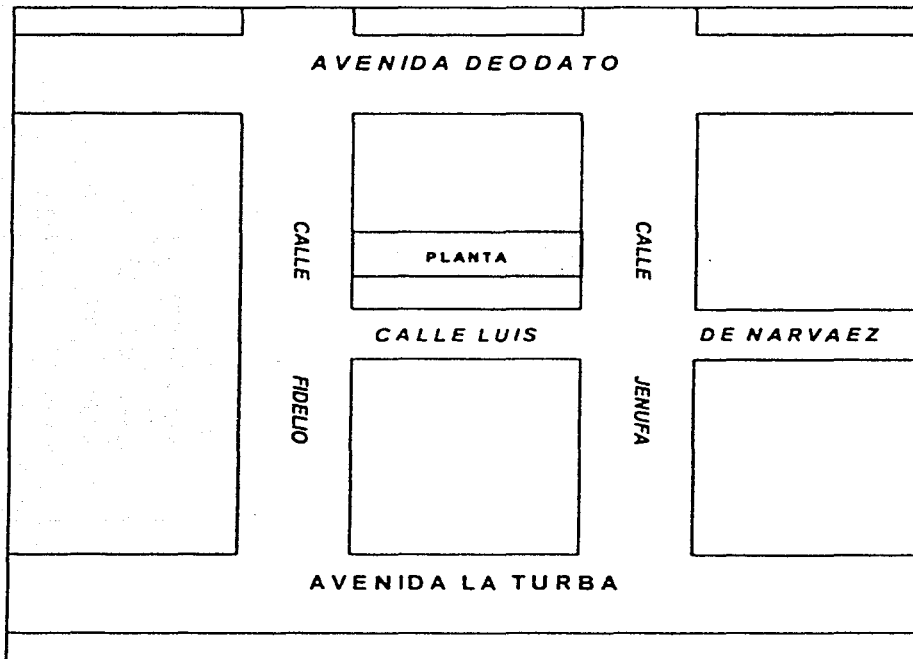
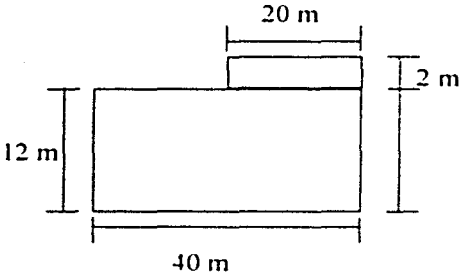
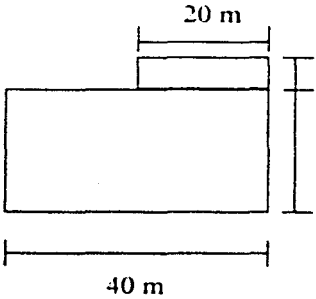




Tabla 1.2.1 Dimensiones de la empresa.

Planta Baja	Planta Alta
Área: 520 m <sup>2</sup>	Área: 520 m <sup>2</sup>
Construcción: Todo	Construcción: Todo
<p data-bbox="244 424 312 445">Plano</p> 	<p data-bbox="820 424 889 445">Plano</p> 

# CAPÍTULO II

---

## DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

- II.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
- II.2 PROCESO DE MANUFACTURA
- II.3 CONTROL DE CALIDAD
- II.4 PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
- II.5 SEGURIDAD E HIGIENE

## **II.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

La distribución de planta consiste en la disposición o configuración de los departamentos, estaciones de trabajo y equipos que conforman el proceso de producción. Es la distribución espacial de los recursos físicos prevista para fabricar el producto.

A continuación se hace mención de la maquinaria, equipo y herramienta con los que actualmente cuenta la empresa tablas 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3; así como los datos técnicos de la maquinaria tabla 2.1.4 y la distribución actual de la planta tanto de la planta baja como la planta alta planos 2.1.1, 2.1.2.

**TABLA 2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA EN LA EMPRESA.**

NÚMERO	MÁQUINA	DIMENSIONES m.		
		ANCHO	LARGO	ALTURA
1	CORTADORA	1 7	3 4	1 1
2	CORTADORA	2	3 2	1 2
3	TROQUELADORA	0 5	0 8	1 5
4	TROQUELADORA	1 4	1 4	2 2
5	CORTADORA	1 8	2 5	1 2
6	SOLDADORA DE PUNTO	0 6	1 2	1 1
7	DOBLADORA	1 2	2 5	2
8	DOBLADORA	0 9	1 4	1 9
9	SOLDADORA DE PUNTO	0 5	0 6	1 6
10	SOLDADORA DE PUNTO	0 6	1 2	1 1
11	SOLDADORA DE PUNTO	0 6	0 6	1 6
12	TROQUELADORA	0 7	1 8	1
13	COMPRESOR	0 7	1 8	1
14	COMPRESOR	0 5	1 2	0 7
15	EXTRACTOR	0 2	0 8	0 8
16	TALADRO VERTICAL	0 5	0 4	1 8
17	TALADRO VERTICAL	0 5	0 3	1 8
18	BOMBA DE AGUA	0 5	0 3	0 3
19	SIERRA	0 6	1 5	1 1
20	HORNO	1 4	2 8	1 5
21	HORNO	1 6	2 8	1 5
22	COMPRESOR	0 7	1 8	1

Fuente: Propuesta para la Clasificación de Maquinaria Instalada.

\*Nota: Las máquinas con número 13, 21 y 22 no funcionan y las máquinas 16 y 17 se utilizan muy poco en el proceso.

**TABLA 2.1.2 CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO INSTALADO EN LA EMPRESA.**

NÚMERO	EQUIPO	DIMENSIONES EN m.		
		ANCHO	LARGO	ALTURA
I	SOLDADURA AUTOGENA	0.3	1.2	1.6
II	EQUIPO PARA PINTAR	0.2	0.3	0.3
III	MESA CON PUNSA DORA	1.2	1.2	1
IV	MESA CON BANCO	0.6	1.2	1
V	MESA PARA LIMPIEZA	0.9	1.5	0.8
VI	MESA DE ARMADO	1.2	3	1
VII	MESA DE ARMADO	1.2	3	1
VIII	4 ESCRITORIOS	1.2	1.5	1
IX	6 SILLAS	0.4	0.04	1
X	PLATAFORMA	0.9	0.9	0.8
XI	PLATAFORMA	0.9	0.9	0.8
XII	PLATAFORMA	0.9	0.9	0.8
XIII	PLATAFORMA	0.9	0.9	0.8
XIV	CAMIONETA			
XV	CAMIONETA			

Fuente: Propuesta para la Clasificación del Equipo Instalado.

**TABLA 2.1.3 HERRAMIENTA UTILIZADA EN LA EMPRESA.**

HERRAMIENTA	TAMAÑO GRANDE	TAMAÑO MEDIANO	TAMAÑO CHICO
MARTILLO DE BOLA	1	1	1
PINZAS DE ELECTRICISTA	2	1	
PINZAS DE MECANICO	1	2	1
PINZAS DE PRESION	1	2	
ESTILSON	1	1	1
DESARMADORES	2	3	2
BROCAS	1	5	4

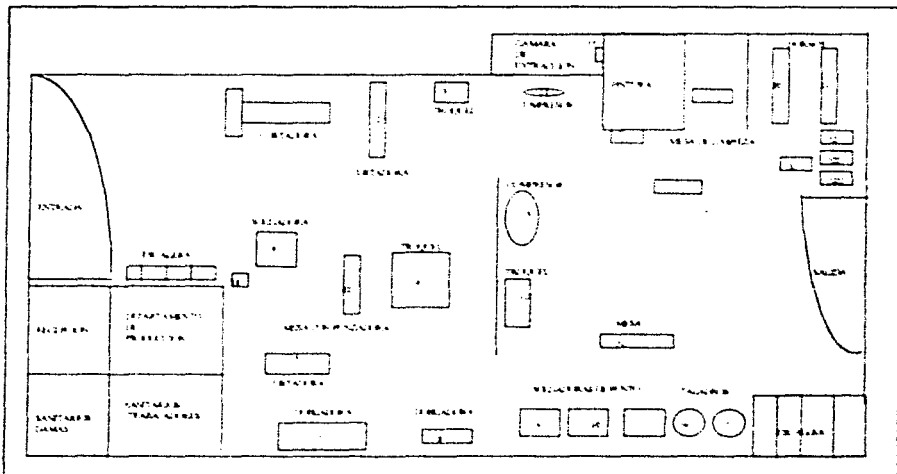
**TABLA 2.1.4 DATOS TÉCNICOS DE LA MAQUINARÍA INSTALADA.**

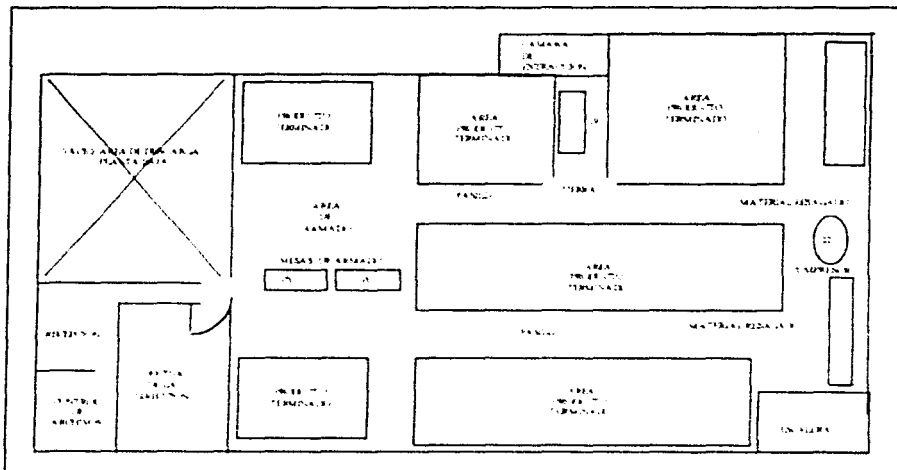
NÚMERO	MÁQUINA	FRECUENCIA 60 (HZ).			
		(A) CORRIENTE	(V) VOLTAJE	(HP) POTENCIA	R.P.M
1	CORTADORA	7	440	5 HP	1730
2	CORTADORA	3 5	440	2 HP	1705
3	TROQUELADORA	1 1	440		1741
4	TROQUELADORA	7 8	440	5 HP	1145
5	CORTADORA	7 5	440		1740
6	SOLDADORA DE PUNTO	72 77	220	10 5 KVA	
7	DOBLADORA	2 5	440	1 5 HP	1200
8	DOBLADORA	1 4	440	4 CP	
9	SOLDADORA DE PUNTO	150	220	2 KVA	
10	SOLDADORA DE PUNTO	72 22	220	10 5 KVA	
11	SOLDADORA DE PUNTO	150	220	2 KVA	
12	TROQUELADORA	3 5	440	2 CP	1740
13	COMPRESOR	7 1	440	5 HP	1800
14	COMPRESOR	3 3	440	3 HP	1150
15	EXTRACTOR	2 5	127	0 5 HP	
16	TALADRO VERTICAL	1 26	440	1 5 CP	1725
17	TALADRO VERTICAL		440	0 75 CP	
18	BOMBA DE AGUA		127	0 5 HP	
19	SIERRA				
20	HORNO				
21	HORNO				
22	COMPRESOR	7 1	440		

**Fuente: Propuesta para la Maquinaria Instalada.**

## LISTA DE MATERIALES

- Lámina negra calibre 24 y 22.
- Lámina Ever Brite (Reflectores).
- Pintura blanca (cromado 30-3 blanco).
- Balastos.
- Tornillos.
- Tubos.
- Acrílico.
- Bases.
- Bombillas.

PLANO 2.1.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA SITUACIÓN ACTUAL  
PLANTA BAJA.

**PLANO 2.1.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA SITUACIÓN ACTUAL  
PLANTA ALTA.****PROBLEMAS QUE PRESENTA LA DISTRIBUCIÓN DE  
PLANTA SITUACIÓN ACTUAL**

- No hay franjas amarillas que limiten los pasillos y las áreas de trabajo.
- No hay buena circulación del material debido a que hay desperdicio de lámina en los pasillos y áreas de trabajo.
- No hay señalamientos.
- Distancias largas en el manejo de materiales.
- No existe almacén de materia prima.

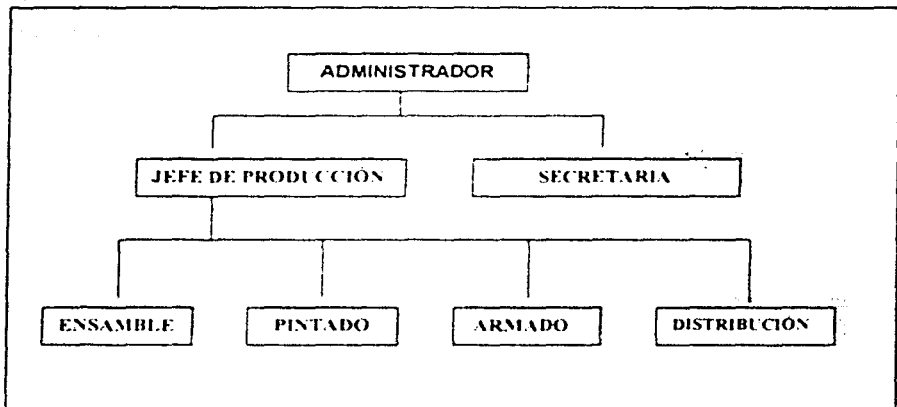


## II.2 PROCESO DE MANUFACTURA

**GIRO INDUSTRIAL:** Fabricación de todo tipo de lámpara para alumbrado interior, arquitectónico, público e industrial.

**TURNO DE TRABAJO:** Un solo turno de trabajo de 7 a 17 horas (incluyendo una hora para la comida) de lunes a viernes.

**TABLA 2.2.1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.**



Fuente: Propuesta para la empresa.

**TABLA 2.2.2 FUNCIONES Y ACTIVIDADES DEL PERSONAL QUE LABORA EN LA EMPRESA.**

FUNCIÓN	ACTIVIDAD
ADMINISTRADOR	ENCARGADO DE DIRIGIR A LA EMPRESA, REALIZAR LAS VENTAS, TRATO CON PROVEEDORES, DA ESPECIFICACIONES ACERCA DE COMO DEBE FABRICARSE EL PRODUCTO, CONTRATA AL PERSONAL, VERIFICA QUE SALGA LA PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO ESPECIFICADO, ETC.
JEFE DE PRODUCCIÓN	ENCARGADO DE FABRICAR EL PRODUCTO SEGUN ESPECIFICACIONES, BALANCEAR LA LINEA DE PRODUCCION, SATISFACER LA DEMANDA O PEDIDOS EN EL TIEMPO ESPERADO, MANTENIMIENTO A LAS MAQUINAS, CAPACITAR AL PERSONAL, CONTROL DE LA CALIDAD.
SECRETARIA	ENCARGADA DE ATENCION AL CLIENTE, TRATO CON PROVEEDORES, PAGO DE NÓMINA, CUENTAS POR COBRAR, CONTROL DE FACTURAS, ETC.
AYUDANTES GENERALES (4)	ENCARGADOS DE FABRICAR EL GABINETE DE LA LÁMPARA SEGUN SEA EL MODELO Y ESPECIFICACIONES.
PINTORES (2)	ENCARGADOS DE PINTAR LOS GABINETES, INSPECCIONARLOS, E INTRODUCIRLOS Y SACARLOS DEL HORNO.
ARMADORES (2)	ENCARGADOS DE ENSAMBLAR LAS PARTES ELECTRICAS DE LA LAMPARA CON EL GABINETE Y VERIFICAR QUE TODO QUEDE CORRECTAMENTE.
CHOFER	ENCARGADO DE LA ENTREGA DE PEDIDOS.

Fuente: Datos proporcionados por el Administrador directamente en fábrica.

TABLA 2.2.3 LÁMPARAS ELABORADAS POR LA EMPRESA.

CLASIFICACIÓN	TIPO	MODELO
INCANDESCENTE	DE EMPOTRAR DE SOBREPONER INCANDESCENTES DE SOBREPONER EN MURO ILUMINACIÓN NOCTURNA REFLECTORES DECORATIVAS ARQUITECTÓNICAS	CUADRADAS
		CUADRADAS
		EMBUTIR
		ARBOTANTES
		ALUMBRADO INTERIOR
		P1-1001
FLUORESCENTE	DE EMPOTRAR	ESTANDAR
		R1-HO
		MODUL-200
		ESTÁNDAR
		A PRUEBA DE VAPOR
		ESQUINERO
	DE SOBREPONER	CABECERA HOSPITAL
		CAPFCE
		CLASSIC
	INDUSTRIALES	GRAN LUJO
		POLI
		CATALINA
	CANALETAS	IMPERIAL 6500
		ARBOTANTES
		RLM
REFLECTORES	GAVILÁN	
	DE CAJA	
	DE CAJA CON REFLECTOR	
DE DESCARGA DE ALTA INTENSIDAD	INDUSTRIALES	OMEGA
		ALA
		RECTANGULARES
	ALUMBRADO PÚBLICO	CIRCULARES
		CIRCULARES
		DE SUBESTACIÓN
		DE PUNTA DE POSTE P1-460
		ESFERA
		BARROCO
	SUBURBANA	
	P1-MF	
	P1-OV-15	
	P1-OV-25	

Fuente: Datos proporcionados por el Administrador directamente en fábrica

NOTA\* CUANDO SE ELABORA UN PEDIDO DE UNA LÁMPARA DEBE TOMARSE EN CUENTA LA CLASIFICACIÓN, EL TIPO, Y MODELO.

POR EJEMPLO PARA HACER PEDIDO DE UNA LÁMPARA STANDARD

CLASIFICACIÓN: FLUORESCENTE.  
EMPOTRAR.

TIPO: DE

MODELO: ESTÁNDAR.

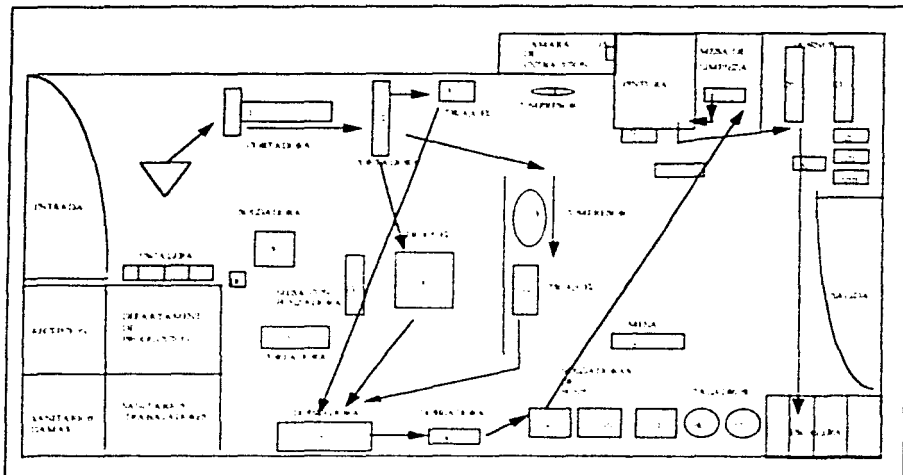
TABLA 2.2.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

OBJETO DEL DIAGRAMA: LAMPARA      DIAGRAMA No:      DIAGRAMA DEL METODO:      ACTUAL  
 DIBUJO No.: PARTE No:      ELABORADO POR: CARLOS SANCHEZ G      FELIPE VILLEGAS M  
 EL DIAGRAMA EMPIEZA EN: LLEGA LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA      FECHA:      \_\_\_\_\_  
 EL DIAGRAMA TERMINA EN: ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

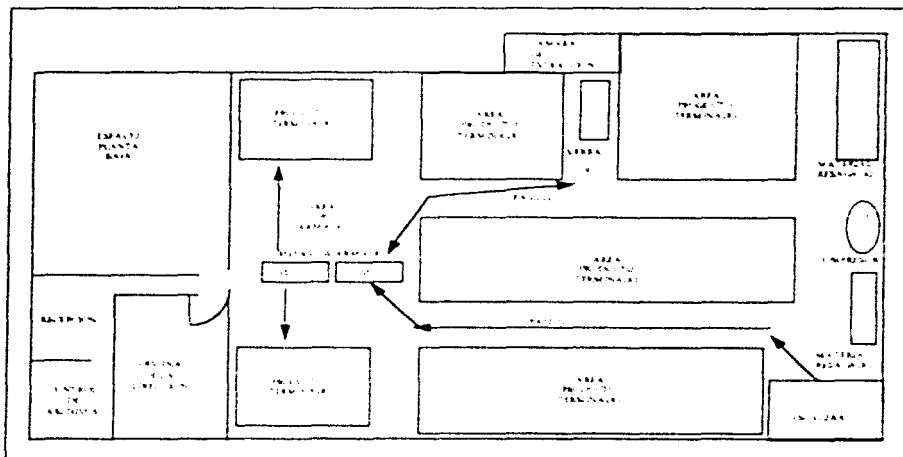
DISTANCIA m	TIEMPO seg	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA m	TIEMPO seg	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
		1	LLEGA LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	15	2	EL SEPTENTENARIO DE LA EMPRESA AL SEPTENTENARIO DE LA EMPRESA
0	180	3	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	200	4	CONTAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
5.5	70	4	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	30	5	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	140	5	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	150	6	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	8	6	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	10	20	7	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
5	15	7	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	1200	8	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	30	8	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	180	9	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	10	9	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	15	10	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
16	29	10	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	300	11	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	40	11	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	30	120	12	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	45	12	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	60	13	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	4	13	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	180	14	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	2	14	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	12	20	15	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	15	15	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	15	16	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
6.3	10	16	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	10	20	17	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	30	17	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	0	120	18	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	15	18	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	6	10	19	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
5.5	20	19	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA			20	SEPARAR LAS PARTES DE LA LAMPARA
0	5	20	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA				
0	50	21	SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA				
				<b>EVENTO</b>	<b>NUMERO</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>DISTANCIA</b>
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	1	15	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	2	180	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	3	70	5.5 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	4	140	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	5	30	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	6	8	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	7	15	5.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	8	1200	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	9	180	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	10	15	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	11	300	16.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	12	120	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	13	60	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	14	180	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	15	20	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	16	15	6.3 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	17	120	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	18	10	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	19	300	5.5 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	20	5	0.0 m
				SEPARAR LA MATERIA PRIMA A LA MATERIA PRIMA A LA EMPRESA	21	50	0.0 m

Fuente: Datos obtenidos en fábrica directamente del proceso.

PLANO 2.2.1 RECORRIDO DURANTE EL PROCESO DE MANUFACTURA SITUACIÓN ACTUAL PLANTA BAJA.



PLANO 2.2.2 RECORRIDO DURANTE EL PROCESO DE MANUFACTURA SITUACIÓN ACTUAL PLANTA ALTA.



Fuente: Datos obtenidos directamente en fabrica

## PROBLEMAS QUE PRESENTA EL PROCESO PRODUCTIVO.

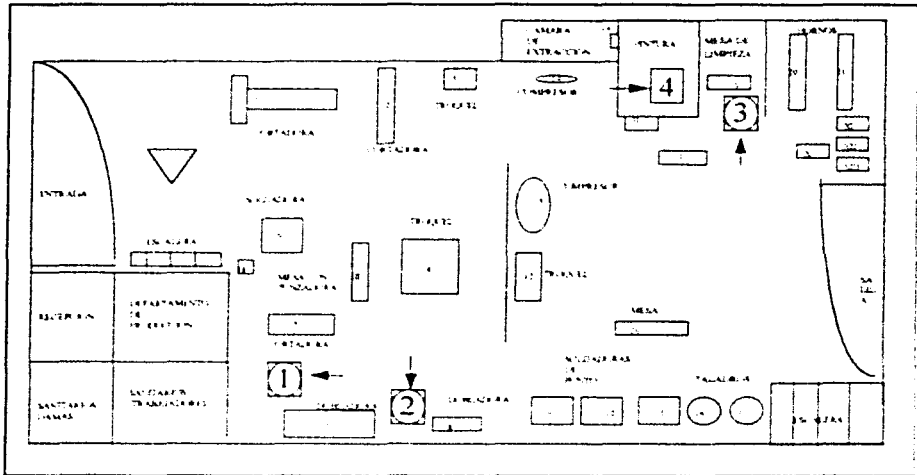
- La producción se atrasa debido a que la materia prima no llega a tiempo, ya que en este caso no existe almacén de materia prima.(El crédito con los proveedores no es muy bueno).

- Debido a una interrupción en una fase del sistema eléctrico.
- Una máquina en el proceso falle o se descomponga.
- Mal balanceo en la línea de producción.
- Presentan costos de oportunidad.

## II.3 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad que se aplica en esta empresa se muestra a continuación en el plano 2.3.1 y 2.3.2

### PLANO 2.3.1 NÚMERO DE INSPECCIONES QUE SE REALIZAN A LO LARGO DEL PROCESO



Fuente: Información obtenida directamente en fábrica

### NÚMERO DE INSPECCIONES.

1: Al momento de empezar el doblado se verifica que los cortes de la lámina sean los correctos, según especificaciones. De no ser así, se regresa a cortar correctamente la lámina

2: Al momento de terminar el doblado, se verifica que las dimensiones y el doblado sean los correctos, según especificaciones. De no ser así, se regresa el corte de lámina para que lo modifiquen.

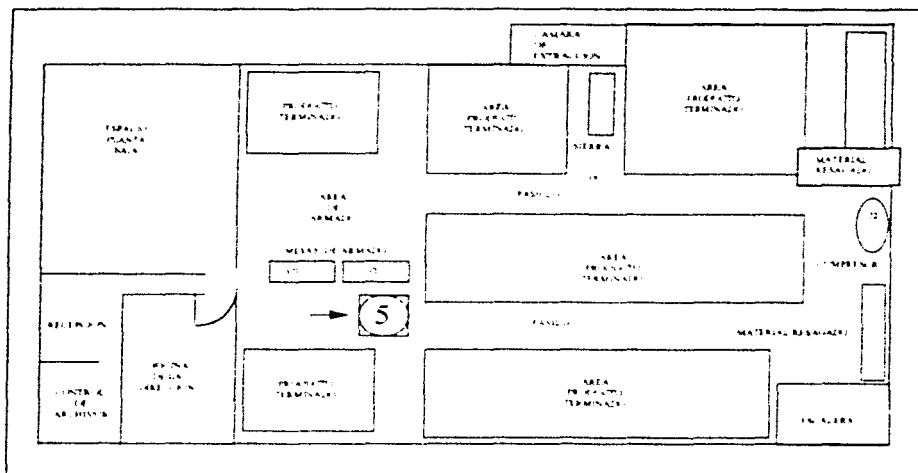
3: Al momento de empezar la limpieza del gabinete se verifica que no tenga defectos para pasar a pintura.



