

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA
MADERAS MILPAS ALTAS S.A.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

FOR

LUIS EMILIO CAYETANO ORTIZ SARRIA

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

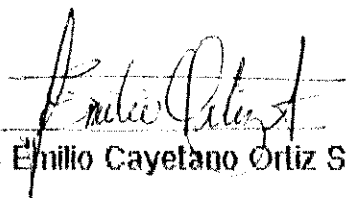
Guatemala, noviembre de 1,997

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA
MADERAS MILPAS ALTAS S.A.

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 22 de mayo de 1,997.


Luis Emilio Cayetano Ortiz Sarria

T(4/80)
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o.	Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra
VOCAL 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o.	Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL 5o.	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Edwin Bracamonte
EXAMINADOR	Ing. Cecilio Baeza
EXAMINADOR	Ing. Sergio Torres
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

Guatemala, 16 de septiembre de 1997

Ing. Francisco Gómez
Director de la Escuela de Mecánica-Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos
Ciudad

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de tesis del estudiante LUIS EMILIO ORTIZ SARRIA, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo en mención se titula " PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MADERAS MILPAS ALTAS S.A ". He asesorado y revisado el trabajo, y considero que llena satisfactoriamente los requisitos para su aprobación. Además, estimo que el trabajo de investigación será útil herramienta para la aplicación en cursos del área profesional de las carreras de ingeniería.

Es oportuno señalar que los conceptos y comentarios expuestos en el transcurso del trabajo son responsabilidad del autor y de mi persona.

Agradeciendo su atención a lo antes descrito, me suscribo,

atentamente,



ING. MIRIAM PATRICIA RUBIO DE AKU
COL.: 4,074
ASESORA

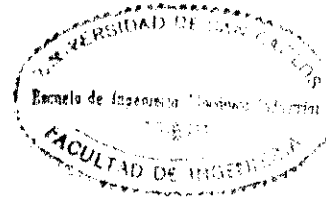


FACULTAD DE INGENIERIA

El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MADERAS MILPAS ALTAS S.A., desarrollado por el estudiante universitario Luis Emilio Cayetano Ortiz Sarria, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Tesis
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL



Guatemala, octubre de 1997
emds

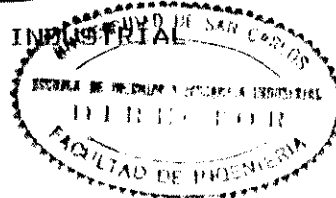


FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MADERAS MILPAS ALTAS SA, presentado por el estudiante universitario Luis Emilio Cayetano Ortiz Sarria, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Inq. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, noviembre de 1,997.

ends

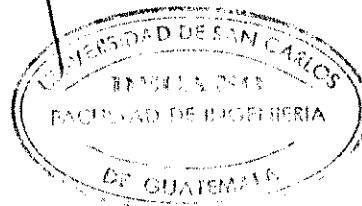


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MADERAS MILPAS ALTAS SA**, presentado por el estudiante universitario Luis Emilio Cayetano Ortiz Barria, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Inq. Miguel Angel Sanchez Guerra
DECANO



Guatemala, noviembre de 1,997.

emds

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** FOR CONCEDERME LA VIDA, AYUDARME A LOGRAR LA META PROPUESTA. SIN EL NADA ES POSIBLE.
- A LA VIRGEN MARÍA:** MODELO DE VIRTUD Y ENSEÑANZA PARA TODOS LOS HOMEBRES
- A MI PADRE:** ING. SERGIO FÉLIX ORTÍZ GUTIÉRREZ
FOR SU EJEMPLO Y ENSEÑANZA. GRACIAS POR TU AMOR,
TU APOYO Y POR SER MI AMIGO
- A MI MADRE:** HILDA AURORA SARRIA DE ORTIZ
FOR TU AMOR INCONDICIONAL, DESVELOS Y PACIENCIA,
VIRTUDES QUE TE HACEN SER ÚNICA
- A MIS HERMANOS:** SERGIO JOSÉ ORTÍZ SARRIA
SILVIA ELENA ORTIZ SARRIA (IN MEMORIAM)
LICENCIADA HILDA MARIA ORTIZ SARRIA
FÉLIX ANTONIO ORTÍZ SARRIA
FOR SU COMPRENSION Y AMOR HACIA MÍ. GRACIAS
- A MIS ABUELITOS:** MARIA JESUS CHAVARRÍA (IN MEMORIAM)
TERESA GUTIÉRREZ
LUIS ORTÍZ (IN MEMORIAM)
JOSÉ MARÍA SARRIA
- A LA DOCTORA:** CAROLINA CORDERO
FOR TUS PALABRAS DE APOYO, FOR LA FE EN MÍ.
- A MI PADRINO:** HERMANO OTTO RENÉ ARMAS BONILLA,
FOR SU AMISTAD Y AYUDA
- A LAS FAMILIAS:** ORTÍZ-SARRIA
CORDERO-VARGAS
GIRON-ALEMÁN
IRUNGARAY-SUÁREZ
- A MIS AMIGOS:** COMPAÑEROS DEL COLEGIO LA SALLE, DE LA FACULTAD
DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS, GRACIAS POR ESTAR AQUÍ.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Ingeniería, a su personal y a mis catedráticos por haber sido formadores en mi carrera profesional.

A la Ingeniera Miriam Patricia Rubio de Aku, por haber sido mi asesora en este trabajo de tesis, por su ayuda y motivación. Al ingeniero Francisco Gómez, Director de la escuela de Mecánica-Industrial de esta Facultad, por su colaboración desinteresada. Al ingeniero Cesar Urquizú Rodas, por su ayuda.

A mis padrinos Inq. Sergio Félix Ortiz Gutiérrez, Lic. Ángel Salvador Irunqaray Suárez, Lic. Sergio Armando Irunqaray Suárez.

Al ingeniero Oscar Martínez, Gerente de Mantenimiento de la Empresa Maderas Milpas Altas S.A., por su colaboración para la realización de este trabajo.

A todos ustedes que de una u otra forma han ayudado y colaborado para llegar a la meta de una de mis aspiraciones.

INDICE GENERAL

INDICE DE GRÁFICAS	i
GLOSARIO	ii
INTRODUCCIÓN	iv
OBJETIVOS	vi
1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1 Fundación	1
1.2 Ubicación	1
1.3 Clasificación según su diseño	1
1.3.1 Tipo de edificio	1
1.3.2 Tipo de techo	2
1.4 Organización de la empresa y organización en materia de seguridad	2
2. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	5
2.1 Planta de máquinas	6
2.1.1 Situación actual	6
2.1