4; Se verifica que la pintura se adhiera bien al gabinete. De no ser así, se pinta nuevamente.

**PLANO 2.3.2 NÚMERO DE INSPECCIONES QUE SE REALIZAN A LO LARGO DEL PROCESO.**

(CONTINUACION)



**Fuente:** Información obtenida directamente en fábrica

5; Al momento de colocar el acrílico a la lámpara, se verifica que queden bien ensambladas las partes eléctricas de la lámpara con el gabinete, así como el buen funcionamiento de la misma.

\*Nota: No hay una persona encargada para realizar este tipo de inspecciones. El trabajador es el que a su criterio realiza la inspección.

**PROBLEMAS QUE PRESENTA EL CONTROL DE CALIDAD.**

- No se lleva un control de calidad al momento de llegar la lámina, si resulta defectuosa al momento de fabricarse el gabinete se cubre con pintura.
- Las máquinas no están bien calibradas.
- No existe control estadístico del proceso.
- Manuales de calidad inexistentes.
- No hay conocimientos de sistemas de calidad
- No hay control de piezas defectuosas.
- No hay estándares de calidad.
- No se motiva al personal a hacer bien su trabajo.
- Existe rotación del personal.

## **II.4 PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN**

Este factor es limitante a todos los demás aspectos de la empresa. No existen objetivos bien definidos, "no se va mas allá", se limita la capacidad productiva, al no tener políticas de venta bien definidas.

- No se manejan inventarios de materia prima y de producto terminado, todo se fabrica bajo pedido, así como se produce se entrega a los clientes.
- Modelo A,B,C. inexistente.
- Pronóstico de venta ó fore cast no definido.
- No hay indicadores de la producción.
- Plan Maestro de Producción(PMP), no existe.
- No se lleva un control del material utilizado por carga de trabajo, el trabajador dispone libremente de la materia prima.

### **ALMACÉN**

- Se cuenta con un almacén de producto terminado ubicado en la planta alta.
- Mala distribución del producto almacenado, no hay áreas determinadas para cada tipo de producto.
- Espacio insuficiente, acumulación del producto terminado debido a pedidos atrasados.
- Pasillos no delineados, ni circulación establecida.
- No existe control de la herramienta.
- No se lleva control de las existencias, no se registran las salidas del producto terminado.no hay formatos.
- No hay sistemas de detección de robos.

A continuación en la tabla 2.4.1 se indica el número estimado de piezas que se pueden producir de cada tipo de lámpara por semana.

**TABLA 2.4.1 CAPACIDAD DE PLANTA OPERANDO**

MODELO	PIEZAS / SEMANA
CUADRADAS	500
EMBUTIR	300
ARBOTANTES	MAQUILA
PI-5085	MAQUILA
ALUMBRADO INTERIOR	300
PI-1001, PI-1002	MAQUILA
STANDARD	500
RI-HO	400
MODUL-200	500
STANDARD	500
A PRUEBA DE VAPOR	300
ESQUINERO	MAQUILA
CABECERA HOSPITAL	250
CAPFCE	500
CLASSIC	500
GRAN LUJO	500
POLI	300
CATALINA	500
IMPERIAL 6500	500
ARBOTANTE	MAQUILA
RLM	500
GAVILÁN	500
DE CAJA	600
DE CAJA CON REFLECTOR	500
OMEGA	MAQUILA
ALA	500
RECTANGULARES	MAQUILA
CIRCULARES	MAQUILA
CIRCULARES	MAQUILA
DE SUBESTACIÓN	MAQUILA
DE PUNTA DE POSTE P1-460	MAQUILA
ESFERA	MAQUILA
BARROCO	MAQUILA
SUBURBANA	MAQUILA
P1-MF	MAQUILA
P1-OV-15	MAQUILA
P1-OV-25	MAQUILA

\* Fuente: Información obtenida directamente en fábrica

Nota: En los modelos que aparece "MAQUILA", el gabinete se manda a maquilar debido a que no se trabaja con aluminio fundido.

## **COMERCIALIZACIÓN**

- Principal cliente la industria de la construcción
- Se cuenta con un distribuidor único.
- No existe control adecuado de ventas.
- Clientes no definidos

## **PROVEEDORES**

- Sola Basic
- Lumisistemas
- Focos, S.A.
- Philips
- Eléctrica San Miguel
- Ferretería Pacifico
- Lámina y Maquila
- Aceros del centro.

## **DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA**

Al no contar con medidas estandarizadas de la materia prima, no hay un indicador fijo que de la relación entre materia prima y producto terminado.

El desperdicio que sale en la empresa por lo general es lámina que se vende, para venderla se tiene que juntar como mínimo una tonelada, por lo tanto cada año se reúne de 2.5 a 3 toneladas de desperdicio.

En promedio el desperdicio es de :

- En una tonelada de lámina se desperdicia el 5%
- Defectos de la materia prima 3%
- Métodos de trabajo entre 3 y 5 %
- No se lleva un registro del desperdicio.

## **II.5 SEGURIDAD E HIGIENE**

- Si hay sindicato.
- No hay comisión mixta de seguridad e higiene
- Si existe reglamento del trabajo
- No existen Normas de seguridad.
- Instalaciones eléctricas en malas condiciones.
- Guantes insuficientes.
- Botiquin al alcance de todos.
- El equipo de seguridad es deficiente.
- Falta de señalamientos de advertencias.
- Pasillos no definidos.
- No existe un señalamiento sobre la distribución de planta
- No hay señalamiento de ningún tipo.

### **SUBESTACION ELÉCTRICA**

- No se cuenta con ella.

### **ILUMINACIÓN**

- Adecuada.

### **PLANTA BAJA**

Se cuenta con 16 lámparas fluorescentes de 60 wats distribuidas en una superficie de 520 metros cuadrados.

### **PLANTA ALTA**

Se cuenta con una iluminación adecuada.

### **ALMACÉN**

Iluminación adecuada, se tienen 8 lámparas fluorescentes de 60 wats cubriendo una superficie de 460 metros cuadrados.

**OFICINAS**

Se cuenta con 4 lámparas fluorescentes de 60 wats distribuidas adecuadamente en una superficie de 60 metros cuadrados.

**CONDICIONES DE TRABAJO**

- El lugar de trabajo se mantiene obstruido por desperdicio de lámina
- El trabajador es tratado como persona.
- La empresa cuenta con dos sanitarios uno para los trabajadores y otro para el personal administrativo.
- No hay regaderas.
- La empresa cuenta con ventilación e iluminación adecuada para la realización del trabajo.
- Existe Personal no sindicalizado y no afiliado al IMSS.
- La herramienta es suficiente y adecuada para la realización del trabajo.

**DINÁMICA DE COLORES**

- No existe.

**CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD**

- Nadie sabe usar el equipo contra incendios.
- No saben que hacer en caso de un accidente.
- No les han dado indicaciones sobre que hacer en caso de incendios o sismos(falta de señalamientos de salidas de emergencia).
- No hay cultura de seguridad.
- No se maneja el registro de accidentes.
- No se usan los guantes adecuadamente.
- No existen políticas que prohíban fumar en la planta.
- No hay un reglamento sobre seguridad e higiene a seguir.

# CAPÍTULO III

## ESTUDIO DE PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

- III.1 ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
- III.2 ESTUDIO DE TIEMPOS
- III.3 ESTUDIO Y BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
- III.4 ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PLANTA
- III.5 ESTUDIO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
- III.6 ESTUDIO DEL CONTROL DE CALIDAD
- III.7 ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE
- III.8 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA



### **III.1 ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

El objetivo de una distribución de planta, es optimizar el arreglo de máquinas, hombres y servicios auxiliares para maximizar el valor creado.

Una buena distribución de planta es factor muy importante en la gestión económica de la empresa. Según información estadística proporcionada por varias empresas, se demuestra que frecuentemente el costo de los movimientos es del orden del 30% del costo total de fabricación.

El problema que origina una mal distribución de planta, generalmente se presenta debido a que las disposiciones no van cambiando de acuerdo a un plan, ya que se van agregando máquinas en donde se encuentra espacio, esto agrega mucho tiempo al contenido original del trabajo.

#### **PROBLEMAS QUE PRESENTA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA EXISTENTE**

##### **1. ÁREA DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA.**

- A. Congestión de materiales.
- B. Excesivos movimientos con la mano o de remanipuleo.

##### **2. ÁREA DE PRODUCCIÓN**

- A. Materiales en el piso.
- B. Congestión en pasillos.
- C. Llevar el material a mano al área de trabajo.
- D. Tiempos de movimientos de materiales grandes con respecto al tiempo de procesamiento.
- E. Disposición inadecuada del centro de trabajo.

##### **3. ÁREA DEL ALMACÉN**

- A. Demoras en los despachos.
- B. Daños a materiales almacenados.
- C. Piezas obsoletas en inventarios.
- D. Falta de materiales o piezas solicitadas por producción.

#### 4. ÁREA DE ARMADO.

- A. Mala comunicación con el área de producción.
- B. Demoras en los despachos.
- C. Roturas o pérdidas de materiales.

#### 5. GENERALES.

- A. Programa de producción desorganizado.
- B. Poco interés del personal.
- C. Muchos gastos indirectos.

Tomando en cuenta estos problemas de ineficiencia que presenta la planta es necesario proponer una nueva distribución de planta.

Haciendo un estudio del plano actual de distribución de planta(plano 2.1.1 y 2.1.2), diagrama de flujo del proceso(tabla 2.2.4), maquinaria instalada(tabla 2.1.1), equipo instalado(tabla 2.1.2) y del diagrama de recorrido(plano 2.2.1 y 2.2.2). Llegamos a los siguientes objetivos particulares para la distribución de planta propuesta:

1. Minimizar distancias en el manejo de materiales.
2. Mejorar la circulación del trabajo.
3. Flujo unidireccional.
4. Rutas visibles e identificables.

Utilizando el Método del Diagrama Progresivo para obtener la nueva distribución de planta.

### DIAGRAMA PROGRESIVO

La planta cuenta con una entrada(materia prima) y una salida(producto terminado) y las siguientes áreas.

1. Área o recepción de materia prima.
2. Área de producto terminado.
3. Área A. Cortadoras.
4. Área B. Troqueladoras.
5. Área C. Dobladoras.
6. Área D. Soldadoras de punto.
7. Área E. Pintura.

- 8. Área F. Secado.
- 9. Área G. Armado.
- 10. Área H. Oficinas.

El área de pintura y de oficinas no se pueden mover, debido al diseño original de la planta.

**SECUENCIA DEL PROCESO**

1-3-4-5-6-7-8-9-2

**DEFINIMOS RELACIONES:**

- \*A = Absolutamente necesario que estén cerca.
- \*E = Especialmente importante que estén cerca.
- I = Importante que estén cerca.
- O = Importancia ordinaria.
- U = Sin importancia.
- \*X = Necesario que estén lejos.

**CUADRO DE RELACIONES INTERDEPARTAMENTALES**

1 Recepción de materia prima	U																			
2 Área de producto terminado	U	A/1	U																	
3 Área A. Cortadoras		U	U	O																
4 Área B. Troqueladoras		E/1	U	U	U															
5 Área C. Dobladoras			U	U	U	U														
6 Área D. Soldadoras de punto		E/2	U	U	U	U	U													
7 Área E. Pintura		E/3	U	U	U	U	U	A/2	I											O
8 Área F. Secado		E/4	U	U	U	U	U	U	U											
9 Área G. Armado		E/5	U	U	U	U	U	U	U											
10 Área H. Oficinas		E/6	U	X/1																

**RELACIONES CRITICAS \*A.**

\*A/1. El área de recepción de materia prima es conveniente que este cerca del área de cortadoras y de la puerta de entrada, ya que la planta no cuenta con almacén de materia prima.

\*A/2. El área de producto terminado es conveniente que este cerca del área de armado y de la puerta de salida.

**RELACIONES CRITICAS \*E.**

Cosiderando la secuencia del proceso

1-3-4-5-6-7-8-9-2

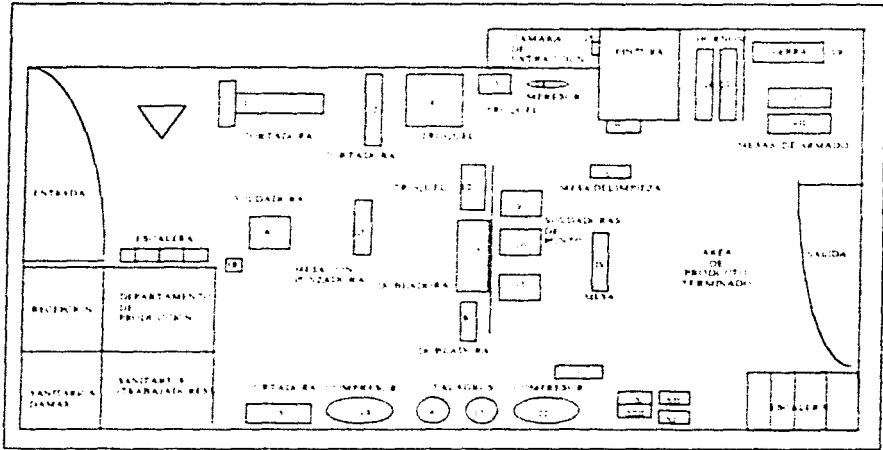
Tenemos:

- \*E/1. El área de cortadoras debe estar cerca del área de troqueladoras.
- \*E/2. El área de troqueladoras debe estar cerca del área de dobladoras.
- \*E/3. El área de dobladoras debe estar cerca del área de soldadura.
- \*E/4. El área de soldadura debe estar cerca del area de pintura.
- \*E/5. El área de pintura debe estar cerca del área de secado.
- \*E/6. El área de secado debe estar cerca del área de armado.
- \*X1. El área de pintado es necesario que este lejos de las oficinas.

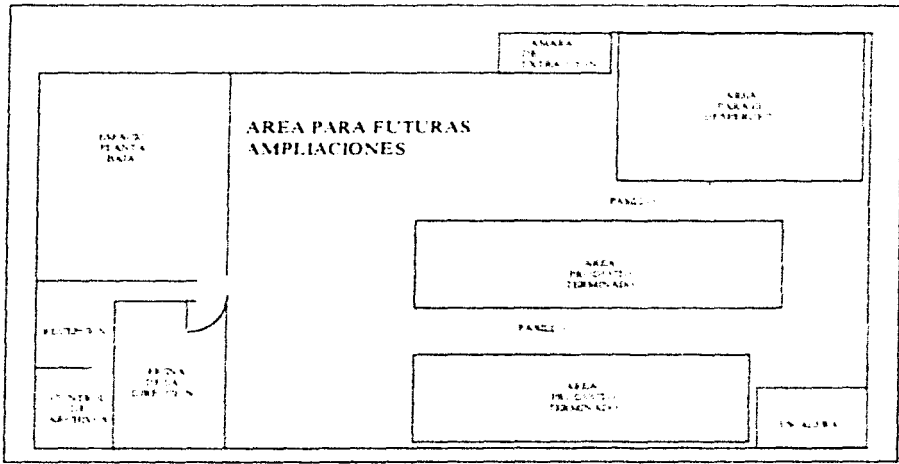
Las relaciones tipo O y U no se hacen, pues no permiten mejorar debido a las restricciones ya impuestas \*A y \*E.

Haciendo la introducción de las relaciones \*A y \*E, y reordenando, tenemos como resultado la siguiente distribución de planta.

PLANO 3.1.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA PLANTA BAJA



PLANO 3.1.2 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA PLANTA ALTA





### III.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar:

- El estudio cronométrico de tiempos.
- Datos estándares.
- Datos de los movimientos fundamentales.
- Muestreo del trabajo.
- Estimaciones basadas en datos históricos.

Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuando 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 la ingeniería de métodos como componente básico.

En industrias pequeñas estas dos actividades suelen ser desempeñadas por la misma persona.

El establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en centros de trabajo actuales.

Debido a la forma en que se encuentra trabajando la empresa actualmente solo se analizara el tiempo estándar para la fabricación de la lámpara cuadrada de 60 x 60, tomando en consideración que es un producto de tipo A (de mayor demanda) por lo que se analizo paso a paso su proceso y también considerando que las demás lámparas tienen la misma secuencia de proceso y solo varían en su número de cortes, troqueles y dobleces.

## CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR PARA LA LÁMPARA DE 60 X 60

Para determinar el tiempo estándar de cierta operación se necesitan los siguientes parámetros:

- a) **Tiempo medido.** El cual se obtiene del promedio de cierta cantidad de lecturas de tiempo, realizadas a la misma operación a esta cantidad de lecturas se le llama **muestra**.

Para saber si la muestra es confiable se emplea la siguiente ecuación

$$N = \left[ 40 \sqrt{\frac{N' \sum X^2 - (\sum X)^2}{\sum X}} \right]^2$$

DONDE

N = Tamaño de la muestra que deseamos determinar

N' = Número de lecturas del estudio preliminar

X = Valor de las observaciones

Esta ecuación estadística permite saber si el número de lecturas tomado (muestra) es el adecuado, ya que indica el número de lecturas que se deben de tomar con un nivel de confianza de 95.46 % y un margen de error del  $\pm 5\%$ .

- b) **Una valoración.** La cual es determinada por el analista al momento de realizar la lectura de acuerdo al ritmo con que desempeñe la operación el trabajador, para este caso se considera el 100 % para un ritmo normal de trabajo. Esto quiere decir que este ritmo puede mantenerse día tras día y se caracteriza por la realización de un esfuerzo constante y razonable.

c) **Una fracción de tolerancia.** Que es una fracción de tiempo, para necesidades personales, retrasos ineludibles de trabajo y fatiga, también conocidos como suplementos los cuales se obtienen de tablas (ver apéndice tabla AP1).

Cálculo del tiempo medido para la segunda operación, para la fabricación de la lámpara de 60 x 60 cm.



OPERACIÓN 2 Cortar la lámina según especificaciones.  
Se tomaron las siguientes lecturas en centésimas de minuto

X	X <sup>2</sup>
13 33	177 69
11 66	135 96
11 66	135 96
9 99	99 80
16 66	277 56
13 33	177 69
11 66	135 96
13 33	177 69
13 33	177 69
16 66	277 56
13 33	177 69
11 66	135 96
13 33	177 69
16 66	277 56
13 33	177 69
13 33	177 69
13 33	177 69
16 66	277 56
13 33	177 69
13 33	177 69
11 66	135 96
16 66	277 56
13 33	177 69
13 33	177 69
13 33	177 69
11 66	135 96
13 33	177 69
16 66	277 56
9 99	99 80
11 66	135 96
11 66	135 96
13 33	177 69
$\Sigma X = 426.5$	$\Sigma X^2 = 5795.601$

Empleando la fórmula para determinar si el tamaño de muestra es el adecuado se tiene:

$$N = \left[ 40 \sqrt{\frac{32 (5795.601) - (426.5)^2}{426.5}} \right]^2$$

$$N = 31.36$$

Por lo que se deben de realizar 32 lecturas para poder obtener una muestra confiable.

Como esta cantidad de lecturas fueron las que se tomaron se procede a determinar la media de la muestra la cual es 13.33 centésimas de minuto por lo tanto el tiempo medido ( $T_m$ ) para la primera operación es:

$$T_m = 13.33 \text{ centésimas de minuto}$$

$$T_m = 8 \text{ segundos}$$

#### **Cálculo de la valoración para la operación número uno**

La valoración observada para esta operación es del 90 % ya que el operario presentaba un ritmo de trabajo un poco debajo de lo normal. Por lo tanto la valoración para esta operación es:

$$\text{Valoración} = 90 \%$$

$$\text{Valoración} = 0.90$$

#### **Obtención de la fracción de tolerancia para la operación número uno**

De tablas se obtiene la fracción de tolerancia sumando para cada situación la tolerancia predeterminada. Por lo que la fracción de tolerancia para la operación uno es:

$$T = 15 \%$$

$$T = .15$$

#### **Cálculo de tiempo estándar para la segunda operación**

$$T \text{ estándar} = \frac{\overbrace{(T \text{ medido}) (Valoración)}^{(T \text{ Valorado})}}{1 - \text{Fracción de tolerancia}}$$

$$T \text{ estándar} = \frac{(8 \text{ seg.}) (0.90)}{1 - 0.15}$$

T estándar = 8.47 seg.

Siguiendo el mismo procedimiento y en base al diagrama de proceso de la tabla 2.2.4, se obtiene la tabla 3.2.1 en donde se ha calculado el tiempo estándar para cada operación, para el proceso de fabricación de la lámpara cuadrada de 60 x 60 x 13 cm.

TABLA 3.2.1 TIEMPO ESTÁNDAR PARA LA LÁMPARA DE 60 X 60 X 13 cm

SECUENCIA	TIEMPO MEDIDO EN seg.	VALORACIÓN	TIEMPO VALORADO	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR EN seg.
Operación 2	8	0.90	7.2	0.15	8.47
Operación 3	10	1.00	10	0.15	11.76
Operación 4	45	0.80	35	0.15	42.35
Operación Inspección 1	15	0.90	13.5	0.15	15.88
Operación Inspección 2	15	0.90	13.5	0.15	15.88
Operación 5	50	1.10	55	0.15	64.71
Operación Inspección 3	45	0.80	36	0.15	42.35
Operación 6	209	0.80	167.2	0.15	196.71
Inspección 1	30	0.80	24	0.15	28.24
Operación 7	185	1.00	185	0.15	217.64
Operación 8	15	0.90	13.5	0.15	15.88
Operación 9	180	0.90	162	0.15	190.59
Operación 10	60	0.90	54	0.15	63.53
Operación Inspección 4	120	0.90	108	0.15	127.06

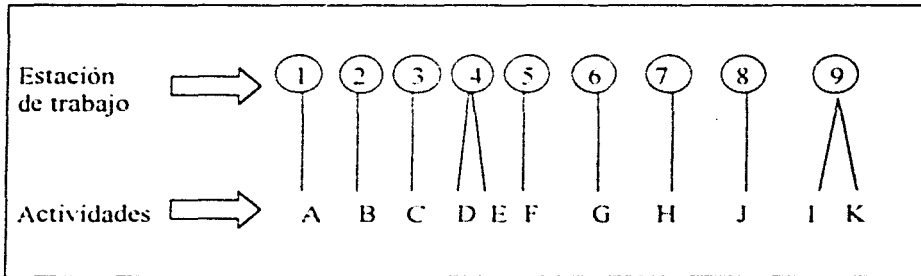
### III.3 ESTUDIO Y BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Balanceo de línea: Asignación de actividades a las estaciones de la línea, de manera que los tiempos de trabajo sean iguales en todas las estaciones tanto como sea posible.

Para hacer el balanceo de la línea de producción se considera un modelo de lámpara el cual es el siguiente: lámpara cuadrada de 60 x 60 x 13 cm.

La empresa tiene una capacidad de producción de 120 lámparas al día. Se ha obtenido un diseño de la línea de producción que se muestra en el diagrama 3.3.1 y tabla 3.3.1, se desea saber si este es un buen diseño o se puede mejorar.

**DIAGRAMA 3.3.1 DIAGRAMA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LÁMPARAS CUADRADAS DE 60 X 60 X 13.**



**TABLA 3.3.1 DISEÑO INICIAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA LÁMPARAS CUADRADAS**

ESTACIÓN DE TRABAJO	ESTACIÓN DE TRABAJO PRECEDENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR EN LA ESTACIÓN DE TRABAJO	DEFINICIÓN DE LA ACTIVIDAD	DEBE DE SEGUIR (PREDECESORES)	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN SEGUNDOS
1	—	A	CORTAR LAMINA	—	20 23
2	1	B	TROQUELAR	A	42 35
3	2	C	DOBLAR	B	31 76
4	3	D	ENSAMBLAR GABINETE (SOLDAR)	A B C	64 7
	3	E	LIMPIEZA DEL GABINETE	D	42 35
5	4	F	PINTAR GABINETE	E	197
6	5	G	VERIFICAR LA ADHERENCIA DE PINTURA	F	28 23
7	6	H	SECADO DE GABINETE	G	217 64
8	7	J	ENSAMBLAR PARTES ELECTRICAS CON GABINETE	H	190 59
9	8	I	CORTAR ACRILICO PARA LÁMPARA	E	63 53
	8	K	COLOCAR ACRILICO EN LÁMPARA Y EMPACAR	I, J	127.05
					1025.43

Especificaciones:

Producción diaria = 120 unidades al día

I. Turno de trabajo = 9 horas diarias de Lunes a Viernes.

Tiempo productivo disponible de cada día = 32000 seg. (9 horas por 3600 s)

Tiempo requerido del ciclo = 217.64 seg.

**Cálculo:**

$$\text{Producción diaria máxima(No de unidades)} = \frac{\text{Tiempo disponible por día}}{\text{Tiempo requerido por ciclo}}$$

$$\begin{aligned} \text{Producción diaria máxima(No de unidades)} &= 32000 / 217.64 \\ &= 147.031 \text{ unidades al día} \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo de ciclo máximo permisible} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{número deseado de unidades al día}}$$

$$\text{Tiempo de ciclo máximo permisible} = \frac{32000}{120} = 266.6 \text{ seg/und}$$

para satisfacer la capacidad deseada

Estos cálculos muestran que cualquier diseño con un tiempo del ciclo con una duración de 266.6 segundos, proporcionará la capacidad deseada. Los diseños con tiempos del ciclo que excedan a los 266.6 segundos no serán de la capacidad adecuada.

El diseño actual tiene 9 estaciones de trabajo, en cada una de las cuales hay un obrero. Los nueve obreros perciben salarios diarios por una jornada de 9 horas. ¿Qué parte del tiempo de los obreros se emplea para un esfuerzo productivo y cuánto se pierde por no hacer nada?

El paso de la línea puede ajustarse en cualquier punto entre los tiempos de ciclo de 217.64 y 266.6 segundos.

En la tabla 3.3.2 se ha calculado la eficiencia de la mano de obra para tiempos de ciclo de 217.64 y 266.6 segundos.

**TABLA 3.3.2 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE LA MANO DE OBRA PARA LAS LÍNEAS PROPUESTAS DE 217.64 Y 266.6 SEGUNDOS.**

	ESTACIÓN DE TRABAJO									TIEMPO TOTAL/ CICLO	UTILIZACIÓN DE EMPLEADOS (EFICIENCIA)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	EFICIENCIA PARA UN TIEMPO DE CICLO DE 266.6 seg.										
TIEMPO PRODUCTIVO (TIEMPO DE ACTIVIDAD) UTILIZADO EN CADA CICLO	20.23	42.35	31.75	107.05	197.00	28.23	217.64	190.56	190.56	1 025.43	42.74%
TIEMPO DE TRABAJADORES DISPONIBLE EN CADA CICLO ( TIEMPO DE CICLO)	266.60	266.60	266.60	266.60	266.60	266.60	266.60	266.60	266.60	2 369.40	
TIEMPO OCIOSO EN CADA CICLO	246.37	224.25	234.84	159.55	69.60	238.37	48.95	76.01	76.01	1 373.97	57.26%
	EFICIENCIA PARA UN TIEMPO DE CICLO DE 217.64 seg.										
TIEMPO PRODUCTIVO (TIEMPO DE ACTIVIDAD) UTILIZADO EN CADA CICLO	20.23	42.35	31.75	107.05	197.00	28.23	217.64	190.56	190.56	1 025.43	52.35%
TIEMPO DE TRABAJADORES DISPONIBLE EN CADA CICLO ( TIEMPO DE CICLO)	217.64	217.64	217.64	217.64	217.64	217.64	217.64	217.64	217.64	1 968.75	
TIEMPO OCIOSO EN CADA CICLO	197.41	175.29	185.89	110.59	20.64	189.41	0.00	27.08	27.08	933.33	47.65%

Como se puede ver, en la tabla 3.3.2, el tiempo ocioso es mayor en un ciclo de 266.6 segundos y la utilización de la mano de obra es más eficiente en un ciclo de 217.64 segundos. La inactividad diaria es de 38.5 horas de trabajo por ciclo

de 217.64 segundos. \*Si el salario diario promedio de los trabajadores es de \$70 /día, cuando se deja de trabajar se pierde 299 pesos al día. Estos costos excesivos tarde o temprano se cargan al cliente, al hacer el ajuste de precios.

\*Nota de calculo del costo de la inactividad diaria.

1 día = 9 horas

9 horas = \$ 70

38.5 horas = x                      x = 299 \$/día

**Balaneo de la línea.** ¿Cómo se puede reducir el costo por pérdida de tiempo?. Probablemente las once actividades elementales ( A a K en el diagrama 3.3.1) pueden ser reasignadas, de manera que las cargas de trabajo estén mejor distribuidas en términos de tiempo. Si los tiempos productivos que se requieren en todas las estaciones de trabajo fuesen iguales no habria tiempos muertos, y la línea estaria perfectamente equilibrada.

El problema de diseño de encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

**Nuestro procedimiento para mejorar el diseño implica seis etapas.**

- 1.- Definir las actividades elementales.
- 2.- Identificar los requerimientos de la precedencia.
- 3.- Calcular el número mínimo de estaciones de trabajo necesarias.
- 4.- Aplicar una heurística de asignación para especificar el contenido de trabajo de cada estación.
- 5.- Calcular la eficacia y eficiencia.
- 6.- Buscar mejoras subsecuentes.

De el diagrama 3.3.1 obtenemos los dos primeros puntos que son la definición de las actividades elementales y la identificación de los requerimientos de la precedencia.



3; Número teórico mínimo de estaciones de trabajo que se requieren para satisfacer una producción de 600 lámparas a la semana que es lo mismo que 120 lámparas al día.

$$\text{Número teórico de estaciones de trabajo} = \frac{\text{Contenido total del trabajo (tiempo/unidad)} \times \text{Número deseado de unidades al día}}{\text{Tiempo productivo total disponible al día}}$$

$$\text{Número teórico de estaciones de trabajo} = \frac{(1025.45 \text{ segundos/unidad}) \times (120 \text{ unidades al día})}{(32000 \text{ segundos al día})}$$

Número teórico de estaciones de trabajo = 3.845, no puede haber estaciones de trabajo con fracciones  
por lo tanto se redondea a 4 estaciones de trabajo.

4; Implica la aplicación de una heurística de asignación, se pueden combinar diversas actividades en una estación.

Se aplica la heurística para el tiempo de operación más largo, para encontrar el equilibrio para el tiempo de ciclo 217.64 segundos

Pasos para la regla del tiempo de operación más largo.

1.- Asignar las actividades restantes a la estación de trabajo siguiente de acuerdo con el tiempo de operación que disponga para cada trabajo; primero se asigna la actividad que tiene el tiempo de operación más largo. Se deben mantener las relaciones de precedencia.

II.- Después de asignar una actividad a una estación de trabajo, determinar cuánto tiempo aún no asignado queda en la estación de trabajo.

III.- Determinar si se pueden asignar otras actividades a la estación de trabajo. Si esto es posible, hacer la asignación. Es necesario mantener las relaciones de precedencia. Si esto no es posible, regresar al paso número uno y añadir una nueva estación de trabajo. Continuar con el proceso hasta que todas las actividades hayan sido asignadas a todas las estaciones de trabajo.

Para aplicar la regla, primero se ordenan las actividades en orden descendente de tiempo de operación. La secuencia de actividades con los tiempos de operación en segundos (dentro del paréntesis) es:

H(217.64), F(197), J(190.67), K(127.03), D(64.47), I(63.53), E(42.35), B(42.35), C(31.76), G(28.23) y A(20.23).

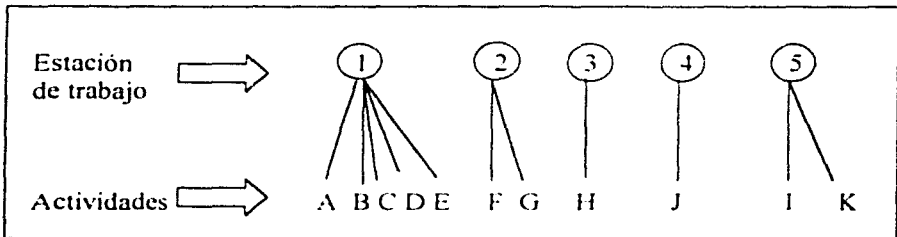
Este proceso de principio a fin, se resume en la tabla 3.3.3. El proceso resultó, al final, con una línea de ensamblado de cinco estaciones de trabajo, que comprende los elementos de trabajo que aparecen el diagrama 3.3.2.

**TABLA 3.3.3 ASIGNACIÓN DE LAS ACTIVIDADES A LA ESTACIÓN DE TRABAJO UTILIZANDO LA HEURÍSTICA DEL TIEMPO DE OPERACIÓN MÁS LARGO, EN LA REALIZACIÓN DE UN TIEMPO CICLO DE 266.66 SEGUNDOS.**

ETAPAS DE LA HEURÍSTICA	ESTACIÓN DE TRABAJO	ACTIVIDADES ELEGIBLES	ACTIVIDAD POR REALIZAR EN LA ESTACIÓN DE TRABAJO	TIEMPO DE OPERACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN SEGUNDOS	TIEMPO NO ASIGNADO QUE PERMANECE EN LA ESTACIÓN	ACTIVIDADES ELEGIBLES RESTANTES PARA ESTA ESTACIÓN
1	1	A	A	20.23	246.43	B
2	1	B C D E	B	42.35	204.08	C
3	1	C D E	C	31.76	172.32	D
4	1	D E	D	64.7	107.85	E
5	1	E	E	42.35	65.5	NINGUNA
6	2	F G	F	197	69.66	G
7	2	G	G	28.23	41.43	NINGUNA
8	3	H	H	217.64	49.02	NINGUNA
9	4	J I K	J	190.59	76.07	NINGUNA
10	5	I K	I	63.53	203.13	K
11	5	K	K	127.05	76.1	NINGUNA

Como se puede ver en la tabla anterior solo pueden satisfacer la producción cinco estaciones de trabajo, debido a las relaciones de precedencia de las actividades y no cuatro como lo indica el punto anterior.

DIAGRAMA 3.3.2 DIAGRAMA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LÁMPARAS CUADRADAS DE 60 X 60 X 13. CM (UTILIZANDO EL BALANCEO DE LÍNEA).



5; Cálculo la eficacia y la eficiencia de la línea de producción para la lámpara de 60x60x13 cm., como se muestra en la tabla 3.3.4 siguiente.

TABLA 3.3.4 EFICIENCIA Y EFICACIA DEL MODELO PROPUESTO PARA CINCO ESTACIONES DE TRABAJO.

	ESTACIÓN DE TRABAJO Y ACTIVIDAD					EFICACIA (CUMPLIR CON LAS METAS) UNA UNIDAD CADA 256.66 SEGUNDOS Ó 120 UNIDADES AL DÍA	EFICIENCIA (UTILIZACIÓN DE LOS TRABAJADORES)
	1 ABCDE	2 FG	3 H	4 J	5 IK		
TIEMPO REQUERIDO POR UNIDAD (SEGUNDOS)	201.16	225.23	217.64	140.64	140.19	TOTAL 1025.16	1025.16 / 1333.3 = 78.89% DE UTILIZACIÓN
TIEMPO PRODUCTIVO DISPONIBLE EN CADA ESTACIÓN (SEGUNDOS)	206.66	206.66	206.66	206.66	206.66	TOTAL 1333.30	
TIEMPO OCIOSO ENTRE CICLO EN CADA ESTACIÓN (SEGUNDOS)	65.50	41.43	49.02	76.02	76.07	TOTAL 308.12	

El diseño funciona si satisface la capacidad deseada, o sea, se alcanza la meta de producción. La eficiencia se calcula de acuerdo con la medida de utilización de la mano de obra. En la quinta etapa se desea verificar ambas medidas de desempeño. En la etapa anterior (cuatro) se llevo a cabo un equilibrio para alcanzar el tiempo de ciclo máximo permisible (266.66 segundos). El diseño se muestra en la tabla anterior, junto con las operaciones realizadas para obtener eficiencia y eficacia.

El diseño propuesto es más eficiente que el que se tiene inicialmente con nueve estaciones de trabajo.

6: Buscar mejoras subsecuentes. La eficiencia se puede incrementar mediante la desviación de los procedimientos que se presentaron. Por ejemplo, se denomina task sharing (actividad compartida) a la combinación de tres estaciones de trabajo llevadas a cabo por tres trabajadores distintos, los que disfrutan de cierta inactividad en cada ciclo. Al eliminar un trabajador se puede reducir el ocio o inactividad, dejando que los dos restantes se turnen el trabajo en la tercera estación de trabajo.

En esta etapa se puede mejorar un diseño mediante el ensayo y el error, además se pueden utilizar muchas otras heurísticas, en vez de intentar un tiempo de operación más largo. En la actualidad se dispone de diversas heurísticas computarizadas, y como diferentes heurísticas pueden conducir a diseños diferentes, se puede pensar en hacer la prueba con más de un intento.

### III.4 ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PLANTA

**CAPACIDAD DE PLANTA.** Es la característica limitante de una unidad productiva para producir dentro de tiempo indicado y sus unidades se expresan en términos de unidades producidas por tiempo.

Ejemplo: ton / año

#### CAPACIDAD DE DISEÑO

Esta reducida o limitada por mezclas del producto y condiciones del mercado a largo plazo.

- altas especificaciones de calidad.
- balance inadecuado entre equipo y mano de obra

Horno de secado tiempo más largo. 30 min. / 10 lámparas cuadradas de 60 x 60 x 13 cm.

10 lámparas. = 30 min.

2.5 hojas = 10 lámparas

2.5 hojas = 0.5 hr.

x = 9 hr.

x = 45 hojas / día

si se trabajan 330 días al año

45 hojas = 1 día

x = 330 días

x = 14850 hojas / año

capacidad de diseño = (14850 hojas / año) / (74 hojas / ton) = 200 Ton / año

Considerando un porcentaje de utilización de un 10 % tenemos:

Capacidad del diseño = 200 ton / año (0.90) = 180 Ton / año

#### CAPACIDAD DEL SISTEMA

Esta limitada o reducida por efectos al corto plazo como la demanda actual.

desempeño de los directores (mala programación, estrategias y control deficiente).

- ineficiencia de los trabajadores (falta de aptitudes y bajo nivel de esfuerzo)

- ineficiencia de las máquinas ( paros, mantenimiento, reemplazo)  
considerando un porcentaje de utilización del 15 %  
tenemos:

capacidad del sistema = 180 ton / año (0.85) = 144 ton / año

**CAPACIDAD REAL DE PLANTA = 144 ton/año al 100 %**

**TABLA 3.4.1 DEMANDA ANUAL DE LÁMPARAS EN LA EMPRESA.**

NÚMERO	PRODUCTO	DEMANDA ANUAL			NÚMERO DE PZ / HOJA	NÚMERO DE HOJAS UTILIZADAS		
		1996	1997	1998		1996	1997	1998
1	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1 22)	321	407	494	4	80	101	124
2	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1 22)	353	190	28	2	177	95	14
3	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2 24)	424	980	1 536	1	424	980	1536
4	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1 22)	654	501	348	4	327	125	62
5	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1 22)	1 616	1 580	1 545	2	808	790	773
6	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2 24)	282	328	374	1	282	328	374
7	CUADRADAS DE (60 X 60)	2 353	2 366	2 379	4	589	592	595
8	CUADRADAS DE (30 X 30)	36	136	231	8	5	17	29
9	A PRUEBA DE VAPOR DE (30 X 1 22)	170	87	5	3	57	29	2
10	A PRUEBA DE VAPOR DE (60 X 1 22)	55	46	38	4	14	12	117
11	GAVILÁN DE (30 X 1 22)	430	449	468	2	215	113	397
12	GAVILÁN DE (30 X 2 44)	282	538	794	1	382	538	45
13	R L M DE (30 X 2 44)	0	22	38	2	0	11	19
14	CLASSIC	0	2	5	2	0	1	3
15	CAFPCE	0	8	19	2	0	4	10
16	CANALETAS DE (10 X 1 22)	0	192	385	12	0	16	33
<b>TOTAL</b>		<b>6,976</b>	<b>7,832</b>	<b>8,687</b>		<b>3380</b>	<b>3752</b>	<b>4133</b>

## ESPECIFICACIONES DE LA LÁMINA UTILIZADA

LÁMINA CALIBRE 22  
 SE COMPRA POR HOJAS  
 DIMENSIONES DE LA HOJA 1 20 X 2.44 M.  
 PESO 13 608 KG.

### CÁLCULO

1 HOJA = 13 608 KG  
 4133 HOJAS = X

X = 56 242 TONELADAS  
 AL AÑO

CAPACIDAD DE PLANTA UTILIZADA =  
 56 242 TON/AÑO

Por lo tanto tenemos que :

144 ton / año = 100 %

56 ton / año = X,                      X= 39 %

Capacidad de planta utilizada en el año de 1998 es igual al 39%

**TABLA 3.4.2 CAPACIDAD DE PLANTA UTILIZADA POR LA EMPRESA.**

AÑO	CAPACIDAD DE PLANTA UTILIZADA(TON/AÑO)	CAPACIDAD DE PLANTA UTILIZADA(PORCENTAJE)
1996	44 362	30 80%
1997	51 057	35 45%
1998	56 242	39%

### III.5 ESTUDIO DE PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN (PCP)

El objetivo de PCP, en una organización determinada es el mantener niveles de inventario adecuados para cumplir con los planes de venta.

Para poder tener una buena planeación y control de la producción, es necesario saber la importancia que tiene cada uno de los productos que se elaboran en base a su demanda y costo unitario, y así poder determinar ¿Qué?, ¿Cuándo?, y ¿Cuánto?. Producir cierto producto.

Para poder determinar la importancia en cuanto a su demanda y costo de cada una de las lámparas que se fabrican se empleará el modelo ABC.

El concepto del inventario ABC divide a los inventarios en tres grupos: El grupo A, en donde se concentran los pocos artículos que tienen un alto valor en dinero; el grupo B, con aquellos artículos que representan un valor moderado en dinero, y el grupo C, con un gran número de artículos que representan un valor reducido de dinero

Con datos proporcionados por la empresa en estudio se obtienen las tablas 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3 las cuales indican la demanda por cada tipo de lámpara de 1996, 1997, y 1998.

**TABLA 3.5.1 DEMANDA DE LÁMPARAS EN 1996**

NÚMERO	PRODUCTO	DEMANDA ANUAL
I	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1 22)	321
II	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1 22)	353
III	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2 24)	424
IV	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1 22)	654
V	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1 22)	1 616
VI	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2 24)	282
VII	CUADRADAS DE (60 X 60)	2 353
VIII	CUADRADAS DE (30 X 30)	36
IX	A PRUEBA DE VAPOR DE (30 X 1 22)	170
X	A PRUEBA DE VAPOR DE (60 X 1 22)	55
XI	GAVILÁN DE (30 X 1 22)	430
XII	GAVILÁN DE (30 X 2 44)	282
XIII	R L M DE (30 X 2 44)	0
XIV	CLASSIC	0
XV	CAFPCE	0
XVI	CANALETAS DE (10 X 1 22)	0
<b>TOTAL</b>		<b>6,976</b>



TABLA 3.5.2 DEMANDA DE LÁMPARAS EN 1997

NÚMERO	PRODUCTO	DEMANDA ANUAL
I	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1 22)	407
II	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1 22)	190
III	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2 24)	980
IV	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1 22)	501
V	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1 22)	1 580
VI	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2 24)	328
VII	CUADRADAS DE (60 X 60)	2 366
VIII	CUADRADAS DE (30 X 30)	136
IX	A PRUEBA DE VAPOR DE (30 X 1 22)	87
X	A PRUEBA DE VAPOR DE (60 X 1 22)	46
XI	GAVILAN DE (30 X 1 22)	449
XII	GAVILAN DE (30 X 2 44)	538
XIII	R L M DE (30 X 2 44)	22
XIV	CLASSIC	2
XV	CAFPCE	8
XVI	CANALETAS DE (10 X 1 22)	192
<b>TOTAL</b>		<b>7,832</b>

Fuente: Datos obtenidos de facturas de venta de la empresa.

TABLA 3.5.3 DEMANDA DE LÁMPARAS EN 1998

NÚMERO	PRODUCTO	DEMANDA ANUAL
I	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1 22)	494
II	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1 22)	28
III	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2 24)	1 536
IV	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1 22)	348
V	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1 22)	1 545
VI	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2 24)	374
VII	CUADRADAS DE (60 X 60)	2 379
VIII	CUADRADAS DE (30 X 30)	231
IX	A PRUEBA DE VAPOR DE (30 X 1 22)	5
X	A PRUEBA DE VAPOR DE (60 X 1 22)	38
XI	GAVILAN DE (30 X 1 22)	468
XII	GAVILAN DE (30 X 2 44)	794
XIII	R L M DE (30 X 2 44)	45
XIV	CLASSIC	5
XV	CAFPCE	19
XVI	CANALETAS DE (10 X 1 22)	385
<b>TOTAL</b>		<b>8,694</b>

Fuente: Datos obtenidos de facturas de venta de la empresa.

De las tablas 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3, se obtiene la tabla 3.5.4 la cual indica la demanda anual promedio para cada tipo de lámpara.

**TABLA 3.5.4 DEMANDA ANUAL PROMEDIO PARA CADA TIPO DE LÁMPARA**

NÚMERO	PRODUCTO	DEMANDA 1996	DEMANDA 1997	DEMANDA 1998	DEMANDA ANUAL PROMEDIO
1	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1 22)	321	407	494	407 3
2	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1 22)	353	190	28	190 3
3	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2 24)	424	980	1 536	980 0
4	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1 22)	654	501	348	501 0
5	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1 22)	1 616	1 580	1 545	1,580 3
6	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2 24)	282	328	374	328 0
7	CUADRADAS DE (60 X 60)	2 353	2 366	2 379	2 366 0
8	CUADRADAS DE (30 X 30)	36	136	231	134 3
9	A PRUEBA DE VAPOR DE (30 X 1 22)	170	87	5	87 3
10	A PRUEBA DE VAPOR DE (60 X 1 22)	55	46	38	46 3
11	GAVILÁN DE (30 X 1 22)	430	449	468	449 0
12	GAVILÁN DE (30 X 2 44)	282	538	794	538 0
13	R L M DE (30 X 2 44)	0	22	45	22 3
14	CLASSIC	0	2	5	2 3
15	CAFPCE	0	8	19	9 0
16	CANALETAS DE (10 X 1 22)	0	192	385	192 3
<b>TOTAL</b>		<b>6,976</b>	<b>7,832</b>	<b>8,694</b>	<b>7,834.0</b>

Con datos proporcionados por la empresa y de la tabla 3.5.4, se obtiene la tabla 3.5.5 con los datos específicos de cada lámpara.

**TABLA 3.5.5 DATOS ESPECIFICOS DE CADA LÁMPARA**

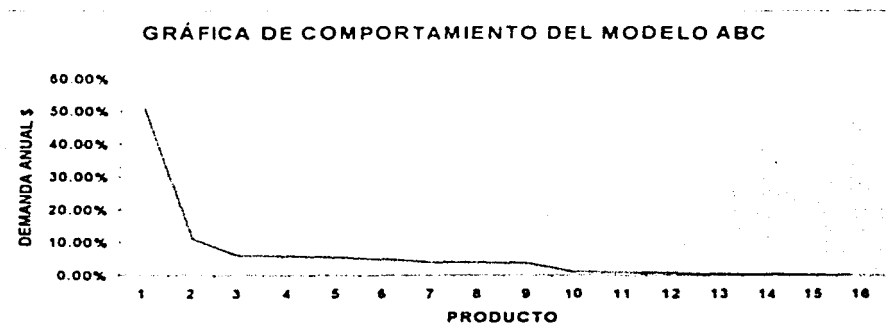
NÚMERO	PRODUCTO	COSTO UNITARIO (\$)	DEMANDA ANUAL PROMEDIO	CONSUMO	PORCENTAJE INDIVIDUAL
1	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1 22)	198 00	407	80 652 00	4 01
2	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1 22)	650 00	190	123 716 67	6 15
3	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2 24)	230 00	980	225 400 00	11 20
4	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1 22)	198 00	501	99 198 00	4 93
5	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1 22)	650 00	1 580	1 027 216 67	51 02
6	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2 24)	230 00	328	75 440 00	3 75
7	CUADRADAS DE (60 X 60)	50 00	2 366	118 300 00	5 88
8	CUADRADAS DE (30 X 30)	45 00	134	6 045 00	0 30
9	A PRUEBA DE VAPOR DE (30 X 1 22)	245 00	87	21 396 67	1 06
10	A PRUEBA DE VAPOR DE (60 X 1 22)	355 00	46	16 448 33	0 82
11	GAVILÁN DE (30 X 1 22)	181 00	449	81 269 00	4 04
12	GAVILÁN DE (30 X 2 44)	205 00	538	110 290 00	5 48
13	R L M DE (30 X 2 44)	300 00	22	6 700 00	0 33
14	CLASSIC	390 00	2	910 00	0 05
15	CAFPCE	320 00	9	2 880 00	0 14
16	CANALETAS DE (10 X 1 22)	90 00	192	17 310 00	0 86
<b>TOTAL</b>		<b>4,337.00</b>	<b>7,834</b>	<b>2,013,172.33</b>	<b>100.00</b>

Organizando los valores de la tabla 3.5.5, por orden de importancia en base a su **porcentaje individual** se obtiene el modelo ABC tabla 3.5.6, en donde se muestra también, la clasificación de cada lámpara de acuerdo a su porcentaje acumulado.

TABLA 3.5.6 MODELO ABC

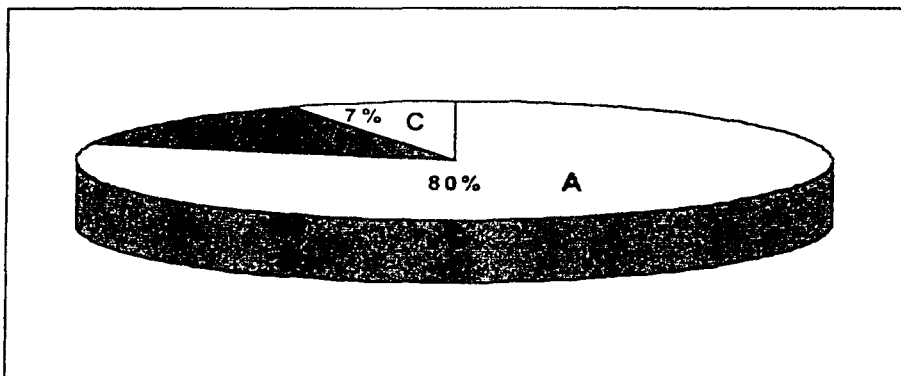
ORDEN DE IMPORTANCIA	PRODUCTO	COSTO UNITARIO(\$)	DEMANDA ANUAL	CONSUMO	PORCENTAJE INDIVIDUAL	PORCENTAJE ACUMULADO	TIPO DE PRODUCTO
1	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1.22)	600.00	1.500	1.027.216,67	51,02	51,02	A
2	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2.24)	230.00	990	225.400,00	11,20	62,22	A
3	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1.22)	600.00	190	123.716,67	6,15	68,37	A
4	CUADRADOS DE (60 X 60)	90.00	2.335	118.300,00	5,88	74,24	A
5	GAMLANDE (30 X 2.44)	305.00	539	110.390,00	5,48	79,72	A
6	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1.22)	198.00	501	99.198,00	4,93	84,65	B
7	GAMLANDE (30 X 1.22)	181.00	449	81.239,00	4,04	88,69	B
8	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1.22)	198.00	407	80.992,00	4,01	92,69	B
9	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2.24)	230.00	328	75.410,00	3,75	96,44	C
10	AFLEBA DE VAPOR DE (30 X 1.22)	245.00	87	21.365,67	1,05	97,50	C
11	CANILETAS DE (10 X 1.22)	90.00	192	17.310,00	0,85	98,35	C
12	AFLEBA DE VAPOR DE (60 X 1.22)	335.00	45	15.483,33	0,76	99,11	C
13	RLM DE (30 X 2.44)	300.00	22	6.700,00	0,33	99,44	C
14	CUADRADOS DE (30 X 30)	45.00	154	6.945,00	0,34	99,78	C
15	CAFFE	300.00	9	2.890,00	0,14	99,92	C
16	CLASSIC	300.00	2	900,00	0,05	100,00	C
TOTAL		2.992,00	7.804	1.941.492,33	100,00		

GRÁFICA 3.5.1 GRÁFICA DE COMPORTAMIENTO DEL MODELO ABC

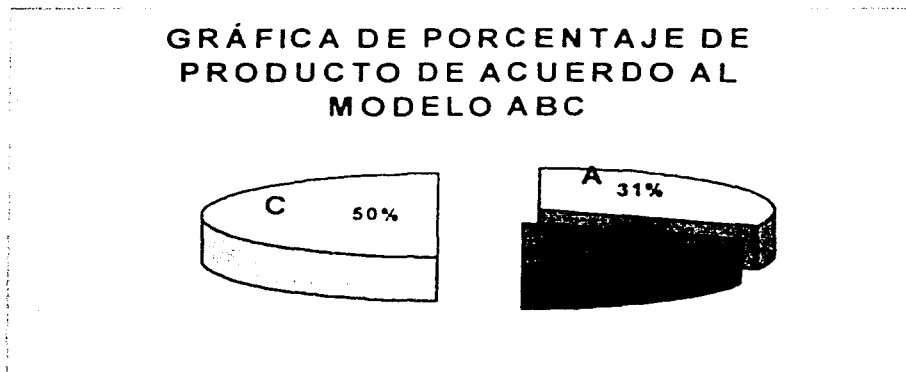


Como se puede observar en la gráfica de comportamiento del modelo ABC la mayor parte del capital invertido se encuentra en muy pocos productos, mientras que la mayor cantidad de productos representa muy poco capital cumpliéndose la ley de pareto, la cual indica que el 80% del capital esta invertido en un 20% de nuestros productos

**TABLA 3.5.2 GRÁFICA DE CAPITAL INVERTIDO DE ACUERDO AL TIPO DE PRODUCTO**



**GRÁFICA DE PORCENTAJE DE PRODUCTO DE ACUERDO AL MODELO ABC**



Los productos de mayor importancia son aquellos que en su porcentaje acumulado sean menores o igual al 80 % y se conocen como productos tipo **A** y su cobertura será de un mes.

Los productos de mediana importancia son aquellos que en su porcentaje acumulado sean igual o mayor al 80.1 % y menor o igual al 94 % y se conocen como productos tipo **B** y su cobertura será de 3 meses.

Los productos de menor importancia son aquellos que en su porcentaje acumulado sean igual o mayor al 94.1 % y menor o igual al 100 % y se conocen como productos tipo **C** y su cobertura será de 6 meses. De tal forma que se obtiene la siguiente tabla.

**TABLA 3.5.7 CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE PRODUCTO**

TIPO DE PRODUCTO	PORCENTAJE ACUMULADO	COBERTURA
A	00.0 % > A <= 80 %	1 MES
B	80.1 % >= B <= 94 %	3 MESES
C	94.1 % >= C <= 100 %	6 MESES

De la tabla 3.5.6, se puede identificar que lámparas son del tipo **A**, cuáles del tipo **B** y cuáles del tipo **C** y de esta forma realizar el **PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP)** correspondiente a cada tipo de lámpara. Con lo cual se podrá determinar, ¿CUÁNTO? Y ¿CUÁNDO? Producir cada tipo de lámpara.

Parámetros necesarios para determinar un Plan Maestro de Producción (PMP).

- Tamaño de lote.
- Lead Time (tiempo de fabricación, plazo de entrega).
- Inventario de seguridad.
- Cobertura.

## ELABORACIÓN DEL PMP PARA LA LÁMPARA CUADRADA DE 60 X 60 X 13 CM.

Obtención del tamaño de lote optimo para la lámpara cuadrada de 60 x 60 x 13 cm

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{KC}}$$

Donde: Q = Tamaño de lote optimo  
 R = Demanda  
 S = Costo de ordenar  
 K = Costo por mantener inventario  
 C = Costo de articulo ya entregado

Demanda anual 2366 unidades  
 Costo del producto ya entregado \$ 50.00  
 Costo por mantener inventario 20 %  
 Costo por ordenar \$ 15.00

$$Q = \sqrt{\frac{2(2,366)(15)}{(0.20)(70)}} = 71.20$$

$$Q = 71$$

Ya obtenido el tamaño de lote optimo para la lámpara cuadrada de 60 X 60 X 13 cm. Del modelo ABC se obtienen los siguientes parámetros para poder calcular los puntos de orden (PO) y de esta forma elaborar el PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP).

Demanda anual = 2,366  
 Tipo de producto = A  
 Tamaño de lote = 71 unidades  
 Lead time (Plazo de entrega) = 1 mes  
 Cobertura = 1 mes  
 Inventario de seguridad = 20 %

TABLA 3.5.10 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA LÁMPARA CUADRADA DE 60 X 60 X 13 CM TIPO A

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DEMANDA ANUAL
INVENTARIO INICIAL	0	235	388	583	258	224	171	264	240	293	185	428	
PORCENTAJE DE COBERTURA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
FORECAST DEMANDA	150	110	88	110	142	195	120	237	240	210	112	80	2366
PRODUCCIONES PROMEDIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRODUCCION	355	219	142	213	213	142	213	213	213	142	355	142	2556
# DE LOTES	5	4	2	3	3	2	3	4	3	2	5	2	
INVENTARIO FINAL	235	388	150	258	224	171	264	240	240	185	428	150	

PO1 235 110 388(0.2) 170 UNIDADES  
 0 150 150  
 135 150 320 UNIDADES  
 125 71 45 LOTES  
 4 DE LOTES 3  
 15(7) 355 UNIDADES

PO1 388 242 195(0.2) 260 UNIDADES  
 150 110 40 UNIDADES  
 281 46 241  
 241 71 139 LOTES  
 4 DE LOTES 3  
 15(7) 213 UNIDADES

PO1 89 237 240(0.2) 277 UNIDADES  
 171 120 51 UNIDADES  
 277 91 226 UNIDADES  
 226 71 308 LOTES  
 4 DE LOTES 3  
 15(7) 213 UNIDADES

PO16 1112 112 388(0.2) 1001 UNIDADES  
 293 210 40 UNIDADES  
 188 41 145 UNIDADES  
 145 71 294 LOTES  
 4 DE LOTES 2  
 12(7) 142 UNIDADES

PO2 14 388 110(0.2) 621 UNIDADES  
 205 110 95 UNIDADES  
 622 95 227 UNIDADES  
 227 71 119 LOTES  
 4 DE LOTES 3  
 15(7) 213 UNIDADES

PO5 67 195 120(0.2) 219 UNIDADES  
 253 242 11 UNIDADES  
 219 11 208 UNIDADES  
 208 71 292 LOTES  
 4 DE LOTES 3  
 15(7) 213 UNIDADES

PO6 910 200 210(0.2) 242 UNIDADES  
 264 237 27 UNIDADES  
 242 27 215 UNIDADES  
 215 71 302 LOTES  
 4 DE LOTES 3  
 15(7) 213 UNIDADES

PO11 121 380 150(0.2) 410 UNIDADES  
 185 112 70 UNIDADES  
 410 73 337 UNIDADES  
 337 71 474 LOTES  
 4 DE LOTES 5  
 15(7) 355 UNIDADES

PO1 45 110 242(0.2) 1584 UNIDADES  
 68 40 4 UNIDADES  
 1584 8 1594 UNIDADES  
 1594 71 211 LOTES  
 4 DE LOTES 2  
 12(7) 142 UNIDADES

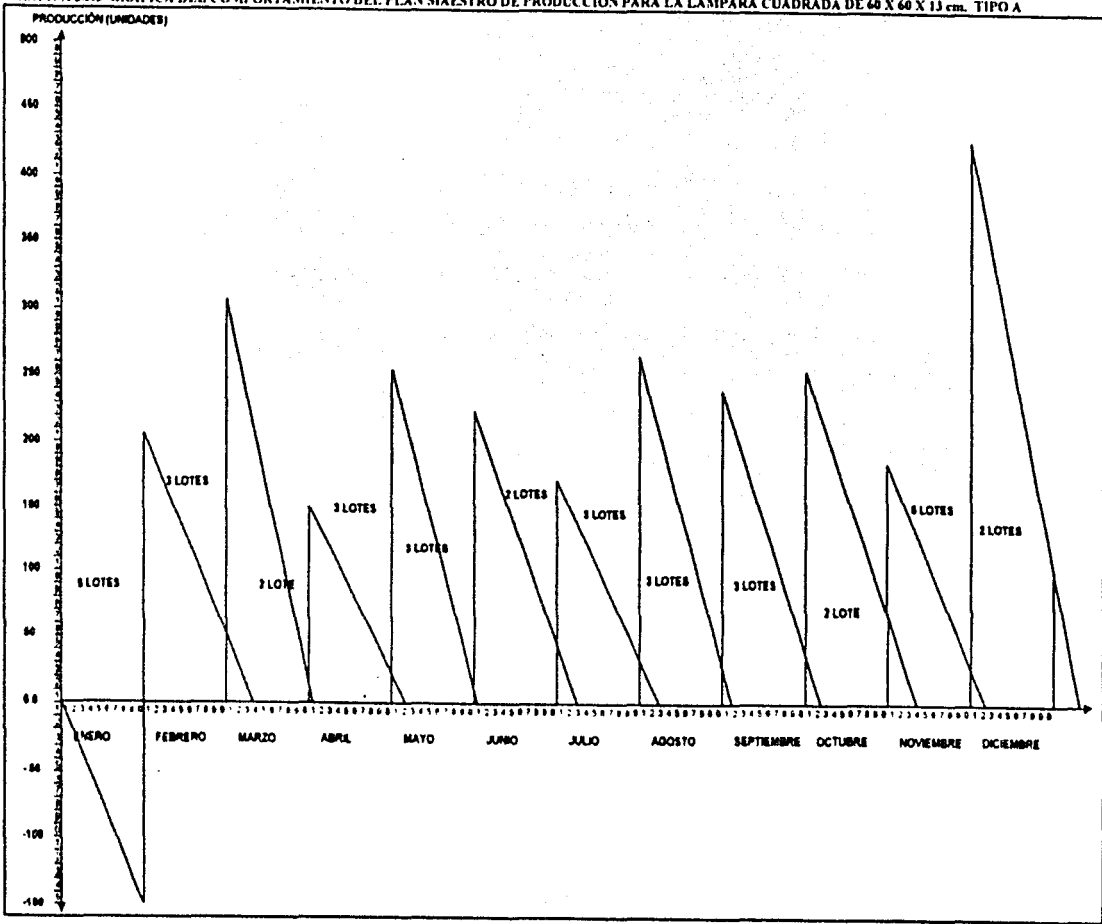
PO6 74 120 237(0.2) 1674 UNIDADES  
 224 195 29 UNIDADES  
 1674 29 1644 UNIDADES  
 1644 71 194 LOTES  
 4 DE LOTES 2  
 12(7) 142 UNIDADES

PO10 11 210 112(0.2) 2324 UNIDADES  
 240 290 40 UNIDADES  
 2324 40 1924 UNIDADES  
 1924 71 270 LOTES  
 4 DE LOTES 3  
 15(7) 213 UNIDADES

PO12 12 150 110(0.2) 172 UNIDADES  
 428 380 48 UNIDADES  
 172 48 124 UNIDADES  
 124 71 174 LOTES  
 4 DE LOTES 2  
 12(7) 142 UNIDADES



GRÁFICA 3.53 GRÁFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA LÁMPARA CUADRADA DE 60 X 60 X 13 cm. TIPO A



## ELABORACIÓN DEL PMP PARA LA LÁMPARA GAVILÁN DE 30 X 1.22 X 13 CM.

Obtención del tamaño de lote óptimo para la lámpara GAVILÁN de 30 x 1.22 x 13 cm

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{KC}}$$

Donde: Q = Tamaño de lote óptimo  
 R = Demanda  
 S = Costo de ordenar  
 K = Costo por mantener inventario  
 C = Costo de artículo ya entregado

Demanda anual 449 unidades  
 Costo del producto ya entregado \$ 50.00  
 Costo por mantener inventario 20 %  
 Costo por ordenar \$ 15.00

$$Q = \sqrt{\frac{2(449)(15)}{(0.20)(70)}} = 18.35$$

$$Q = 18$$

Ya obtenido el tamaño de lote óptimo para la lámpara GAVILÁN de 30 X 1.22 X 13 cm. Del modelo ABC se obtienen los siguientes parámetros para poder calcular los puntos de orden (PO) y de esta forma elaborar el PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP).

Demanda anual = 449  
 Tipo de producto = B  
 Tamaño de lote = 18 unidades  
 Lead time (Plazo de entrega) = 1 mes  
 Cobertura = 3 meses  
 Inventario de seguridad = 10 %

TABLA 3.5.8 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA LÁMPARA GAVILÁN DE 30 X 1.22 X 13 CM. TIPO B

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DEMANDA ANUAL
INVENTARIO INICIAL	0	78	53	35	219	83	67	124	99	83	147	87	
PORCENTAJE DE COBERTURA	100%	114%	214%	114%	217%	197%	197%	117%	205%	115%	128%	228%	
PORCENTAJE DE DEMANDA	0	25	18	24	87	22	99	28	19	83	96	83	119
PRODUCCIONES PRODUCCION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRODUCCION	108	0	0	108	0	0	126	0	0	144	0	0	486
# DE LOTES	4	0	0	6	0	0	7	0	0	8	0	0	
INVENTARIO FINAL	78	53	35	119	89	67	124	99	83	147	87	37	

PO: 25 - 25 - 18 - 24 - 100(1) - 70 UNIDADES  
 6 - 30 - 8;  
 70 - 81 - 100 UNIDADES  
 100 - 18 - 555 LOTES  
 # DE LOTES - 6  
 (7)(18) - 108 UNIDADES

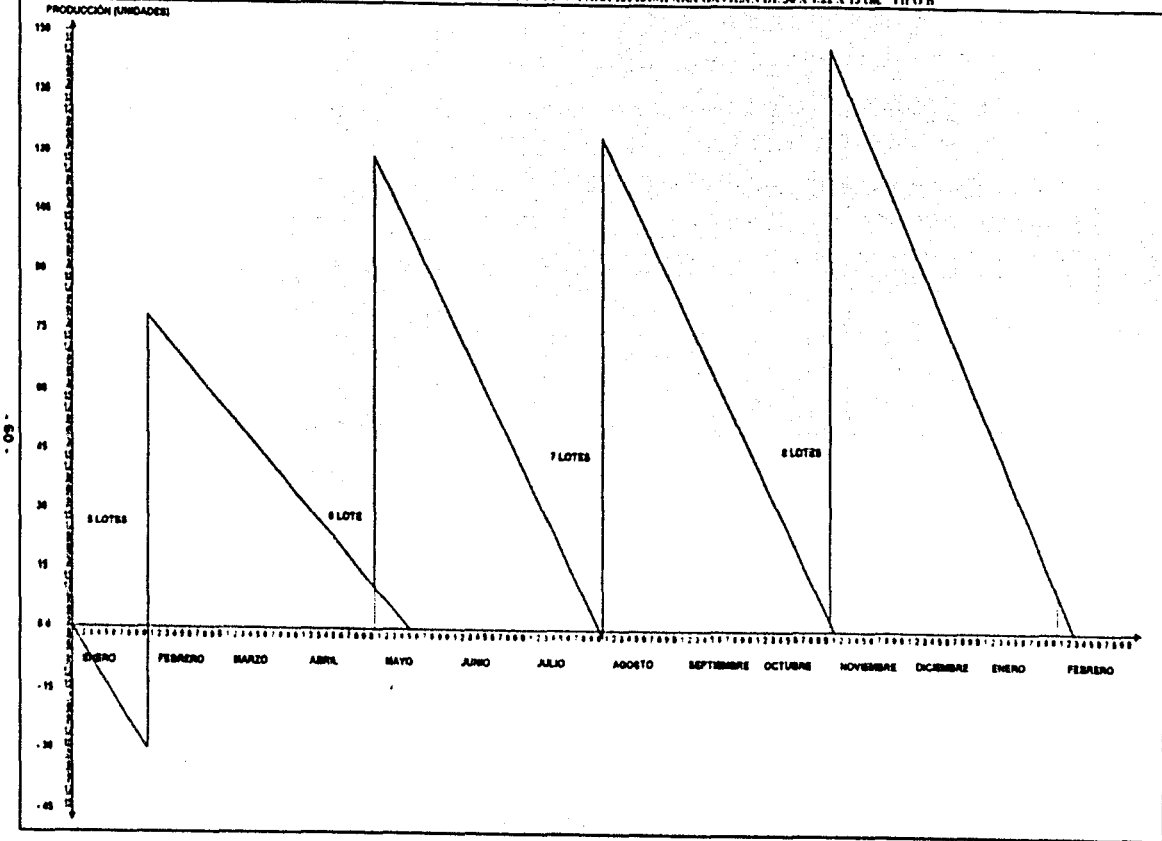
PO: 81 - 25 - 16 - 80 - 60(1) - 127 UNIDADES  
 67 - 69 - 2 UNIDADES  
 127 - 2 - 129 UNIDADES  
 129 - 18 - 716 LOTES  
 # DE LOTES - 7  
 (7)(18) - 126 UNIDADES

PO: 58 - 30 - 22 - 69 - 25(1) - 123 UNIDADES  
 05 - 24 - 11 UNIDADES  
 123 - 11 - 112 UNIDADES  
 112 - 18 - 625 LOTES  
 # DE LOTES - 6  
 (7)(18) - 168 UNIDADES

PO: 11 - 12 - 60 - 50 - 30 - 25(1) - 142 UNIDADES  
 83 - 80 - 3 UNIDADES  
 142 - 3 - 139 UNIDADES  
 139 - 18 - 775 LOTES  
 # DE LOTES - 8  
 (8)(18) - 144 UNIDADES

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

GRAFICA 3.5.4 GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCION PARA LA LAMPARA GAVILAN DE 30 X 1.22 X 13 cm. TIPO B



- 50 -

## ELABORACIÓN DEL PMP PARA LA LÁMPARA DE EMPOTRAR DE 30 X 2.24 X 13 CM.

Obtención del tamaño de lote optimo para la lámpara de EMPOTRAR de 30 x 2.24 x 13 cm

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{KC}}$$

Donde: Q = Tamaño de lote optimo

R = Demanda

S = Costo de ordenar

K = Costo por mantener inventario

C = Costo de articulo ya entregado

Demanda anual 328 unidades

Costo del producto ya entregado \$ 50.00

Costo por mantener inventario 20 %

Costo por ordenar \$ 15.00

$$Q = \sqrt{\frac{2(328)(15)}{(0.20)(70)}} = 26.5$$

$$Q = 26$$

Ya obtenido el tamaño de lote optimo para la lámpara de EMPOTRAR de 30 X 2.24 X 13 cm. Del modelo ABC se obtienen los siguientes parámetros para poder calcular los puntos de orden (PO) y de esta forma elaborar el PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (PMP).

Demanda anual = 328

Tipo de producto = C

Tamaño de lote = 26 unidades

Lead time (Plazo de entrega) = 1 mes

Cobertura = 6 meses

Inventario de seguridad = 5 %

TABLA 3.5.9 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA LÁMPARA DE EMPOTRAR 30 X 2.24 X 13 CM. TIPO C

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DEMANDA ANUAL
INVENTARIO INICIAL	0	20	14	14	19	19	14	12	8	6	21	14	
PORCENTAJE DE COBERTURA	100	500	400	300	200	100	100	600	500	400	300	200	
PORCENTAJE DE DEMANDA	5	54	...	4		6	5	18	20	4	7	4	128
PRODUCCIÓN EN PROCESO	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRODUCCIÓN	200	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	138
* DE FOLIOS	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
INVENTARIO FINAL	20	14	14	19	19	14	12	8	6	21	14	19	

PO1: 20 + 54 + 0 + 40 + 0 + 60 + 50 + 40(005) = 206.4 UNIDADES

0 + 5 = 5

206.4 + 5 = 211.4 UNIDADES

2011.4 - 26 = 1954.0 UNITS

\* DE FOLIOS = 1

(0)(126) = 200 UNIDADES

PO2: 20 + 40 + 20 + 40 + 7 + 4 + 5 + 54(005) = 126.7 UNIDADES

49 + 50 = 1

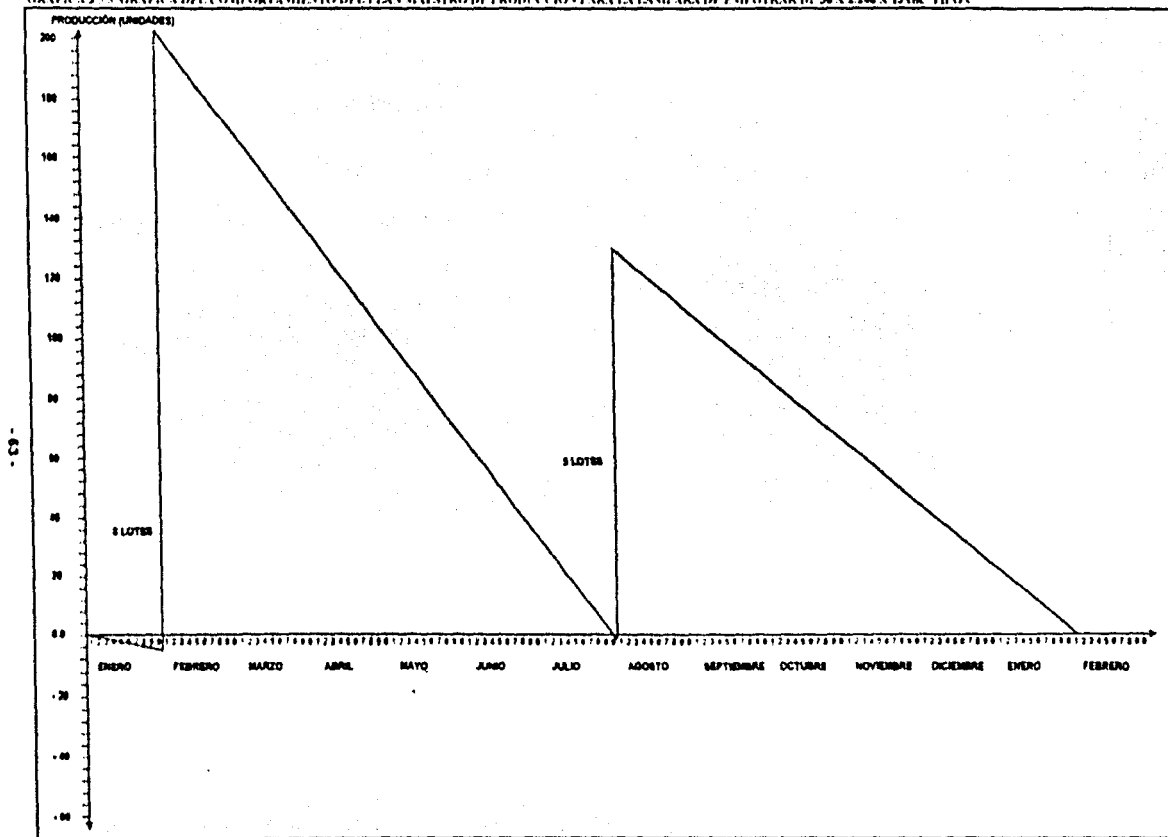
126.7 + 1 = 127.7 UNIDADES

127.7 - 26 = 400.0 UNITS

\* DE FOLIOS = 5

(5)(126) = 130 UNIDADES

GRAFICA 1.5.5. GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA LÁMPARA DE EMPOTRAR DE 30 X 2.246 X 13 cm. TIPO C

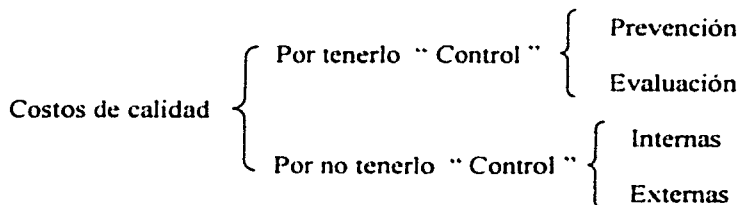


## III.6 ESTUDIO DE CONTROL DE CALIDAD

### CONTROL DE CALIDAD.

Es un conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización para la integración del desarrollo del mantenimiento y la superación de la calidad de un producto, con el fin de hacer posibles fabricación y servicio, a satisfacción completa del consumidor y al nivel más económico.

La frase "control de calidad" no significa lo "mejor"  
Si no quiere decir "mejor para el consumidor dentro de ciertas condiciones".



### Costos por tener calidad:

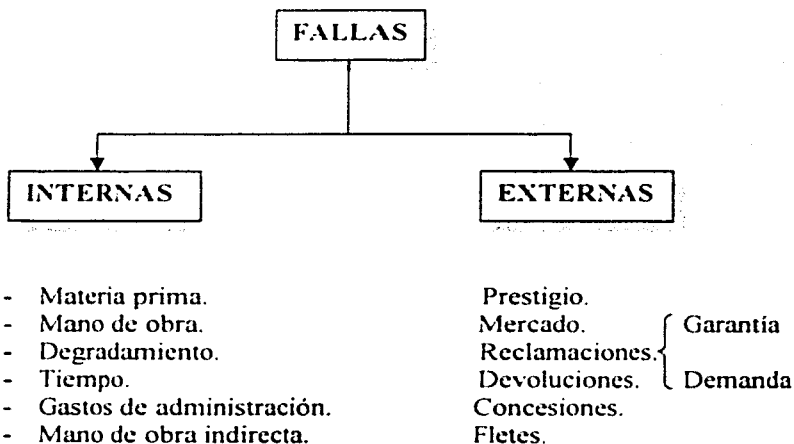
#### Costos por prevención

- Capacitación.
- Fijar standard.
- Contactar proveedores.
- Diseño.
- Investigación.

#### Costos por evaluación

- Inspección de materia prima.
- Gráficas de control.



Costos por no tener calidad:

### III.6.1 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO(C.E.P.).

Un enfoque para controlar la falta de uniformidad, es el control estadístico del proceso (CEP) el cual trata de determinar y eliminar las variaciones no aleatorias (esporádicas) a medida que estas surjan, mientras se esta llevando a cabo el proceso.

En los procesos de control se realizan dos tipos de mediciones: las de variables y las de atributos. En algunas ocasiones es necesario medir las características del producto en una escala continua, como la longitud, peso, volumen, todas las cuales son mediciones de variable. Por otra parte la medición de atributos simplemente clasifica al producto con una de dos categorías (bueno o malo), dependiendo de que si el producto observado tiene o no ciertas características.

#### **Características de calidad.**

Propiedades físicas o químicas que debe contener un bien o servicio para satisfacer la necesidad para la que fue diseñado.

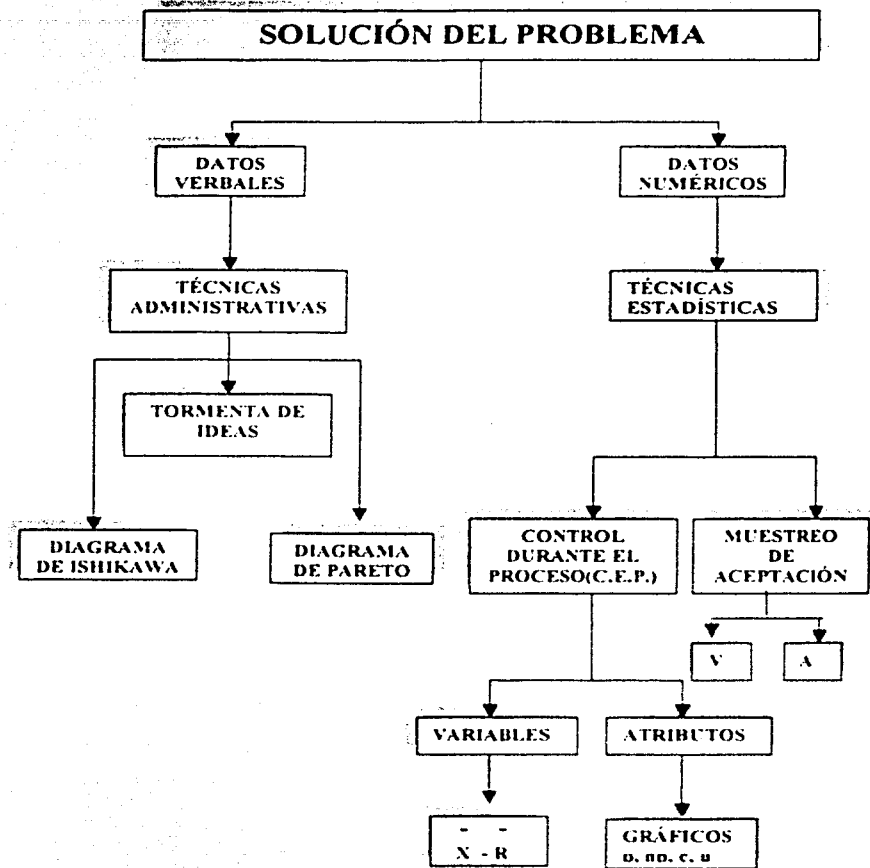
Cuando las **características de calidad** se pueden calificar únicamente con un si ó un no se le llama **atributo**.

Cuando la **característica de calidad** se puede comparar contra un continuo, escala ó patrón y se puede medir se le conoce como **variable de calidad**.

**Variables de fabricación.** Casuales ó accidentales (no se pueden eliminar porque son inherentes al proceso de fabricación).

**Asignables o Atribuibles.** (Si se pueden eliminar y se deben a las condiciones del proceso).

En este caso solo haremos referencia a las mediciones por atributo.



### GRÁFICO DE CONTROL P (Fracción defectuosa).

Cuando las unidades de la muestra se clasifican en una de dos categorías (buena o mala, éxito o fracaso, etc.) el muestreo es por atributos. Supóngase que se observa una muestra de unidades de algún proceso y se clasifica como defectuoso o aceptable. Se puede calcular la fracción defectuosa de unidades en la muestra y compararla con la fracción anterior de unidades defectuosas en el proceso. Tal gráfica se denomina *gráfica de fracciones defectuosas* (o *gráfica p*). Si la fracción defectuosa de la muestra ( $p$ ) se desvía mucho de la fracción defectuosa anterior del proceso ( $p$ ) se puede concluir que se ha llevado a cabo algún cambio en el proceso, de manera que la fracción defectuosa actual es mayor o menor de lo normal.

Si el proceso está bajo control, la fracción defectuosa de la muestra ( $p$ ) es un cálculo de la fracción defectuosa subyacente en el proceso. Varios de estos cálculos de las muestras tienden a distribuirse normalmente.

Se realizó una inspección para detectar si una lámpara tiene defecto o no, proporcionando los siguientes datos al día (lámpara cuadrada de 60 x 60 x 13 cm.).

Características que se inspeccionan en una lámpara (las dimensiones sean las especificadas, la adherencia de pintura, encendido de la lámpara, los componentes eléctricos estén fijos, el acrílico no este roto.)

TABLA 3.6.1 DATOS PROPORCIONADOS POR LA INSPECCIÓN.

NÚMERO DE LA MUESTRA	NÚMERO DE UNIDADES MUESTRADAS	CANTIDAD DE DEFECTOS	NÚMERO DE LA MUESTRA	NÚMERO DE UNIDADES MUESTRADAS	CANTIDAD DE DEFECTOS
1	40	3	11	40	3
2	40	2	12	40	1
3	40	4	13	40	4
4	40	3	14	40	1
5	40	1	15	40	3
6	40	2	16	40	5
7	40	2	17	40	6
8	40	3	18	40	3
9	40	5	19	40	3
10	40	1	20	40	2

TABLA 3.6.2 CANTIDAD DE PORCENTAJE DEFECTUOSO EN CADA MUESTRA.

NÚMERO DE LA MUESTRA	NÚMERO DE UNIDADES MUESTRADAS	CANTIDAD DE DEFECTOS	PORCENTAJE DEFECTUOSO	NÚMERO DE LA MUESTRA	porcentaje defectuoso
1	40	3	0 075	1	0 075
2	40	2	0 050	2	0 050
3	40	4	0 100	3	0 100
4	40	3	0 075	4	0 075
5	40	1	0 025	5	0 025
6	40	2	0 050	6	0 050
7	40	2	0 050	7	0 050
8	40	3	0 075	8	0 075
9	40	5	0 125	9	0 125
10	40	1	0 025	10	0 025
11	40	3	0 075	11	0 075
12	40	1	0 025	12	0 025
13	40	4	0 100	13	0 100
14	40	1	0 025	14	0 025
15	40	3	0 075	15	0 075
16	40	5	0 125	16	0 125
17	40	6	0 150	17	0 150
18	40	3	0 075	18	0 075
19	40	3	0 075	19	0 075
20	40	2	0 050	20	0 050

En donde:

$G_p$  = desviación estandar de la distribución de p

$\bar{p}$  = fracción promedio de defectos

m = número de muestras

n = tamaño de la muestra

x = defectos

p = porcentaje defectuoso o fracción defectuosa

$p = x/n$

$$\bar{P} = \frac{\Sigma x}{nm} = \frac{57}{(40)(20)} = 0.07125$$

$$G_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} = \sqrt{\frac{0.07125(1 - 0.07125)}{40}}$$

$$G_p = 0.0407$$

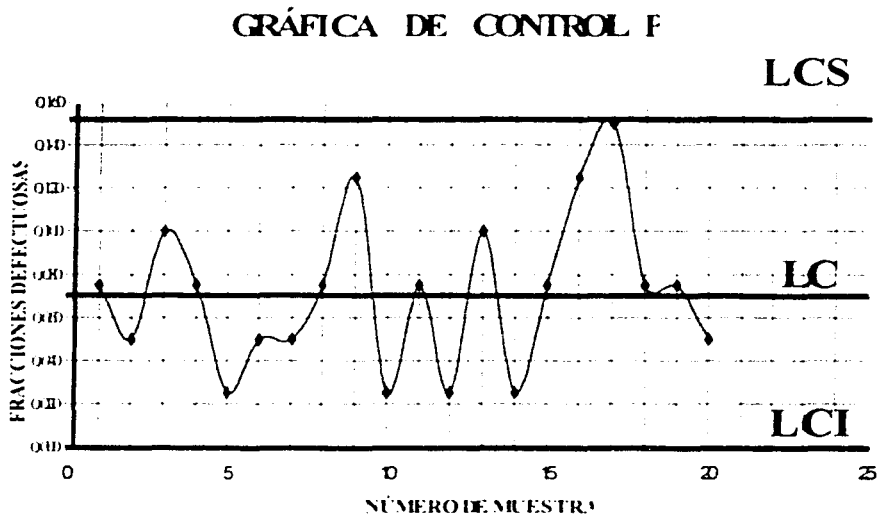
Para un nivel de confianza del 95.4 % tenemos los siguientes límites de control:

$$LCS = \bar{p} + 2 G_p = 0.07125 + 2(0.0407) = 0.15265 \text{ Aprox. } 15\%$$

$$LC = \bar{p}$$

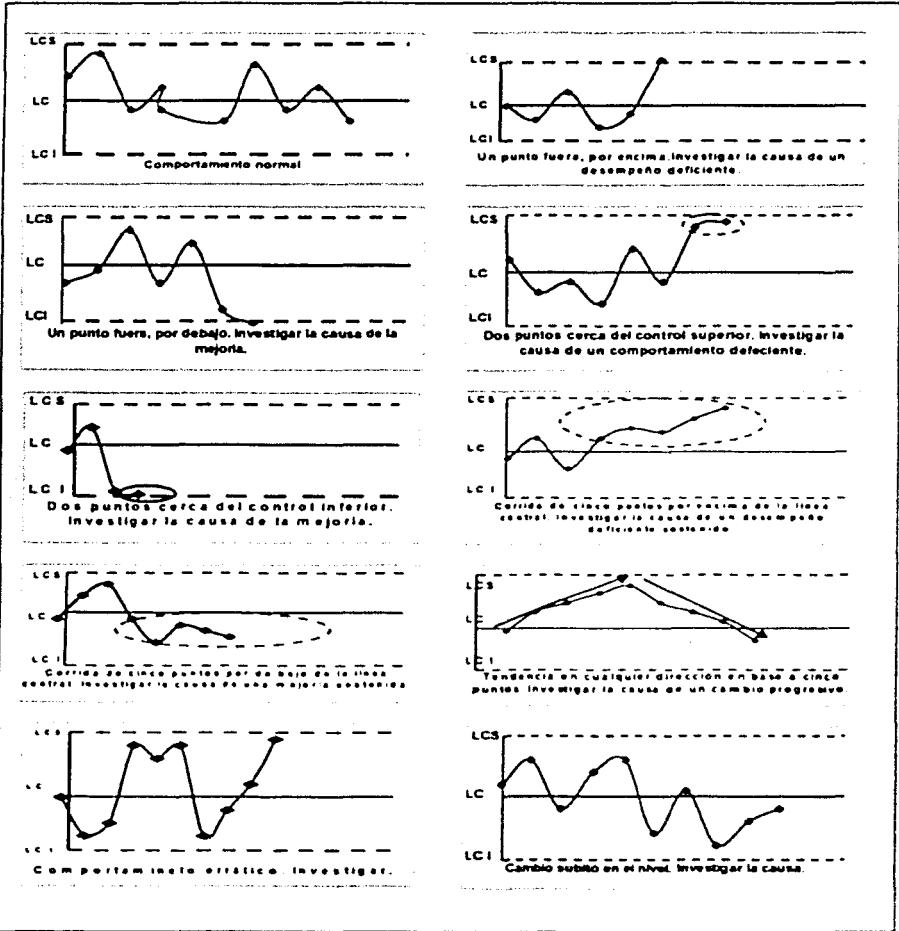
$$LCI = \bar{p} - 2 G_p = 0.07125 - 2(0.0407) = -0.010 \text{ por lo tanto } = 0$$

GRÁFICA 3.6.1 GRÁFICA DE CONTROL PARA LÁMPARAS CUADRADAS DE 60 X 60 X 13 cm. UTILIZANDO GRÁFICA DE CONTROL P



Las gráficas de control deben de actualizarse cuando se implante proyectos de avance, mejoramiento de calidad, surja otro cambio en las personas, en los métodos, en la maquinaria o en los materiales de proceso.

TABLA 3.6.3 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PUNTOS EN LAS GRÁFICAS DE CONTROL.



**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



### III.6.3.2 MUESTREO DE RECEPCIÓN

El muestreo de recepción es una aplicación importante de la estadística al control de calidad. Implica el uso de planes sistemáticos que proporcionan ordenes para hacer el muestreo en la producción terminada y como utilizar la información muestreada para mantener la calidad a los niveles deseados.

Se utiliza con frecuencia para hacer el seguimiento de los materiales y partes que se reciben, o para cualquier otra situación que implique la toma de una decisión del tipo tomar o dejar (aceptación / rechazo) sobre la calidad total del embarque o lote de artículos.

Como se puede ver, el muestreo de recepción en contraste con el proceso continuo de control estadístico, es un proceso que se aplica después de que la producción se ha realizado.

**Errores de muestreo.** Se puede incurrir en dos tipos de errores de muestreo. Un embarque de buena calidad puede ser rechazado si un número desproporcionalmente grande de unidades defectuosas del embarque se selecciona al azar. También puede suceder que se seleccione al azar bastante mercancía en buenas condiciones, o que el embarque en general sea de mala calidad. El primer riesgo es  $\alpha$ , riesgo del productor; el segundo es  $\beta$ , riesgo del consumidor.

En las aplicaciones industriales son tres los planes de muestreo que se encuentran con frecuencia.

**Plan de muestreo sencillo,** una muestra de unidades "n" seleccionada al azar se obtiene del embarque y se determina la calidad de cada unidad muestreada. Si más unidades "c" muestreadas no se apegan a las especificaciones de desempeño, todo el embarque se rechaza. Si "c" o menos artículos son los que no se apegan, el embarque se acepta.

n = Tamaño de la muestra  
c = Número de aceptación

**Plan de muestreo doble**, es un proceso de dos etapas en donde la primera muestra, que es más pequeña, el resultado puede ser una decisión clara de aceptación o rechazo, o se puede obtener un resultado inconcluso que implique un segundo muestreo. Después del segundo muestreo, los resultados acumulativos de la muestra integrada por las dos anteriores conducen a una aceptación o un rechazo.

El número total de unidades requeridas para tomar una decisión es, en promedio, menor con un muestreo doble que un muestreo sencillo.

**Plan de muestreo múltiple**, es una extensión del concepto de muestreo doble, en donde muchas muestras muy pequeñas pueden ser tomadas del embarque hasta que las pruebas acumuladas sobre la muestra sean lo suficientemente concluyentes para garantizar la aceptación o el rechazo.

Las alternativas de selección para  $n$  y  $c$  determinan las características del plan de muestreo. Hay procedimientos normales para determinar los parámetros del plan de muestreo  $n$  y  $c$ , que satisfagan los requerimientos de desempeño especificadas por el usuario. Estos planes de diseño incluyen los siguientes cuatro términos de información

**NAC** = Nivel aceptable de calidad

**TPDL** = Tolerancia en el porcentaje de defectos o en el lote ó bien nivel deficiente de calidad.

$\alpha$  = riesgo del productor

$\beta$  = riesgo del consumidor

**En este caso solo haremos referencia a un plan de muestreo sencillo.**

Aplicación del plan de muestreo sencillo, para la inspección de materia prima (lámina negra calibre 22).

Determinación del tamaño óptimo de lote.

En donde:

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{KC}}$$

Q = Tamaño de lote óptimo

R = Demanda anual

S = Costo de ordenar

K = Costo por mantener inventario

C = Costo de artículo ya entregado

R = 4133 Unidades (hojas).

C = 76 \$/Unidad.

K = 20%

S = \$ 10

$$Q = \sqrt{\frac{2(4133)(10)}{(0.20)(76)}}$$

Q = 73.74 por lo tanto se aproxima 74 unidades (hojas de lámina cal. 22).

Q = 74 hojas = 1 tonelada de lámina negra calibre 22.

### Especificaciones de desempeño para el plan de muestreo sencillo.

La empresa acepta el lote si tiene una calidad aceptable con un porcentaje no mayor del 5 % de las hojas, si las hojas de lamina resultan defectuosas ya sea en calibre, abolladuras, etc. Se consideran los lotes con un 15% o más de unidades defectuosas, de muy mala calidad.

Se desea que el plan tenga una probabilidad del 95%(0.95) de aceptar los buenos lotes, y una probabilidad de solo un 10 %(0.10) de aceptar lotes verdaderamente malos.

**TABLA 3.6.4 ESPECIFICACIONES DE DESEMPEÑO PARA EL PLAN DE MUESTREO SENCILLO.**

Especificaciones de desempeño	Parámetros del plan de muestreo
Buena calidad(NAC) = 0.05 o menos defectuosos Probabilidad deseada de aceptar el lote de buena calidad = 0.95 Probabilidad de riesgo de errores alfa = 0.05 Mala calidad(TPDL) = 0.15 o mas defectuosos Probabilidad deseada de aceptar el lote de mala calidad = 0.10 Probabilidad de riesgo de errores = 0.10	$n = 74$ $c = 6$

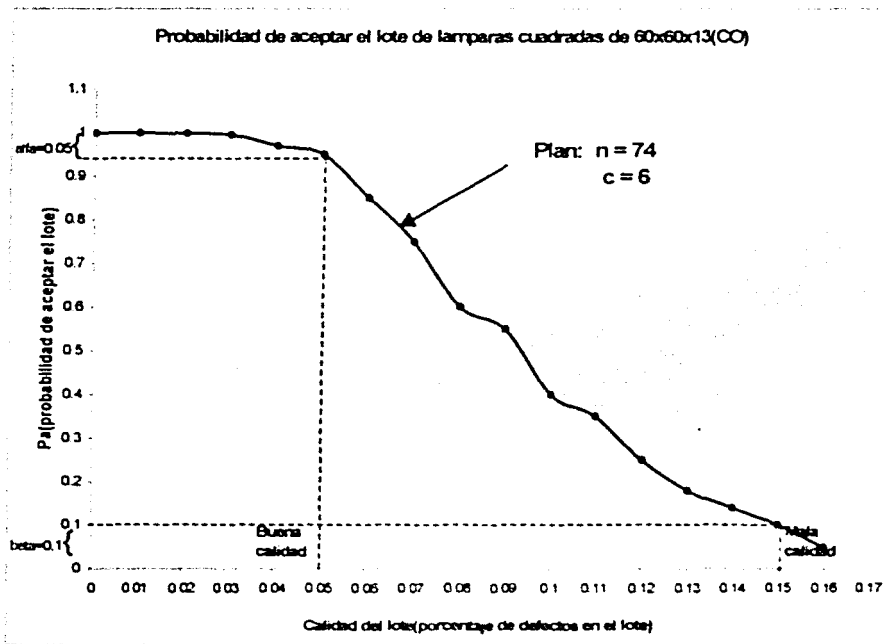
**TABLA 3.6.5 Datos para la obtención de la curva característica(CO), para el plan de muestreo sencillo.**

p	n	np	Pa	p	n	np	Pa
0.01	74	0.74	0.999	0.09	74	6.66	0.560
0.02	74	1.48	0.998	0.1	74	7.4	0.400
0.03	74	2.22	0.996	0.11	74	8.14	0.360
0.04	74	2.96	0.975	0.12	74	8.88	0.250
0.05	74	3.7	0.960	0.13	74	9.62	0.182
0.06	74	4.44	0.860	0.14	74	10.36	0.140
0.07	74	5.18	0.075	0.15	74	11.1	0.100
0.08	74	5.92	0.600	0.16	74	11.84	0.050

Los datos proporcionados por esta tabla se calculan con la ayuda de la figura 1.1 mostrada en el apéndice.

Se utilizan diversas combinaciones de "n" y "c" para obtener una curva característica(CO) y el consiguiente plan de muestreo que de los niveles de protección que se desean para aceptar el lote de buena calidad y rechazar el lote de mala calidad.

**GRÁFICA 3.6.2 CURVA CARACTERÍSTICA(CO) PARA EL PLAN DE MUESTREO SENCILLO SEGÚN ESPECIFICACIONES.**



El plan implica muestrear lotes con 74 hojas de lámina calibre 22, si se encuentran más de 6 hojas en el lote defectuosas se rechaza y si encuentran 6 hojas defectuosas o menos el lote se acepta.

## III.7 ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE

### DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE

Un error frecuente es implementar un plan de Seguridad e Higiene sin tomar en cuenta la situación actual del centro de trabajo, siendo esto deficiente y además antieconómico.

Así bien para la elaboración de un plan de seguridad e higiene es necesario conocer a detalle las condiciones en que se encuentra la empresa. Además se requiere contar con un sistema que nos proporcione información de las condiciones inseguras a fin de prevenir, controlar los accidentes y enfermedades profesionales, protegiendo tanto al trabajador, como a las instalaciones, maquinaria, etc. Así también como identificar las causas de los accidentes, estimar, valorar y controlar los riesgos entre otros puntos importantes. Todo lo anterior es el resultado del análisis del Diagnóstico Situacional (DS).

#### III.7.1 DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

**DEFINICIÓN :** El diagnóstico situacional es la identificación de los riesgos de trabajo mediante inspecciones, para valorar los riesgos posibles, aplicando medidas preventivas a los riesgos que pudieran ocasionar accidentes o enfermedades.

En el presente diagnóstico se considera los elementos mínimos indispensables para tener la información pertinente y adecuada, para que a partir de ella se diseñe un plan preventivo de Seguridad e Higiene(SH), factible, eficiente y productivo.

El DS consta fundamentalmente de la "Identificación de riesgos" y posteriormente nos llevara a una evaluación de estos. Incluyendo una hoja de reporte, con el fin de tener una evaluación cualitativa y cuantitativa que permita una calificación del estado que guarda con respecto a las condiciones de SH en el trabajo en el momento que se realizó.

### III.7.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los accidentes no ocurren así como así, son causados por circunstancias o prácticas inseguras, combinadas o individuales. Resulta obvio que si queremos evitarlos así como los daños humanos que producen, es menester descubrir cuales factores los causan y aplicar las medidas correctivas adecuadas antes de que ellos ocurran. Una inspección bien planeada y sistemáticamente realizada, constituye un medio eficaz para detectar causas del peligro.

Para una correcta identificación de riesgos es importante conocer el centro de trabajo además de contar con diagramas de flujo del proceso que se realice, y analizar los puestos de trabajo.

### III.7.3 LISTA DE VERIFICACIÓN

La lista de verificación es utilizada como apoyo técnico en el recorrido de un diagnóstico situacional, en el cual se consideran: el área o lugar de inspección, fecha de inspección, quién realiza la inspección, las características técnicas según las normas vigentes y las observaciones de la persona que realiza el recorrido, para que sean consideradas estas observaciones en la evaluación de riesgos.

Para la lista de verificación se consideraron diez rubros importantes para identificar los riesgos posibles de los cuales se elaboraron diez formatos que son:

1. PLANTA FÍSICA
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS
3. SERVICIOS
4. MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES
5. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
6. ORDEN Y LIMPIEZA
7. CONDICIONES DE AMBIENTE DE TRABAJO
8. SISTEMAS CONTRA INCENDIO
9. SEÑALES, AVISOS DE SEGURIDAD Y CÓDIGO DE COLORES
10. OFICINAS

Para el llenado de los formatos se realizó un recorrido sensorial, cuestionarios, preguntas a los trabajadores, documentación, etc., se verificó el cumplimiento de las especificaciones en cuanto a los formatos en cada rubro. Posteriormente se realizó un recorrido general y se llegó a la tabla siguiente.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 3.7.1 PLANTA FÍSICA

Lugar: Fábrica. Impulsora de IluminaciónFecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE:	ESTANDAR	¿CUMPLE? SI NO	OBSERVACIONES
Dimensiones en el centro de trabajo	- Altura mínima de piso a techo 2.5 m - Espacio libre de 10 m cúbicos - Superficie libre de 2 m por trabajador NOM-001-STPS-1993	X X X	
Características de la construcción	- Pared y techo resistente a los fenómenos meteorológicos y condiciones internas RGSHT Art 9. NOM-001-STPS-1993	X	
Áreas de ambulacion en el centro de trabajo	- Pisos, huellas de escalones, descansos, pasadizos y plataformas estan limpios - Tienen superficies antiresbalantes en lugares transitables por trabajadores RGSHT Art 9. NOM-001-STPS-1993	X X	
Salidas del centro de trabajo	- Salidas normales suficientes para permitir el desalojo de los trabajadores en un máximo de 3 minutos - De nos ser así, cuenta con salidas de emergencia NOM-002-STPS-1993	X	No se considera por características propias de la empresa
Patios de maniobra en los centros de trabajo	- Las áreas destinadas al tránsito maniobra y manejo de materiales se delimitan con avisos y señales y con franjas de color amarillo RGSHT Art 9. NOM-001-STPS-1993	X	
Desniveles en los Centros de trabajo	- Zanjas, registros, drenaje u otras aberturas en los centros de trabajo tienen protecciones como cubiertas, cercas o resguardos - Avisos de seguridad NOM-001-STPS-1993	X X	
Escaleras en los Centros de trabajo	- Escaleras con ancho mínimo de 1.2 m - Las huellas de los escalones son de un ancho mínimo de 25 cm y sus peraltes de 18 cm máximo - Escalera con barandales a una altura no menor de 90 cm NOM-001-STPS-1993	X X X	
Escaleras fijas en los centros de trabajo	- Escaleras fijas, ancho 40 cm y distancia entre peldaños no mayor a 30 cm - Descansos y plataformas por lo menos a cada 10 m de altura NOM-001-STPS-1993	X	No se considera por características propias de la empresa
	<b>SUBTOTAL</b>	11	



### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

**TABLA 7.3.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

**Lugar:** Fábrica Impulsora de Iluminación      **Fecha:** Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE:	ESTÁNDAR	¿CUMPLE?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Instalación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las instalaciones y las conexiones eléctricas tienen dispositivos de seguridad e higiene</li> <li>- Cumplen con las disposiciones legales y técnicas RESHMAT Art 56</li> <li>- Hay conexiones o instalaciones provisionales, entubando debidamente el cableado eléctrico</li> </ul>	---	X	
Líneas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las líneas eléctricas se tienen identificadas y señaladas debidamente según su voltaje conforme a las recomendaciones vigentes en esta materia RESHMAT Art 60</li> </ul>	---	X	
Tableros de control	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los tableros de control tienen candados</li> <li>- En caso de reparación se colocan las etiquetas correspondientes</li> </ul>	---	X	
Electricidad estática	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El equipo productor de electricidad estática está conectado a tierra RESHMAT Art 59</li> </ul> <p style="text-align: center;">NOM-004-STPS-1993</p>	---	X	
Alta tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exclusivamente personal autorizado tiene acceso a las zonas donde se encuentra equipo de alta tensión</li> <li>- Cuentan con indicaciones y/o avisos, que digan "¡¡¡ALTA TENSION!!!"</li> </ul> <p>RESHMAT Art 60</p>	---	---	<p>No se considera por características propias de la empresa</p> <p>No se considera por características propias de la empresa</p>
<b>SUBTOTAL</b>		0	7	

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.3 SERVICIOS

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE:	ESTÁNDAR	¿CUMPLE? SI NO	OBSERVACIONES
Agua potable	- Se cuenta con un deposito de agua potable independiente de la reserva de agua para incendio RESHMAT Art. 77 - Se cuenta con bebedores higienicos de agua potable o bien con depositos de agua purificada (1 por cada 30 trabajadores o mas de 15), asi como vasos desechables RESHMAT Art. 178	___X___ ___X___	
Sanitarios	- Se cuenta con escusados - Se cuenta con mingitorios con agua corriente (1 por cada 15 trabajadores o mas de 7), separados los hombres y las mujeres RESHMAT Art. 182	___X___ ___X___	
Regaderas	- Se cuenta con instalacion de regaderas (1 por cada 15 trabajadores o mas de 7), en locales separados para hombres y mujeres NOM-018-STPS-1993	___	No se considera por características propias de la empresa
Vestidores	- Se cuenta con vestidores y casilleros en el lugar donde se instalan las regaderas RESHMAT Art. 181 NOM-018-STPS-1993	___	No se considera por características propias de la empresa
Comedores	- Hay un comedor, ajustandose a la normatividad marcada por la Secretaria de Salud	___	No se considera por características propias de la empresa
	<b>SUBTOTAL</b>	___2___ ___2___	

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.4 MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE:	ESTÁNDAR	¿CUMPLE?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Estiba	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hay espacios destinados para la estiba y desestiba de materiales</li> <li>- Se encuentran ventilados</li> <li>- Iluminados</li> <li>- Delimitados que permitan el libre tránsito en los pasillos</li> <li>- Los movimientos de los trabajadores y el funcionamiento de la maquinaria o equipo están delimitados RESHMAT Art 115 NOM-006-STPS-1993</li> <li>- Se señala sobre la superficie de la pared, la altura máxima de estabilidad NOM-006-STPS-1993</li> <li>- La estiba es ordenada de acuerdo con el tipo de materiales y envase de que se trata NOM-006-STPS-1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>	
Recipientes fijos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El llenado en los recipientes fijos para almacenar líquidos corrosivos, irritantes o tóxicos, se hace hasta un máximo de 90% de su volumen</li> <li>- Con dispositivos que eviten que se rebase el nivel establecido NOM-009-STPS-1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input type="checkbox"/></li> <li>_____ <input type="checkbox"/></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input type="checkbox"/></li> <li>_____ <input type="checkbox"/></li> </ul>	<p>No se considera por características propias de la empresa</p> <p>No se considera por características propias de la empresa</p>
Manejo de sustancias corrosivas o tóxicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Donde se manejen estas sustancias, las cantidades se limitan para su uso en un día de trabajo</li> <li>- Se almacenan en recipientes específicos, en función de la sustancia de que se trate</li> <li>- Se identifican por medio de avisos o señales de seguridad NOM-009-STPS-1993</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input type="checkbox"/></li> <li>_____ <input type="checkbox"/></li> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>	
	<b>SUBTOTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>_____ <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>	

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.5 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE:	ESTÁNDAR	¿CUMPLE?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Dotación del equipo	- El personal cuenta con su equipo de protección. - Es adecuado al tipo de trabajo RESHMAT Arts. 159, 160 NOM-017-STPS-1993	_____	<u>  x  </u>	
Utilización del equipo	- Todo el personal que lo requiere, lo utiliza - Se capacita para su uso adecuado RESHMAT Art. 161 NOM-017-STPS-1993	_____	<u>  x  </u>	
Mantenimiento del equipo	- El equipo se encuentra en condiciones adecuadas de uso - Se lleva a cabo un mantenimiento preventivo - Se lleva un programa de mantenimiento - Se lleva un mantenimiento correctivo RESHMAT Art. 160 NOM-017-STPS-1993	_____	<u>  x  </u>	
	SUBTOTAL	<u>  0  </u>	<u>  8  </u>	

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.6 ORDEN Y LIMPIEZA

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE:	ESTÁNDAR	¿CUMPLE?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Objetos móviles	- Existen colocadas herramientas en pasillos o pasajes, escaleras u otros lugares elevados, donde puedan caer sobre los trabajadores	---	x	
ASEO	- El centro de trabajo se encuentra limpio - La maquinaria se mantiene limpia - Las instalaciones se mantienen limpias - La limpieza se hace al término de cada turno de trabajo RESMIAT Art 186	---	x	
Disposición de basura y desechos	- La basura y los desperdicios se manejan de forma que no afecten la salud de los trabajadores - Se cuenta con depósitos especiales para la basura	---	x	
Sanitarios	- Los sanitarios destinados a los trabajadores, se asean cuando menos cada 24 hrs - Cuentan con los artículos necesarios (papel higiénico, jabón, etc.) RESMIAT Art 185	---	x	
GAS	- Los tanques de gas estacionario cuentan con válvulas y manómetros de operación - Cuentan con válvulas de seguridad - Las tuberías de gas están alejadas de fuentes de calor - En caso contrario se encuentran aisladas con material incombustible - Se ubican en zonas bien ventiladas	---	x	No se considera por características propias de la empresa
	<b>SUBTOTAL</b>	2	11	

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.7 CONDICIONES DEL AMBIENTE DE TRABAJO

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE:	ESTÁNDAR	¿CUMPLEN?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Ruido	-Se evalúan los niveles de ruido -Se conocen las características de ruido y sus componentes de frecuencia NOM-011-STPS-1993 -Se rebasan los niveles máximos de ruido NOM-006-STPS-1993 -El personal cuenta con su equipo de protección -El equipo de protección cumple con lo establecido en la normatividad NOM-011-STPS-1993	___x___	___x___	
Ventilación	- Se mantiene la ventilación necesaria para un confort estable durante las labores NOM-016-STPS-1993 -Elaboran procedimientos para mantener la ventilación adecuada NOM-016-STPS-1993	___x___	___x___	
Iluminación	-Se cuenta con iluminación adecuada y suficiente conforme a la operación que se realiza NOM-025-STPS-1993	___x___	___x___	
	SUBTOTAL	___3___	___5___	

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.8 SISTEMA CONTRA INCENDIO

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE	ESTÁNDAR	¿CUMPLEN?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Prevención y combate contra incendio	-Se cuenta con un plan de emergencias por escrito para evacuación en caso de incendio	_____	<u>  x  </u>	No se considera por características propias de la empresa
	-Se tiene por escrito un programa de prevención, protección y combate contra incendio	_____	<u>  x  </u>	
	-Están conectados a tierra los equipos que generan electricidad estática	_____	<u>  x  </u>	
	NOM-002-STPS-1993			
	-Los equipos portátiles contra incendio están en sitios destinados para ello	_____	<u>  x  </u>	
	-Se encuentran en condiciones de uso inmediato	_____	<u>  x  </u>	
	RESHMAT Art 25			
	-Se cuenta con brigadas, cuadrillas o cuerpo de bomberos contra incendio	_____	_____	
	RESHMAT Art 32			
	-Los equipos portátiles se encuentran colocados a distancia no mayores de 15 m entre uno y otro	_____	<u>  x  </u>	
-Es la altura máxima de 1.5 m, del piso a la parte más alta del extintor	_____	<u>  x  </u>		
-Se encuentra en lugares de fácil acceso	_____	<u>  x  </u>		
-Se encuentran señalizados	_____	<u>  x  </u>		
NOM-002-STPS-1993				
	<b>SUBTOTAL</b>	<u>  0  </u>	<u>  9  </u>	

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.9 SEÑALES, AVISOS DE SEGURIDAD Y CÓDIGO DE COLORES

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE	ESTÁNDAR	¿CUMPLEN?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Características	-Se cuenta con señales y avisos de seguridad -Están claros y concretos -Se identifican las condiciones inseguras y medidas preventivas NOM-0027-STPS-1993 -Se utiliza el código de colores en el sistema de tuberías conforme a lo que establece la norma NOM-028-STPS-1993	___	__x__	
Capacitación	-Se les proporciona capacitación y adiestramiento -Los trabajadores conocen la interpretación de los mensajes de seguridad e higiene NOM-027-STPS-1993	___	__x__	
	SUBTOTAL	__0__	__6__	



## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

TABLA 7.3.10 OFICINAS

Lugar: Fábrica Impulsora de Iluminación Fecha: Noviembre de 2001

INSPECCIÓN DE	ESTÁNDAR	¿CUMPLEN? SI NO	OBSERVACIONES
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sillones y botes de basura están colocados en áreas correspondientes o poco transitadas</li> <li>- Se mantienen siempre cerrados los cajones de archiveros o escritorios</li> <li>- Se evitan las extensiones eléctricas en zonas de tránsito</li> <li>- Se evita la obstrucción del paso con muebles o materiales voluminosos</li> <li>- Existe el cuidado de no tener pisos mojados o jabonosos</li> <li>- Se usa con precaución la guillotina</li> <li>- Se utiliza la herramienta de oficina para lo que ha sido diseñada</li> <li>- El centro de trabajo está limpio y ordenado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>___X___</li> <li>___X___</li> <li>___X___</li> <li>___X___</li> <li>___X___</li> <li>___X___</li> <li>___X___</li> <li>___X___</li> </ul>	No se considera por características propias de la empresa
Capacitación	- Se les proporciona capacitación para el uso seguro del equipo de oficina	___X___	
SUBTOTAL		___7___ ___1___	

TABLA 7.3.11 RIESGOS IDENTIFICADOS

HOJA DE REPORTE

Lugar: Fabrica; Impulsora de Iluminación

Fecha: Noviembre de 2001

CONCEPTO	PUNTOS MAXIMOS	PUNTOS OBTENIDOS	OBSERVACIÓN	%
1. Planta fisica	14	11		78.57
2. Instalaciones eléctricas	7	0		0
3. Servicios	4	2		50.00
4. Manejo, transporte y almacenamiento de materiales.	10	3		14.28
5. Equipo de protección	8	0		0
6. Orden y limpieza	13	2		15.38
7. Condiciones del ambiente	8	3		37.50
8. Sistemas contra incendios	9	0		0
9. Señales, avisos de SH	6	0		0
10. Oficinas	8	7		87.50
TOTAL	87	28		32.18

Firma del responsable: Carlos Sánchez G

Felipe Villegas M.

En la tabla anterior se observa que la empresa no cumple al cien por ciento con las normas establecidas de SH emitidas por la STPS, pero es obligación de la empresa cumplir con todas las normas de SH; de los diez rubros analizados en forma general cumple solo el 32.18% en promedio.

Será útil tener presente el principio de Pareto; según éste enunciado por el economista y sociólogo italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), aunque los factores causa son muchos, los verdaderamente importantes y determinantes son pocos. La clave es encontrar los puntos importantes para allí ejercer una acción de amplia resonancia.

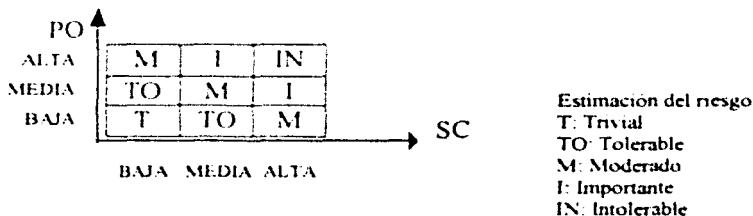
### III.7.4 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

Con lo anterior y el método cuantitativo utilizado para estimar riesgos el RMPP (Risk Management and Previsión Program) que consiste en determinar la matriz de análisis de riesgo a partir de los valores asignados para la probabilidad y las consecuencias de acuerdo con los siguientes criterios:

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO		SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS	
Alta	Siempre o casi siempre	Alta	Extremadamente dañino (amputaciones, intoxicaciones, lesiones muy graves, etc.)
Media	Algunas veces	Media	Dañino (quemaduras, fracturas leves, sordera, etc. .)
Baja	Raras veces	Baja	Ligeramente dañino(cortes, molestias, irritaciones del ojo, etc. .)

### III.7.5 VALORIZACIÓN DEL RIESGO

El valor obtenido en la estimación anterior permitirá niveles de riesgo como se puede ver representada en la siguiente matriz de análisis de riesgos, permitiendo a partir de estos valores decidir si los riesgos son tolerables o por el contrario se deben adoptar acciones, estableciendo en este caso el grado de urgencia en la aplicación de las mismas.



PO: Probabilidad de ocurrencia  
 SC: Severidad de las consecuencias

Con la información obtenida anteriormente se construye una tabla de las condiciones inseguras que existen en la empresa.

**TABLA 3.7.12 VALORIZACIÓN DEL RIESGO PARA LAS CONDICIONES INSEGURAS EN LA PLANTA.**

LUGAR	CONDICIÓN INSEGURA	PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO	SEVERIDAD DE LA OCURRENCIA	VALORIZACIÓN DEL RIESGO
<b>OFICINAS</b>				
	Falta de extintores	M	A	I
	Falta de señalamientos	B	M	TO
<b>AREA DE PRODUCCIÓN</b>				
	Falta delimitar los pasillos y areas de trabajo con franjas amarillas	A	M	I
	Falta colocar a tierra física la maquinaria	A	A	IN
	Cables de corriente electrica pelados	A	M	I
	Falta de espacios destinados a la estiba	A	A	IN
	Pasillos y areas de trabajo congestionadas con material o desperdicio de material	A	A	IN
	Faltan extintores	A	A	IN
	Falta equipo de proteccion al personal	M	A	I
	La banda de la maquina num 3(troquel) esta rota y amarrada con alambre	A	A	IN
	Faltan señales y avisos de seguridad	M	M	M
	Falta orden y limpieza	A	A	IN
	Caja electrica abierta	B	B	T
<b>AREA DE PRODUCTO TERMINADO</b>				
	Falta de señalización y avisos de seguridad	M	M	M
	Falta delimitar los pasillos y areas para la estiba	M	M	M
	Falta orden y limpieza	M	M	M
<b>SANITARIOS</b>				
	Falta orden y limpieza	M	M	M
	Falta superficie antiresbalante	M	A	I

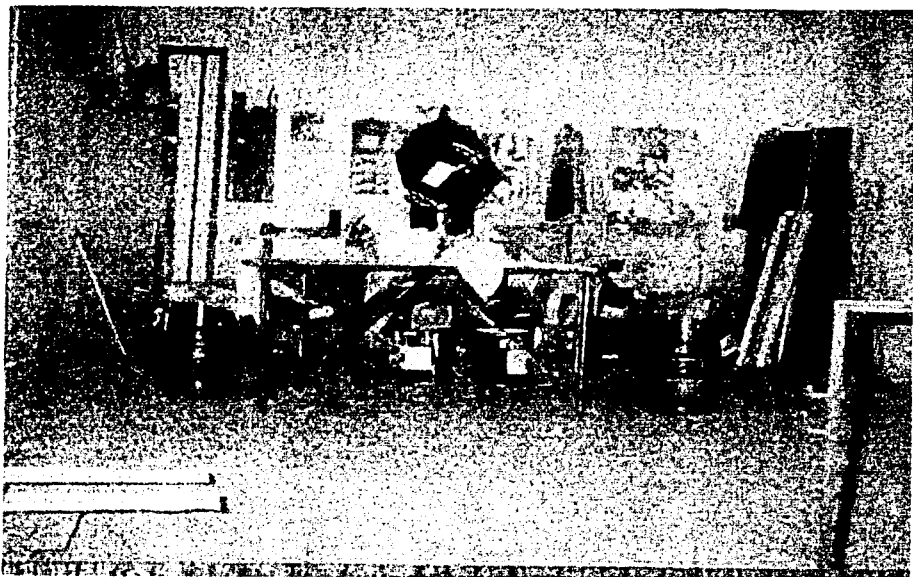
En donde:

A: Alta  
M: Media  
B: Baja

IN: Intolerable  
I: Importante  
M: Moderado  
TO: Tolerable  
T: Trivial

A continuación se muestran algunas fotografías en donde se observa las condiciones inseguras de la empresa ( falta de orden e higiene). Por lo cual es necesario medidas preventivas.





### III.8 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA

La localización de plantas es tomar una decisión sobre el sitio o región que favorezca la producción y la rentabilidad de las operaciones de una empresa. Para una buena localización hay que tomar en cuenta 10 factores que son:

- 1 - Interacción con otras empresas.
- 2 - Materia prima.
- 3 - Mercado.
- 4 - Mano de obra.
- 5 - Transporte.
- 6 - Infraestructura.
- 7 - Eliminación de desechos.
- 8 - Clima.
- 9 - Factores de la comunidad.
- 10 - Disponibilidad de locales y atractivos financieros

Para determinar si la localización actual de la empresa es la adecuada o si existe la posibilidad de una mejor localización se analizará la localización actual junto con dos opciones más utilizando el método ADITIVO DE PUNTAJE.

**Opciones de localización propuestas por el dueño de la fábrica**

- A MÉXICO D.F
- B QUERETARO
- C CUAUTITLAN

Para emplear el método aditivo de puntaje se necesitan realizar los siguientes pasos

- 1- Desarrollar un esquema de ponderación entre los distintos factores, de acuerdo a la importancia que tiene cada factor en relación con los demás.  
Tabla 1.2.2

- 2- Dar un puntaje para cada factor y para cada alternativa de manera que puedan convertirse en una escala numérica a intervalos.
- 3- Asignar una calificación a cada factor en cada alternativa. Tabla 1.2.3
- 4- Multiplicar el peso posicional por la calificación o puntaje asignado a cada factor de modo que:

$$S_j = \sum_{i=1}^m W_i F_{ij} \quad j = 1, \dots, n$$

Donde:

- $S_j$  = Puntaje total para la localización  $j$
- $W_i$  = Ponderación (porcentaje) para el factor  $i$
- $F_{ij}$  = Puntaje o calificación para el factor  $i$  en la localización  $j$
- $n$  = Número de localización
- $m$  = Número de factores

La opción que haya obtenido el mayor puntaje será la opción más adecuada para localizar la planta.

TABLA 1.2.2 ESQUEMA DE PONDERACIÓN

FACTOR	PONDERACIÓN
INTERACCIÓN CON OTRAS EMPRESAS	3%
MATERIA PRIMA	25%
MERCADO	25%
MANO DE OBRA	10%
TRANSPORTE	10%
INFRAESTRUCTURA	5%
ELIMINACIÓN DE DESECHOS	5%
CLIMA	4%
FACTOR DE LA COMUNIDAD	3%
DISPONIBILIDAD DE LOCALES Y ATRACTIVOS FINANCIEROS	10%
TOTAL	100%

Ponderación asignada por los analistas después de estudio previo



## ASIGNACION DE PUNTAJE

Excelente = 10  
 Muy Bueno = 8  
 Bueno = 6  
 Regular = 4  
 Pobre = 2

TABLA 1.2.3 ANALISIS DE UBICACIÓN

FACTOR	D.F	QUERETARO	CUAUTITLAN
INTERACCIÓN CON OTRAS EMPRESAS	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO
MATERIA PRIMA	EXCELENTE	POBRE	REGULAR
MERCADO	EXCELENTE	POBRE	REGULAR
MANO DE OBRA	EXCELENTE	MUY BUENO	MUY BUENO
TRANSPORTE	EXCELENTE	POBRE	REGULAR
INFRAESTRUCTURA	EXCELENTE	MUY BUENO	MUY BUENO
ELIMINACIÓN DE DESECHOS	EXCELENTE	BUENO	MUY BUENO
CLIMA	EXCELENTE	BUENO	BUENO
FACTOR DE LA COMUNIDAD	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO
DISPONIBILIDAD DE LOCALES Y ATRACTIVOS FINANCIEROS	REGULAR	BUENO	MUY BUENO

Puntaje asignado por los analistas despues de estudio previo

Empleando los datos de la página (6) se tiene que:

$$S_A = 3(8) + 30(10) + 30(10) + 10(10) + 10(10) + 5(10) + 5(10) + 4(10) + 3(8) + 10(4)$$

$$S_A = 1028$$

$$S_B = 3(8) + 30(2) + 30(2) + 10(8) + 10(2) + 5(8) + 5(6) + 4(6) + 3(8) + 10(6)$$

$$S_B = 422$$

$$S_C = 3(8) + 30(4) + 30(4) + 10(8) + 10(4) + 5(8) + 5(8) + 4(6) + 3(8) + 10(8)$$

$$S_C = 592$$

Por lo tanto la opción más adecuada para la localización de la planta corresponde a la opción A que es la ubicación actual.

Haciendo un análisis de los factores anteriores se puede decir que la empresa tiene una buena localización.

# CAPÍTULO IV

---

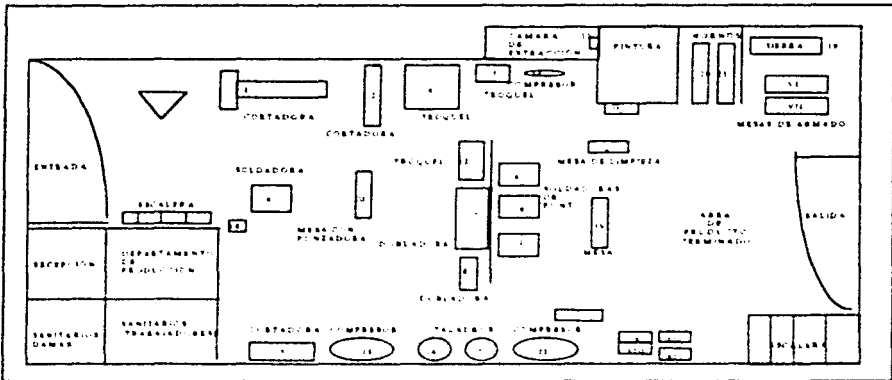
## PROPUESTAS

- IV.1 PROPUESTA PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA
- IV.2 PROPUESTA PARA MEJORAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
- IV.3 PROPUESTA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PLANTA
- IV.4 PROPUESTA DE UN MODELO ABC Y PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN
- IV.5 PROPUESTA PARA MEJORAR EL CONTROL DE CALIDAD
- IV.6 PROPUESTA PARA UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE
- IV.7 JUSTIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS

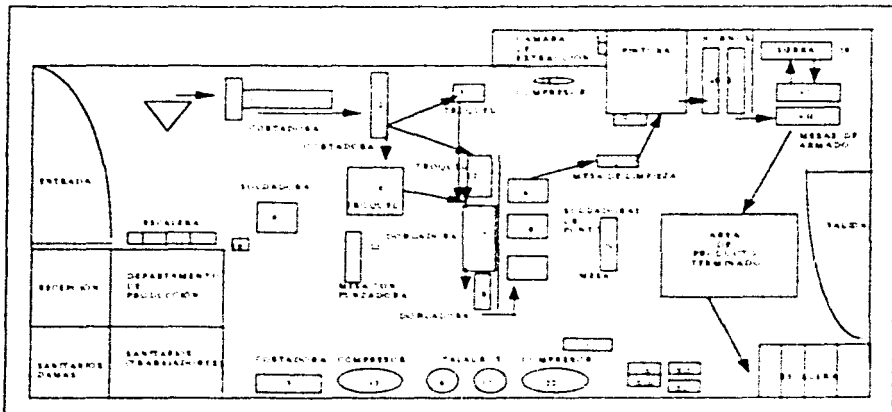
### IV.1 PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Después de realizar el estudio de distribución de planta (capítulo III.1) se propone la siguiente distribución de planta y diagrama de recorrido para la empresa, plano 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4.

PLANO 4.1.1 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTO PARA LA EMPRESA PLANTA BAJA

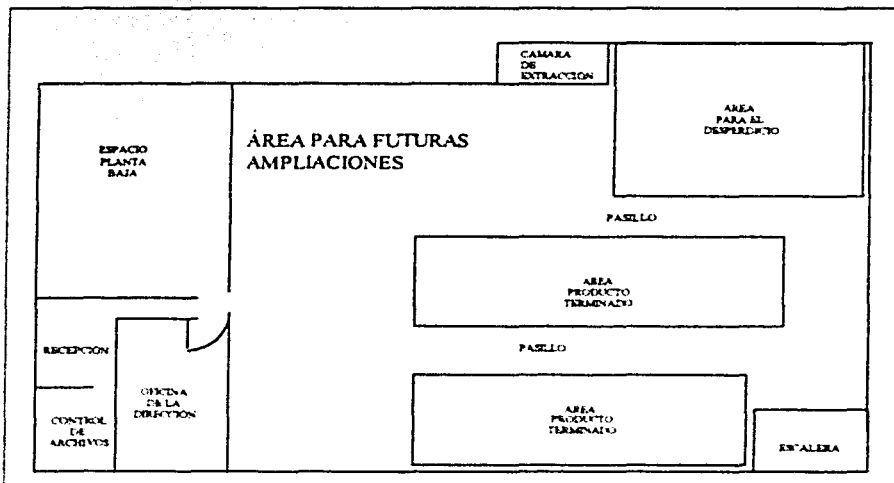


PLANO 4.1.2 DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO PARA LA EMPRESA PLANTA BAJA

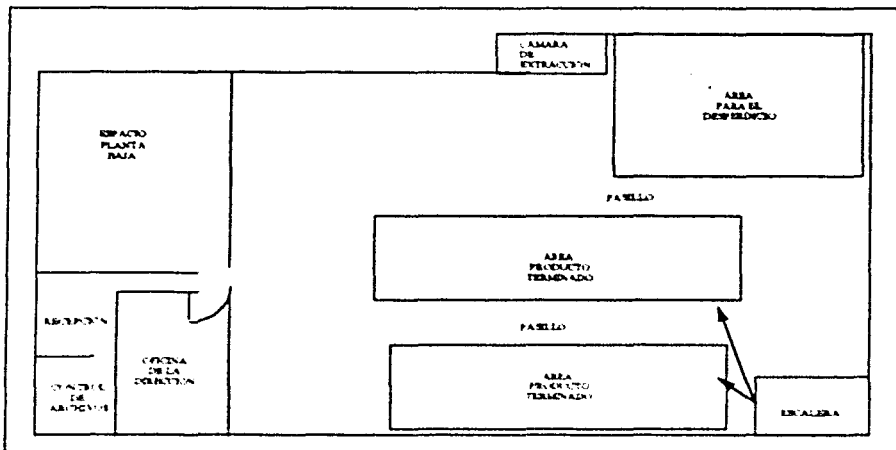


**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

PLANO 4.1.3 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTO PARA LA EMPRESA PLANTA ALTA



PLANO 4.1.4 DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO PARA LA EMPRESA PLANTA ALTA



## IV.2 PROPUESTA PARA MEJORAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

En base al estudio realizado en el capítulo III.3 se propone el siguiente balanceo de línea diagrama 4.2.1, y tablas 4.2.1, 4.2.2 para mejorar el diseño actual de la línea de ensamble para la lámpara cuadrada de 60 x 60 x 13 cm.

Diagrama 4.2.1 propuesto para la línea de producción para lámparas cuadradas de 60 x 60 x 13.

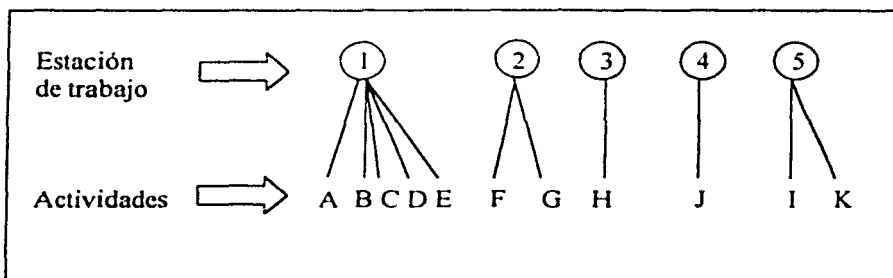


TABLA 4.2.1 Diseño propuesto para la línea de ensamble para lámparas cuadradas de 60 x 60 x 13 cm.

ESTACIÓN DE TRABAJO	ESTACIÓN DE TRABAJO PRECEDENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR EN LA ESTACIÓN DE TRABAJO	DEFINICIÓN DE LA ACTIVIDAD	DEBE DE SEGUIR (PREDECESORES)	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN SEGUNDOS
1	-	A	CORTAR LÁMINA	-	20.23
		B	TROQUELAR	A	42.35
		C	DOBLAR	B	31.76
		D	ENSAMBLAR GABINETE (SOLDAR)	A, B, C	54.7
		E	LIMPIEZA DEL GABINETE	D	42.35
2	1	F	PINTAR GABINETE	E	197
	1	G	VERIFICAR LA ADHERENCIA DE PINTURA	F	28.23
3	2	H	SECADO DE GABINETE	G	217.54
4	3	J	ENSAMBLAR PARTES ELÉCTRICAS CON GABINETE	H	190.50
5	4	I	CORTAR ACRÍLICO PARA LÁMPARA	E	63.53
	4	K	COLOCAR ACRÍLICO EN LÁMPARA Y EMPACAR	I, J	127.05
					1025.43

**TABLA 4.2.2 Eficiencia y Eficacia del modelo propuesto para cinco estaciones de trabajo.**

	ESTACIÓN DE TRABAJO Y ACTIVIDAD					EFICACIA (CUMPLIR CON LAS METAS) UNA UNIDAD CADA 266.66 SEGUNDOS Ó 120 UNIDADES AL DÍA	EFICIENCIA (UTILIZACIÓN DE LOS TRABAJADORES)
	1 ABODE	2 FG	3 H	4 J	5 IK		
TIEMPO REQUERIDO POR UNIDAD (SEGUNDOS)	201.18	225.23	217.64	190.64	190.59	TOTAL 1025.18	1025.18/1333.3 =76.89% DE UTILIZACIÓN
TIEMPO PRODUCTIVO DISPONIBLE EN CADA ESTACIÓN (SEGUNDOS)	266.66	266.66	266.66	266.66	266.66	TOTAL 1.333.30	
TIEMPO OCOSO ENTRE CICLO EN CADA ESTACIÓN (SEGUNDOS)	65.50	41.43	49.02	76.02	76.07	TOTAL 308.12	308.12/1333.3 =23.11% DE NO UTILIZACIÓN

### IV.3 PROPUESTA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PLANTA

Como se puede ver en la tabla 4.3.1

**TABLA 4.3.1 DISEÑO INICIAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE PARA LÁMPARAS CUADRADAS DE 60 X 60X 13 cm.**

ESTACIÓN DE TRABAJO	ESTACIÓN DE TRABAJO PRECEDENTE	ACTIVIDAD POR REALIZAR EN LA ESTACIÓN DE TRABAJO	DEFINICIÓN DE LA ACTIVIDAD	DEBE DE SEGUIR (PREDECEBORES)	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD EN SEGUNDOS
1		A	CORTAR LAMINA		20 23
2	1	B	TROQUELAR	A	42 35
3	2	C	DOBLAR	B	31 76
4	3	D	ENSAMBLAR GABINETE (SOLDAR)	A B C	64 7
	3	E	LIMPIEZA DEL GABINETE	D	42 35
5	4	F	PINTAR GABINETE	E	197
6	5	G	VERIFICAR LA ADHERENCIA DE PINTURA	F	28 23
7	6	H	SECADO DE GABINETE	G	217 64
8	7	J	ENSAMBLAR PARTES ELÉCTRICAS CON GABINETE	H	190 59
9	8	I	CORTAR ACRÍLICO PARA LÁMPARA	E	63 53
	8	K	COLOCAR ACRÍLICO EN LÁMPARA Y EMPACAR	I J	127 05
					1025 43

Los tiempos más largos en la línea de producción son:

	ACTIVIDAD	TIEMPO
1	SECADO DE GABINETE	217.64
2	PINTAR GABINETE	197
3	ENSAMBLE DE PARTES ELÉCTRICAS CON GABINETE	190.59

Para reducir estos tiempos y mejorar la capacidad de planta se proponen las siguientes soluciones tabla 4.3.2.



TABLA 4.3.2 PROPUESTAS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PLANTA

	CUELLO DE BOTELLA	POSIBLE SOLUCIÓN
1	SECADO DE GABINETE	COMPONER EL HORNO EL CUAL TIENE LA MISMA CAPACIDAD QUE EL QUE SE ENCUENTRA FUNCIONANDO QUE SON 10 LÁMPARAS CADA 30 MINUTOS CON LO CUAL ESTA OPERACIÓN SE REDUCIRÁ EL TIEMPO A LA MITAD
2	PINTAR GABINETES	COLOCAR A OTRA PERSONA QUE AYUDE AL PINTOR A MOVER EL GABINETE DE LA LÁMPARA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE LA OPERACIÓN DE PINTADO
3	ENSAMBLAR PARTES ELÉCTRICAS EN GABINETE	COLOCAR A OTRA PERSONA QUE AYUDE A ENSAMBLAR PARTES ELÉCTRICAS EN EL GABINETE PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENSAMBLE DE LAS PARTES ELÉCTRICAS

## IV.4 PROPUESTA DE UN MODELO ABC Y PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Después de realizar el estudio de planeación y control de la producción en el capítulo III.5. Se propone el siguiente modelo ABC tabla 4.4.1. para las lámparas que se fabrican en la empresa en estudio.

**TABLA 4.4.1 MODELO ABC PROPUESTO PARA LAS LÁMPARAS QUE SE FABRICAN EN LA EMPRESA EN ESTUDIO**

ORDEN DE IMPORTANCIA	PRODUCTO	COSTO UNITARIO	DEMANDA ANUAL	CONSUMO	PORCENTAJE INDIVIDUAL	PORCENTAJE ACUMULADO	TIPO DE PRODUCTO
1	ESTANDAR DE EMPOTRAR (60 X 1.22)	680.00	1.980	1.027.216.67	51.02	51.02	A
2	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 2.24)	230.00	980	225.400.00	11.20	62.22	A
3	ESTANDAR DE SOBREPONER (60 X 1.22)	680.00	130	223.716.67	6.15	68.37	A
4	CLAPOROS DE (60 X 30)	50.00	2.335	118.300.00	5.88	74.24	A
5	GAVILAN DE (30 X 2.44)	305.00	538	110.280.00	5.48	79.72	A
6	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 1.22)	198.00	501	99.198.00	4.93	84.65	B
7	GAVILAN DE (30 X 1.22)	181.00	449	81.239.00	4.04	88.69	B
8	ESTANDAR DE SOBREPONER (30 X 1.22)	198.00	407	80.652.00	4.01	92.69	B
9	ESTANDAR DE EMPOTRAR (30 X 2.24)	230.00	338	75.400.00	3.75	96.44	C
10	APRUEBA DE VAPOR DE (30 X 1.22)	245.00	87	21.365.67	1.06	97.50	C
11	CANILETAS DE (10 X 1.22)	90.00	192	17.310.00	0.85	98.35	C
12	APRUEBA DE VAPOR DE (60 X 1.22)	355.00	45	16.483.33	0.82	99.18	C
13	RLM DE (30 X 2.44)	300.00	22	6.700.00	0.33	99.51	C
14	CLAPOROS DE (30 X 30)	45.00	134	6.045.00	0.30	99.81	C
15	CAFFCE	330.00	9	2.880.00	0.14	99.95	C
16	CLASSIC	390.00	2	910.00	0.05	100.00	C
<b>TOTAL</b>		<b>2,592.00</b>	<b>7,804</b>	<b>1,941,492.33</b>	<b>100.00</b>		

Así también se propone el plan maestro de producción para las lámparas cuadradas de 60 x 60 x 13 cm. tipo "A", lámparas gavilán de 30 x 1.22 x 13 cm. tipo "B", y lámparas de empotrar de 30 x 2.24 x 13 cm. tipo "C", indicado en las tablas 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4 respectivamente.

TABLA 4.4.2 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO PARA LA LÁMPARA CUADRADA DE 60 X60 X 13 CM.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DEMANDA ANUAL
INVENTARIO INICIAL	0	295	34	150	251	224	171	264	240	251	185	428	
PORCENTAJE DE COBERTURA	0.00	1.01	1.07	1.16	1.15	1.24	1.21	1.11	1.19	1.18	1.19	1.12	
FORECAST (DEMANDA)	150	110	300	110	242	193	120	217	260	210	112	180	2,360
PRODUCCIONES PROGRAMADAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRODUCCIÓN	395	213	142	213	213	142	213	213	213	142	355	142	2,556
# DE LOTES	5	3	2	3	3	2	3	3	3	2	5	2	
INVENTARIO FINAL	295	34	150	251	224	171	264	240	251	185	428	150	

PO1: 23 - 110 - 300(0.2) - 170 UNIDADES  
 0 - 150 - 150  
 150 - 150 - 120 UNIDADES  
 120 - 71 - 43 LOTES  
 # DE LOTES - 5  
 (5)(71) - 353 UNIDADES

PO4: 56 - 242 - 195(0.2) - 281 UNIDADES  
 150 - 110 - 40 UNIDADES  
 241 - 40 - 241  
 241 - 71 - 139 LOTES  
 # DE LOTES - 3  
 (3)(71) - 213 UNIDADES

PO7: 89 - 217 - 200(0.2) - 277 UNIDADES  
 171 - 120 - 51 UNIDADES  
 277 - 51 - 226 UNIDADES  
 226 - 71 - 118 LOTES  
 # DE LOTES - 1  
 (1)(71) - 213 UNIDADES

PO10: 11 - 12 - 112 - 380(0.2) - 188 UNIDADES  
 251 - 210 - 41 UNIDADES  
 188 - 41 - 145 UNIDADES  
 145 - 71 - 204 LOTES  
 # DE LOTES - 2  
 (2)(71) - 142 UNIDADES

PO2: 14 - 390 - 110(0.2) - 322 UNIDADES  
 295 - 110 - 95 UNIDADES  
 122 - 95 - 227 UNIDADES  
 227 - 71 - 119 LOTES  
 # DE LOTES - 1  
 (1)(71) - 213 UNIDADES

PO5: 67 - 195 - 120(0.2) - 219 UNIDADES  
 251 - 242 - 11 UNIDADES  
 219 - 11 - 208 UNIDADES  
 208 - 71 - 292 LOTES  
 # DE LOTES - 3  
 (3)(71) - 213 UNIDADES

PO8: 910 - 200 - 210(0.2) - 242 UNIDADES  
 264 - 217 - 27 UNIDADES  
 242 - 27 - 215 UNIDADES  
 215 - 71 - 102 LOTES  
 # DE LOTES - 3  
 (3)(71) - 213 UNIDADES

PO11: 12 - 1 - 380 - 150(0.2) - 410 UNIDADES  
 185 - 112 - 73 UNIDADES  
 410 - 73 - 337 UNIDADES  
 337 - 71 - 474 LOTES  
 # DE LOTES - 5  
 (5)(71) - 355 UNIDADES

PO1: 4 - 5 - 110 - 242(0.2) - 158.4 UNIDADES  
 300 - 80 - 8 UNIDADES  
 158.4 - 8 - 150.4 UNIDADES  
 150.4 - 71 - 211 LOTES  
 # DE LOTES - 2  
 (2)(71) - 142 UNIDADES

PO6: 7 - 8 - 120 - 217(0.2) - 167.4 UNIDADES  
 224 - 195 - 29 UNIDADES  
 167.4 - 29 - 138.4 UNIDADES  
 138.4 - 71 - 198 LOTES  
 # DE LOTES - 2  
 (2)(71) - 142 UNIDADES

PO9: 10 - 11 - 210 - 112(0.2) - 232.4 UNIDADES  
 240 - 200 - 40 UNIDADES  
 232.4 - 40 - 192.4 UNIDADES  
 192.4 - 71 - 270 LOTES  
 # DE LOTES - 3  
 (3)(71) - 213 UNIDADES

PO12: 1 - 2 - 150 - 110(0.2) - 172 UNIDADES  
 428 - 380 - 48 UNIDADES  
 172 - 48 - 124 UNIDADES  
 124 - 71 - 174 LOTES  
 # DE LOTES - 2  
 (2)(71) - 142 UNIDADES

TABLA 4.4J PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO PARA LA LÁMPARA GAVILÁN DE 30 X 1.22 X 13 CM. TIPO B

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	DEMANDA ANUAL
INVENTARIO INICIAL	0	78	51	35	119	89	67	124	99	83	147	87	
PORCENTAJE DE COBERTURA	0.00	1.40	2.40	1.40	2.97	1.97	0.97	1.05	2.05	1.05	1.28	2.28	
PORCENTAJE DEMANDA	80	25	18	24	89	22	69	25	16	81	60	50	419
PRODUCCIONES PROGRESO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRODUCCION	108	0	0	108	0	0	126	0	0	144	0	0	486
# DE LOTES	5	0	0	6	0	0	7	0	0	8	0	0	
INVENTARIO FINAL	78	51	35	119	89	67	124	99	83	147	87	67	

PO:  $2.5 + 25 + 18 + 24 + 89(0.1) = 70$  UNIDADES

0 - 90 - 30

70 - 30 - 100 UNIDADES

190 - 18 - 555 LOTES

# DE LOTES - 6

(6)(18) - 108 UNIDADES

PO2:  $5.8 + 30 + 22 + 69 + 25(0.1) = 123.5$  UNIDADES

35 - 24 - 11 UNIDADES

123.5 - 11 - 112.5 UNIDADES

112.5 - 18 - 625 LOTES

# DE LOTES - 6

(7)(18) - 108 UNIDADES

PO3:  $8.11 + 25 + 16 + 80 + 69(0.1) = 127$  UNIDADES

67 - 69 - 2 UNIDADES

127 - 2 - 129 UNIDADES

129 - 18 - 716 LOTES

# DE LOTES - 7

(7)(18) - 126 UNIDADES

PO4:  $11.12 + 60 + 50 + 30 + 25(0.1) = 142.5$  UNIDADES

83 - 80 - 3 UNIDADES

142.5 - 3 - 139.5 UNIDADES

139.5 - 18 - 775 LOTES

# DE LOTES - 8

(8)(18) - 144 UNIDADES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TABLA 4.4.4 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO PARA LA LÁMPARA DE EMPOTRAR 30 X 2.24 X 13 CM. TIPO C

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	DEMANDA ANUAL
INVENTARIO INICIAL	0	201	144	149	109	129	49	129	81	61	21	14	
PORCENTAJE DE COBERTURA	0.00	5.54	4.98	3.98	2.98	1.98	0.98	6.09	5.09	4.09	3.09	2.09	
EXCESO (DEMANDA)	5	54	0	4	0	60	50	48	23	40	7	4	328
PRODUCCIÓN EN PROMEDIO	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRODUCCIÓN	206	0	0	0	0	0	130	0	0	0	0	0	338
# DE LOTES	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
INVENTARIO FINAL	211	149	149	109	109	49	129	81	61	21	14	10	

PO1:  $2(0) + 54(0) + 4(0) + 6(0) + 50(4) + 0(0) = 206$  UNIDADES

0.5 - 5

$206(4) = 824$  UNIDADES

$201(4) = 804$  LOTES

# DE LOTES = 1

$1(126) = 126$  UNIDADES

PO2:  $4(2) + 4(20) + 4(60) + 7(4) + 5(54) + 0(0) = 126.7$  UNIDADES

49 - 50 - 1

$126.7(1) = 127$  UNIDADES

$127(7) = 889$  LOTES

# DE LOTES = 5

$5(126) = 630$  UNIDADES

## IV.5 PROPUESTA PARA EL CONTROL DE CALIDAD.

### IV.5.1 PROPUESTA PARA LA INSPECCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO.

En este punto se propone, utilizando el control estadístico del proceso (C.E.P.) un gráfico de control por atributos (gráfico p), para la inspección del producto terminado (lámparas cuadradas de 60 x 60 x 13) como se vio en capítulo III.6 Estudio de control de calidad, donde  $n = 40$  y  $m = 20$  como se puede ver en la siguiente gráfica.

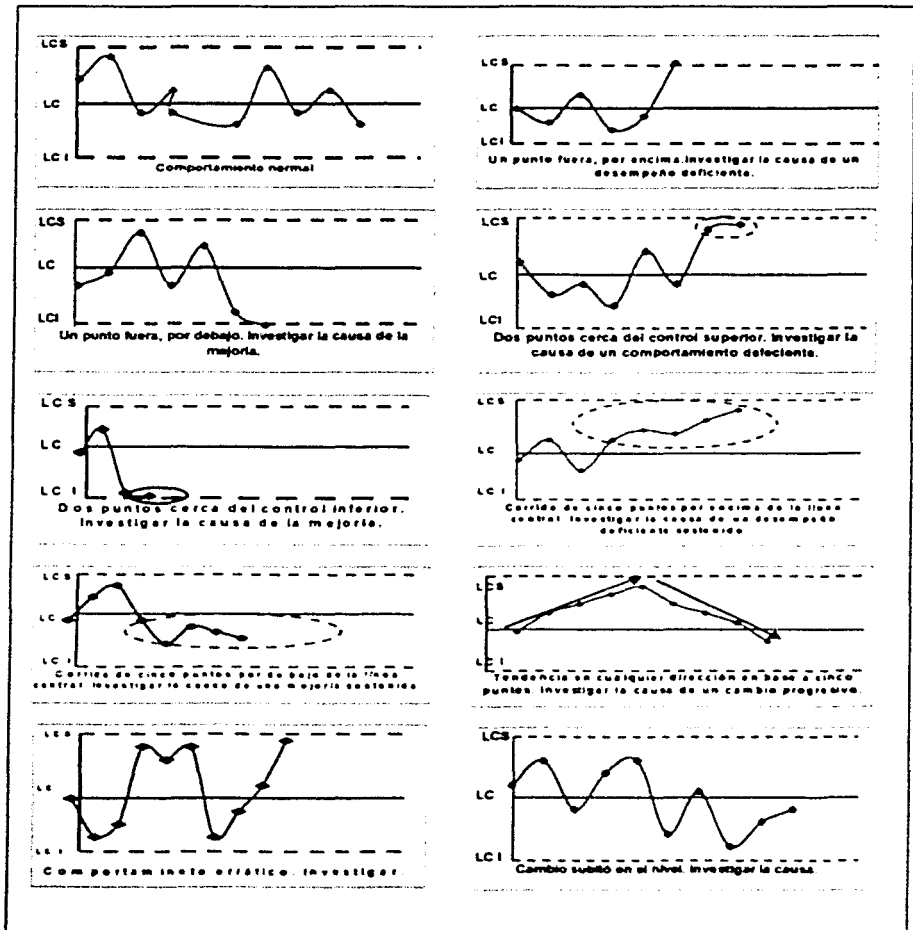
**GRÁFICA 4.5.1. GRÁFICA DE CONTROL P PROPUESTA PARA LA INSPECCION DEL PRODUCTO TERMINADO.**



Para seguir con la secuencia de la gráfica se toman muestras de 40 lámparas y se verifica cuantas lámparas salieron defectuosas de las cuarenta, se saca el porcentaje defectuoso (punto) y se verifica si esta dentro de los límites de la gráfica propuesta.

Para analizar el comportamiento o tendencia de los puntos en la gráfica de control p se presenta las siguientes gráficas en la tabla 4.5.1.

**TABLA 4.5.1 ANÁLISIS Y COMPORTAMIENTO DE LOS PUNTOS EN LAS GRÁFICAS DE CONTROL**



### IV.5.2 PROPUESTA PARA LA INSPECCIÓN DE MATERIA PRIMA

En este punto se propone un plan de muestreo sencillo para la inspección de materia prima (lámina negra calibre 22).

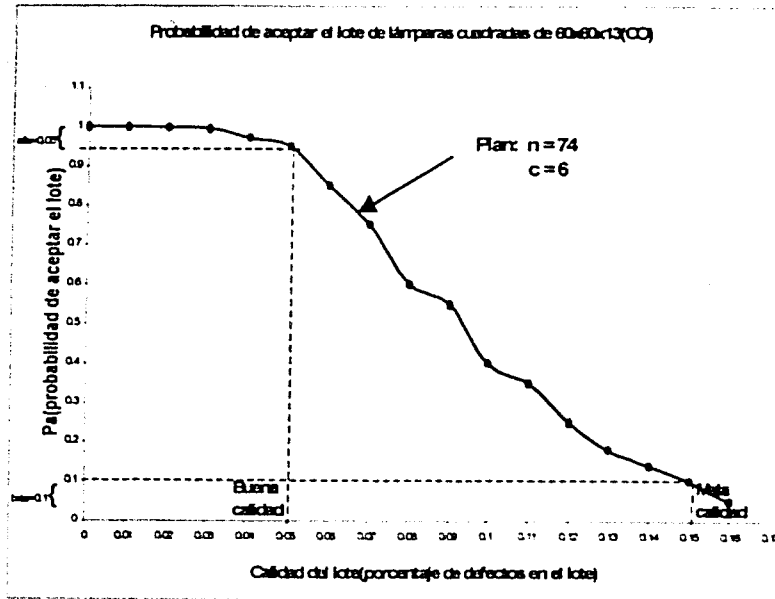
El plan implica realizar un muestreo a lotes con 74 hojas de lámina calibre 22, si se encuentran más de 6 hojas en el lote defectuosas se rechaza y si encuentran 6 hojas defectuosas o menos el lote se acepta. Con las siguientes especificaciones de desempeño.

Especificaciones de desempeño	Parámetros del plan de muestreo
Buena calidad (NAC) = 0.05 o menos defectuosos Probabilidad deseada de aceptar el lote de buena calidad = 0.95 Probabilidad de riesgo de errores alfa = 0.05 Mala calidad (TPDL) = 0.15 o más defectuosos Probabilidad deseada de aceptar el lote de mala calidad = 0.10 Probabilidad de riesgo de errores beta = 0.10	n = 74 c = 6

Con estas especificaciones encontramos la curva característica de operación (CO), como se puede ver en la gráfica 4.5.2.



**GRÁFICA 4.5.2 CURVA CARACTERÍSTICA(CO) PROPUESTA PARA EL PLAN DE MUESTREO SENCILLO.**



De esta forma los lotes que contienen el 5 % de unidades defectuosas solo tienen 5 oportunidades sobre 100 de ser rechazados, mientras que los lotes con un 15 % de unidades defectuosas solo tienen 10 posibilidades sobre 100 de ser aceptados.

## **IV.6 PROPUESTA PARA UN PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA EMPRESA**

### **IV.6.1 PLAN DE SEGURIDAD**

El plan en el centro de trabajo es el conjunto de acciones articuladas, encaminadas a mejorar la productividad y calidad a través de la protección de sus recursos humanos y materiales contra accidentes y enfermedades de trabajo.

El plan para que sea funcional, tiene que partir de su realidad actual, ésta realidad nos la proporciona el diagnóstico situacional, ya que las condiciones de la empresa pueden no ser las mejores ni las oportunas para llevar a cabo las correcciones primordiales.

Todo plan de seguridad e higiene debe ser formulado estratégicamente de modo que sea capaz de llevarse a cabo y poder realizar mejoras en las áreas de trabajo, de esta manera disminuir las condiciones y actos inseguros.

El plan que aquí se propone esta basado en diagnóstico situacional del capítulo III.7

### **OBJETIVO DEL PLAN**

Mediante la adopción de medidas preventivas, minimizar las condiciones y actos inseguros que puedan ser agentes dañinos, de pérdidas humanas y materiales.

### **IV.6.2 PROCEDIMIENTO**

Mediante una lista de las condiciones inseguras que presenta las instalaciones de la empresa (proporcionada por el diagnóstico situacional), corregir la condición insegura por medio de medidas preventivas.

De acuerdo con la tabla 3.7.12 y el orden de importancia de las condiciones inseguras que existen en la empresa se hizo la siguiente tabla.

**TABLA 4.6.1 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LAS CONDICIONES INSEGURAS QUE EXISTEN EN LA EMPRESA DE ACUERDO AL ORDEN DE IMPORTANCIA.**

LUGAR	CONDICIÓN INSEGURA	MEDIDA PREVENTIVA	VALORIZACIÓN DEL RIESGO
ÁREA DE PRODUCCIÓN	FALTA CONECTAR A TIERRA FÍSICA LA MAQUINARIA	CONECTAR A TIERRA FÍSICA LA MAQUINARIA	IN
ÁREA DE PRODUCCIÓN	FALTA DE ESPACIOS DESTINADOS A LA ESTIBA	UTILIZAR UNA ÁREA ÚNICA PARA ALMACENAR LA ESTIBA	IN
ÁREA DE PRODUCCIÓN	PASILLOS Y ÁREAS DE TRABAJO CONGESTIONADOS CON MATERIAL O DESPERDICIO DE MATERIAL	UTILIZAR UNA ÁREA ESPECÍFICA PARA EL ALMACENAMIENTO DE DESPERDICIO DE MATERIAL	IN
ÁREA DE PRODUCCIÓN	FALTA DE EXTINTORES	COLOCAR EXTINTORES POR LO MENOS UNO CADA 6 METROS CUADRADOS UNO DEL OTRO Y A UNA ALTURA DE 1.8 m SEÑALADOS CON UN TRIÁNGULO DE COLOR ROJO	IN
ÁREA DE PRODUCCIÓN	LA BANDA DE LA MÁQUINA No 3 (TROQUEL) SE ENCUENTRA ROTA Y AMARRADA CON ALAMBRE	COMPRAR LA BANDA DE LA MÁQUINA SEGÚN SUS ESPECIFICACIONES	IN
ÁREA DE PRODUCCIÓN	FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA	CADA PERSONA DEBE HACERSE RESPONSABLE DE DEJAR LIMPIA Y ORDENADA SU ÁREA DE TRABAJO	IN
ÁREA DE PRODUCCIÓN	CABLES DE CORRIENTE ELÉCTRICA SUELTOS Y PELADOS	ENTUBAR Y AISLAR TODOS LOS CABLES QUE SE ENCUENTREN SUELTOS Y PELADOS DESDE LA TOMA PRINCIPAL DE CORRIENTE HASTA CADA UNA DE LA MÁQUINA ESPECÍFICA	I
OFICINAS	FALTA DE EXTINTORES	COLOCAR EXTINTORES POR LO MENOS UNO CADA 6 METROS CUADRADOS UNO DEL OTRO A UNA ALTURA DE 1.5 m Y SEÑALADOS CON UN TRIÁNGULO DE COLOR ROJO	I
ÁREA DE PRODUCCIÓN	FALTA DELIMITAR LOS PASILLOS Y ÁREAS DE TRABAJO CON FRANJAS AMARILLAS	DELIMITAR LOS PASILLOS Y ÁREAS DE TRABAJO CON FRANJAS AMARILLAS DE 10 cm DE ANCHO	I
SANITARIOS	FALTA DE SUPERFICIE ANTIRRESBALANTE	COLOCAR SUPERFICIE ANTIRRESBALANTE EN LA ENTRADA DE SANITARIOS	I

## CONTINUACIÓN DE LA TABLA 4.6.1

LUGAR	CONDICIÓN INSEGURA	MEDIDA PREVENTIVA	VALORIZACIÓN DEL RIESGO
ÁREA DE PRODUCCIÓN	FALTA DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	PROPORCIONAR A LOS OBREROS EN GENERAL ZAPATOS INDUSTRIALES, BATA DE TRABAJO, GUANTES, GOGLES, TAPONES, CASCO Y PARA EL PINTOR, ADEMÁS MASCARILLA Y COFIA.	I
ÁREA DE PRODUCCIÓN	FALTA DE SEÑALIZACIÓN Y AVISOS DE SEGURIDAD	COLOCAR LETREROS QUE INDIQUEN LOS CENTROS DE TRABAJO, SALIDA DE EMERGENCIA, EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL QUE SE DEBE DE USAR EN CADA CENTRO DE TRABAJO.	M
ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO	FALTA DE SEÑALIZACIÓN Y AVISOS DE SEGURIDAD	COLOCAR LETREROS QUE INDIQUEN ALTURA MÁXIMA DE ESTIBA, SALIDAS DE EMERGENCIA, EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL QUE SE DEBE DE USAR.	M
ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO	FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA	MANTENER LIMPIO Y ORDENADO EL ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO.	M
SANITARIOS	FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA	ASIGNAR A UNA PERSONA PARA ORDENAR Y LIMPIAR LOS SANITARIOS.	M

Las condiciones inseguras clasificadas como TO: Tolerable y T: Trivial no se consideraron en esta tabla ya que no presentan riesgos importantes para la empresa.

## IV.7.1 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Como se estableció en el sub capítulo III.1 ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA. Los objetivos particulares para la distribución de planta propuesta serían:

- Minimizar distancias y tiempo en el manejo de materiales.
- Mejorar la circulación del trabajo.
- Flujo unidireccional.
- Rutas visibles identificables.

Con la distribución de planta propuesta, se reduce en un 30.25 % el tiempo en transporte y en un 43 % la distancia recorrida aproximadamente, en el manejo de materiales. Esto lo podemos comprobar con la tabla 4.7.1: en donde se muestra el tiempo y distancia en la distribución actual y el tiempo y distancia aproximados en la propuesta para el manejo de materiales.

**TABLA 4.7.1 ANÁLISIS DE TIEMPOS Y DISTANCIAS EN EL MANEJO DE MATERIALES**

	EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (seg.)	DISTANCIA (m.)
DISTRIBUCIÓN ACTUAL	TRANSPORTE DE MATERIALES	13	400	146.4
DISTRIBUCIÓN PROPUESTA	TRANSPORTE DE MATERIALES	13	279	83.1

Analizando los planos 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 y 4.1.4 del sub capítulo IV.1 PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA; se puede observar que con la distribución propuesta se mejora la circulación de trabajo, existe un flujo unidireccional y las rutas son visibles e identificables. Además se tiene un ahorro en espacio ocupado de un 30 % aproximadamente. Cumpliéndose con esto los objetivos particulares.

### **IV.7.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA PARA MEJORAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EXISTENTE.**

De acuerdo con el diseño actual de la línea de producción, se necesitan nueve trabajadores para producir 120 lámparas / semana.

Ahora con el diseño propuesto para la línea de producción solo se necesitan cinco trabajadores para producir lo mismo. Los cuatro trabajadores que sobran podrían ser ubicados en las estaciones de trabajo de tiempo más largo, que en este caso serían: pintado, armado, colocar acrílico en lámpara y empacar.

Con esto los tiempos en las estaciones de trabajo se reducirían y por lo tanto aumentaría la capacidad de planta de la empresa. Siempre y cuando se repare el horno que se tiene descompuesto para poder reducir el tiempo de secado que es por el momento el cuello de botella de la empresa.

Desde el punto de vista de costos de mano de obra.

A un trabajador le pagan \$ 60 al día, al mes serían \$ 1,800.

De cuatro trabajadores serían \$7,200 al mes.

De esta forma la empresa se ahorraría \$ 7,200 al mes por costos de mano de obra.

### **IV.7.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE PLANTA.**

Al reducir los tiempos más largos como es en el proceso de secado de gabinete, pintado de gabinete, y ensamblado de partes eléctricas en gabinete aproximadamente a la mitad, la capacidad de planta se incrementaría en un 41.62% ya que el proceso que se llevaría ahora más tiempo sería el de 127.05 seg. Que con relación al tiempo de pintado da el porcentaje anteriormente mencionado.

#### **IV.7.4 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DEL MODELO ABC Y PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN**

Con el modelo ABC y el Plan Maestro De Producción, la empresa puede identificar fácilmente los productos en donde se tiene mayor ingreso de capital y así poder determinar la cantidad y el momento adecuado para producirlos e incrementar estos ingresos.

También en base al plan maestro de producción se puede tener una producción constante sin riesgo a que esta producción se estanque y produzca pérdidas, ya que el plan maestro de producción esta basado en el comportamiento del producto a través del tiempo.

Otra ventaja que se tiene al producir en base a un plan maestro de producción es que se evita la perdida de tiempo en estar esperando un pedido de cierto producto, o perder al cliente por no tener el producto en el momento que lo pide.

Por último con el plan maestro de producción se pueden implementar sistemas más actuales que aumenten la productividad generando aun más ingresos dichos sistemas son por ejemplo el MRPI Y EL MRPII.

### **IV.7.5 JUSTIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD.**

Con las propuestas de una gráfica de control P (porcentaje defectuoso) para la inspección del producto terminado y un plan de muestreo sencillo para la inspección de la materia prima, se pueden tener dos estándares de calidad para el control de calidad dentro de la empresa.

Definición del estándar de calidad para la empresa.

1- En una inspección del producto terminado se toman muestras de 40 lámparas (cuadradas de 60 x 60 x 13 cm.). A lo máximo deben de haber 6 lámparas defectuosas dentro de la muestra para que se cumpla el estándar de calidad con que se esta produciendo.

2.-En una inspección de materia prima (lámina negra calibre 22), si un lote con 74 hojas de lámina tiene más de 6 hojas defectuosas el lote se rechaza y si tiene hasta 6 hojas defectuosas el lote se acepta.

Con estas propuestas para el control de calidad se tiene un control más estricto para producir con calidad que el que se tiene actualmente.

### **IV.7.6 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA PARA EL PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE.**

Con la propuesta de medidas preventivas tabla 4.6.1, capítulo IV se pretende eliminar o minimizar los actos inseguros dentro de la empresa, que por consiguiente eliminaría o reduciría los accidentes dentro de la empresa.

Lo cual se vería reflejado en la disminución del grado de riesgo de la empresa y las cuotas a pagar al IMSS.

Por otro lado el trabajador tendría más seguridad y confianza al realizar su trabajo y aumentaría su productividad.



# CONCLUSIONES REFLEXIONES RECOMENDACIONES

---

- CONCLUSIONES
- REFLEXIONES
- RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES.

Con el estudio de Distribución de Planta, Tiempos, Balanceo de Línea de Producción, Capacidad de Planta, Planeación y Control de la Producción, Control de calidad, Seguridad e Higiene y Localización de Planta aplicado a la empresa nos pudimos dar cuenta que la empresa no aplica las herramientas de la Ingeniería Industrial debido a que las desconoce teniendo como consecuencia un estancamiento por su baja productividad y por consiguiente pérdidas económicas que en determinado momento pueden ocasionar que la empresa desaparezca.

Por otra parte confiamos que aplicando las propuestas que se indican en el estudio de productividad realizado a la empresa, esta mejoraría su productividad aproximadamente en un 40% de la que se tiene actualmente. Esto se puede verificar en cada justificación mencionada en el capítulo IV ya que se hace el comparativo entre lo actual y lo propuesto, así como los beneficios que se obtendrían para la empresa.

Con esto la empresa sería más competitiva permaneciendo más tiempo en el mercado, obteniendo mayores ingresos que ayuden a su crecimiento y den una mejor calidad de vida a sus trabajadores.

Así también creemos que el objetivo de la tesis se cumplió ya que se logro mostrar que se puede incrementar la productividad de la empresa aplicando la **INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

## REFLEXIONES

La empresa como se ha podido observar a lo largo de el estudio es una empresa que puede crecer ya que su producto (lámparas) cuenta con un mercado que siempre esta en crecimiento, porque, ¿qué empresa, negocio, vivienda, institución o lugar público no necesita algún tipo de lámpara?.

Sin embargo la empresa se ha estancado porque solo existe una persona que controla todas las funciones o que pretende controlar todas las funciones. No existe alguien que se dedique al 100% a controlar la producción, las ventas, desarrollo de nuevos productos etc. Ya que el mercado a pesar de que es muy extenso siempre demanda nuevos y mejores productos.

## **RECOMENDACIONES**

### **A LA EMPRESA:**

-Realizar diagramas o planos con las especificaciones de partes, dobleces, ensambles, materia prima que se necesita etc. para la fabricación de cada tipo de lámpara ya que esto le permitirá no depender en todo momento de una persona, agilizar la producción y tener un mejor control de la misma.

-Contratar a una persona que se dedique al 100% a controlar la producción para que empiece a establecer controles que permitan incrementar la productividad de la fábrica.

-Contratar a una persona que se dedique a promover los diferentes productos que se tienen así como retroalimentar a la empresa con las nuevas tendencias que tiene el mercado.

-Motivar al personal para evitar la rotación, ya que se pierde mano de obra calificada y se tiene que empezar desde cero preparando y capacitando a nuevo personal.

-Invertir en maquinaria más sofisticada o por lo menos en la que se tiene actualmente para tener productos con mejores terminados y más competitivos.

-Invertir en capacitación para que el personal pueda ocupar los puesto vacantes

### **A FUTUROS ANALISTAS**

-Antes de proponer un tema a la empresa que nos dé la facilidad de realizarle algún estudio hay que visitarla y realizar un recorrido para saber o percatarnos de que carece y poder plantear temas que den soluciones a esas carencias.

-Cuando se analice la actividad de cierta persona dentro de una empresa hay que hacerle pensar que se esta analizando a otra para que la que realmente se este analizando realice su actividad como normalmente lo hace y de esta manera tener datos más precisos.

-Se tiene que hacer entender al personal que las mejoras o cambios no solo serán para beneficio del dueño de la empresa sino que será un beneficio común de esta forma pondrán más empeño en las indicaciones que se les haga.

Hay que tomar en cuenta todas las observaciones y sugerencias que los trabajadores hagan por muy inadecuadas que estas parezcan ya que esto ayudará a que ellos participen activamente y también porque muchas de esas observaciones y sugerencias son la clave para obtener mejores resultados.

Debemos de entregar reportes constantes del avance que llevemos a la persona que nos autorizo el estudio para que esta vea que realmente es serio el trabajo y también tener más apoyo de su parte.

# MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

- MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

## MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este punto se presentaran todos aquellos términos que pudiesen prestarse a confusión.

**Balaustro.** Dispositivo electromagnético o eléctrico usado para operar lámparas eléctricas de descarga. Sirve para proporcionar a las lámparas las condiciones de operación necesarias como son: tensión, corriente y forma de onda.

**Costo de ordenar.** Llamado también costo de pedido, se relaciona con las actividades realizadas al emitir una orden de trabajo, en el caso de fabricación, o al hacer un pedido a un proveedor externo, siendo algunos de ellos los siguientes:

**Por ordenar compras:** Búsqueda, selección y negociación con el proveedor. Realizar los pedidos: Recibir e inspeccionar los artículos o lotes, devolución de lotes defectuosos, manejo de materiales.

**Por ordenar producción:** Preparar la maquinaria, el material de apoyo; el manejo de materiales; las inspecciones; y los desechos.

**Costo de oportunidad.** Si al hacer una solicitud de producto, un cliente no puede recibirla en su totalidad, puede implicar perder venta ya sea una parte o en su totalidad: debido a un faltante de existencias.

**Costo del manejo de materiales.** Costo ocasionado por la manipulación del inventario, incluyendo el equipo necesario, en algunos casos estos costos pueden depender de la magnitud de las existencias.

**Diagrama de flujo de proceso.** Se utiliza para analizar costos ocultos o indirectos como los retrasos, los almacenamientos y los de manejo de materiales. Es el mejor diagrama para un análisis completo de la fabricación de una pieza o componente.

**Diagrama de recorrido.** Se utiliza como complemento del diagrama de flujo de proceso, especialmente cuando en el proceso interviene un espacio considerable sobre el piso. Puede indicar el recorrido inverso y el congestionamiento del tránsito. Es un instrumento necesario para llevar a cabo revisiones de la distribución del equipo en la planta.

**Diagrama de proceso hombre - máquina.** Se utiliza para analizar tiempos muertos, tanto del hombre como de la máquina.

**Diagrama de proceso de grupo o cuadrilla.** Se utiliza para analizar los tiempos muertos de máquinas y de operarios que atienden una máquina o un proceso. Ideal para determinar los requisitos de mano de obra de una instalación de producción.

**Eficiencia o rendimiento.** En el caso de los insumos se entiende como el cociente de la producción real entre la producción teórica.

**Horas efectivas:** se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Horas efectivas} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad de producción catálogo por hora}} \times 100$$

**Horas máquina:** Es el total de horas programa menos los tiempos muertos no imputables a mantenimiento, este es un indicador del desempeño del departamento de mantenimiento.

**Horas programa:** Horas totales programadas para trabajar en un turno. Para determinar las horas programa deberán restarse las horas que se emplean en tomar alimentos el personal y el tiempo requerido de mantenimiento.

**Inventario.** Es la cantidad con que se cuenta, física e intangiblemente, de algún insumo o producto terminado: dicha cantidad se encuentra en estado económicamente improductivo y en un momento determinado.

**Lámpara.** Dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía luminosa.

**Lista de materiales.** Descripción estructurada de los elementos necesarios para elaborar un producto, un ensamble o un subensamble. Alguna omisión en la lista podría impedir la realización del trabajo, su modificación obedece a los cambios en ingeniería.

**Lote.** Número de unidades pedidas, de ordinario, de una vez y recibidas en un embarque.

**Manejo de materiales.** Es recoger y depositar, mover en un plano horizontal o vertical, o ambas cosas a la vez y por cualquier medio, materiales o productos de cualquier clase, insumos, semiacabados o terminados.

**Materia prima.** Todas aquellas que son básicas para la elaboración del producto.

**Materias primas auxiliares.** Son aquellas que se emplean en aseo y la lubricación.

**Merma.** Perdida en el consumo de alguna de las materias primas.

**Nivel luminoso.** Se define como la densidad flujo luminoso que incide sobre una superficie. se mide en luxes o fotocandelas.

**Plan maestro de producción:** Mediante una comparación entre datos estadísticos (estimados de venta) y datos reales (pedidos a clientes), nos indica la cantidad de producción requerida en cada periodo de tiempo (días, semanas, meses etc) lo que aunado a los datos de tiempo de la entrega y estado de inventario nos permite aprovechar de manera óptima la capacidad de producción de nuestra planta y en caso de esta sea insuficiente: las medidas a tomar.

**Planeación y control de la producción:** Es un sistema metodológico que nos permite contar con los niveles de inventarios adecuados para cubrir los requerimientos de ventas.

**Estándar de calidad.** es la medida normativa  $\pm$  tolerancias que debe tener una característica de calidad.

**Tolerancia.** el grado de variación de la medida normativa de una característica de calidad que resulta aceptable.

**Heurística.** procedimiento de simplificación en el cual se aplica un conjunto de reglas sistemáticamente, su resultado es el descubrimiento de una solución satisfactoria del problema.



**Regla de tiempo de operación más largo.** una heurística para equilibrar las líneas, primero se asigna la actividad que tiene el tiempo más largo de operación.

**Operación cuello de botella.** de todas las estaciones de trabajo de una línea de ensamble, aquella que requiere el tiempo más largo de operación.

**Tiempo de ciclo.** tiempo transcurrido entre unidades terminadas que salen de la línea de ensamble.

**Actividad predecesora.** una actividad que se debe de llevar a cabo antes de hacer otra(subsecuente).

**Tiempo estándar.** para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

**Curva(CO).** curva característica de operación; la relación entre la probabilidad de aceptación y el nivel de calidad del mismo insumo para un plan específico de muestreo.

**Especificaciones de diseño.** requerimientos detallados de un producto, especificando sus características deseadas más importantes.

**Gráfica de control.** dispositivo gráfico, basado en los resultados del muestreo, se emplea para hacer inferencias sobre el estado de control de un proceso.

**Índice de recepción.** un parámetro de un plan de muestreo, el mayor número de elementos defectuosos permitido en la muestra que aún permite la aceptación de la misma.

**Inspección.** observación y medición de los insumos y productos del proceso de conversión.

**Límites de control.** límite superior e inferior de una gráfica de control, se emplea para indicar el estado de control del proceso de producción.

**Medición de atributos.** tipo de medición en donde las características de un producto se clasifican en una de dos categorías: bueno o malo.

**Muestreo.** proceso de selección de observaciones representativas de una población.

**Plan de muestreo.** procedimiento específico que incorpora el muestreo para permitir que se hagan inferencias sobre las características de la población.

**Riesgo del consumidor.** probabilidad de concluir que un embarque de insumos de mala calidad es de buena calidad.

**Riesgo del productor.** probabilidad de concluir que un embarque de insumos de buena calidad es de mala calidad.

**Lead time.** tiempo de fabricación o plazo de entrega.

**Forecast.** demanda o pronóstico.

# APÉNDICE

---

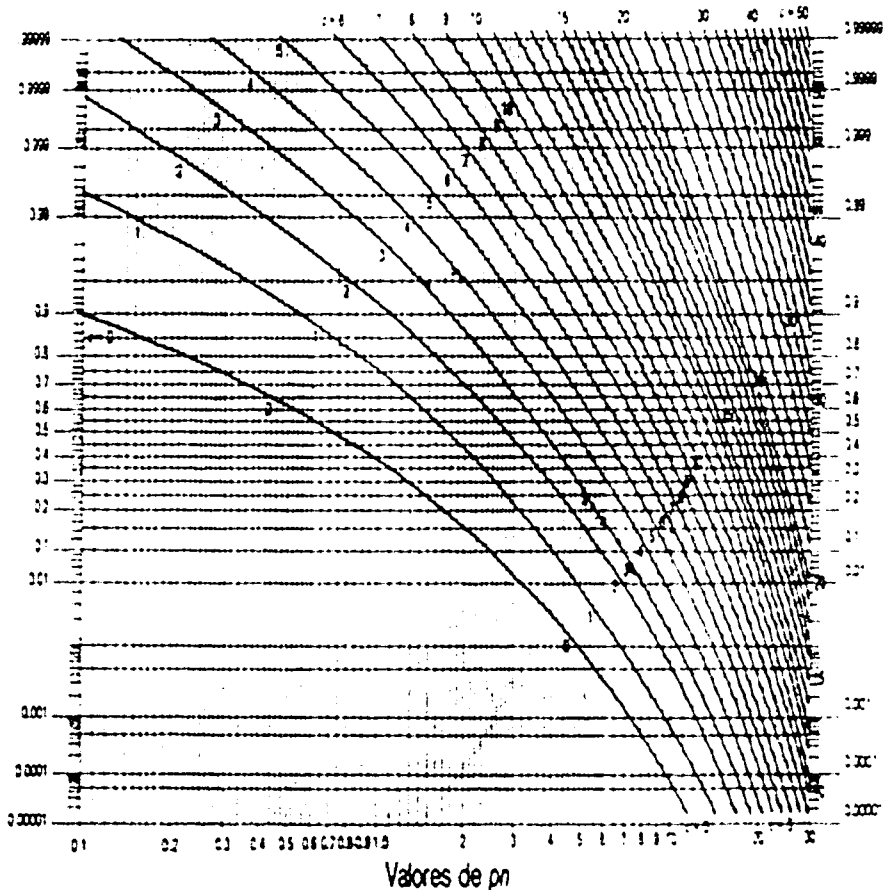
- APÉNDICE

## TABLA AP1 MARGENES O TOLERANCIAS

A. TOLERANCIAS CONSTANTES	%
1 TOLERANCIA PERSONAL	5
2 TOLERANCIA BÁSICA POR FATIGA	4
B. TOLERANCIAS VARIABLES	
1 TOLERANCIA POR ESTAR DE PIE	2
2 TOLERANCIA POR POSICIÓN NO NORMAL	
a LIGERAMENTE MOLESTA	0
b MOLESTA (CUERPO ENCORVADO)	2
c MUY MOLESTA (ACOSTADO, EXTENDIDO)	7
3 EMPLEO DE FUERZA O VIGOR MUSCULAR ( PARA LEVANTAR, TIRAR DE, EMPUJAR ) PESO LEVANTADO (KILOGRAMOS Y LIBRAS, RESPECTIVAMENTE)	
2 5: 05	0
5 0: 10	1
7 5: 15	2
10 0: 20	3
12 5: 25	4
15 0: 30	5
17 5: 35	7
20 0: 40	9
22 5: 45	11
25 0: 50	13
30 0: 60	17
35 0: 70	22
4. ALUMBRADO DEFICIENTE	
a. LIGERAMENTE INFERIOR A LO RECOMENDADO	0
b MUY INFERIOR	2
c SUMAMENTE INADECUADO	5
5. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS ( CALOR Y HUMEDAD VARIABLES)	0-10
6 ATENCIÓN ESTRICTA	
a TRABAJO MODERADAMENTE FINO	0
b TRABAJO FINO O DE GRAN CUIDADO	2
c TRABAJO MUY FINO O MUY EXACTO	5
7. NIVEL DE RUIDO	
a CONTINUO	0
b INTERMITENTE-FUERTE	2
c INTERMITENTE-MUY FUERTE	5
d DE ALTO VOLUMEN-FUERTE	5
8. ESFUERZO MENTAL	
a PROCESO MODERADAMENTE COMPLICADO	1
b PROCESO COMPLICADO O QUE REQUIERE AMPLIA ATENCIÓN	4
c MUY COMPLICADO	8
9. MONOTONÍA	
a ESCASA	0
b MODERADA	1
c EXCESIVA	4
10. TEDIO	
a ALGO TEDIOSO	0
b TEDIOSO	2
c MUY TEDIOSO	5

(OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO)

TABLA AP2 CURVAS DE PROBABILIDAD PARA LA DISTRIBUCIÓN DE POISSON



FUENTE: H. F. Dodge and H. Romig, Sampling Inspection Tables (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959)

# BIBLIOGRAFÍA

- BIBLIOGRAFÍA

- **Administración de la producción y las operaciones**  
Everett E. Adam, Jr. Ronald J. Ebert  
Pentrice- Hall Hispanoamericana, S.A.  
Cuarta edición.  
1991
  
- **Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos**  
Benjamin W. Niebel  
Alfa Omega  
Tercera edición  
1990
  
- **Evaluación de proyectos**  
Gabriel Baca Urbina  
Mcgraw-Hill  
Segunda edición  
1990
  
- **Guía para implantar la norma ISO 9000**  
Guillermo Tabla Guevara  
Mcgraw-Hill  
Primera edición
  
- **Apuntes de estudio del trabajo**  
Carlos Molina Palomares  
Carlos Sánchez Mejía  
Silvina Hernández García  
Facultad de Ingeniería UNAM  
1986
  
- **Apuntes de diseño de sistemas productivos**  
Juan J. Dimatteo Camoirano  
Facultad de Ingeniería UNAM  
1982

- Tesis de Plan de Seguridad e Higiene para una institución educativa.  
Alberto Minor Serrano  
Facultad de Ingeniería UNAM 1999
- Apuntes de Ingeniería Industrial  
Juan J. Dimatteo Camoirano  
Facultad de Ingeniería UNAM  
1979
- Apuntes de Ingeniería Industrial III  
Ing. Odon De Buen Lozano  
Ing. Francisco Javier Arroyo Santisteban  
Facultad de Ingeniería UNAM  
1980
- Control Estadístico de Calidad  
Eugene L Grant  
Richard S Leavenworth  
Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.  
1996
- La Seguridad Industrial  
John V. Grimaldi  
Rollin H. Simonds  
Presentaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.  
1978
- Los Riesgos de Trabajo  
Dionisio J. Kage  
Editorial Trillas S.A. de C.V.  
1985
- Administración y Dirección Técnica de la Producción  
Elwoods. Bufo  
Cuarta Edición  
1978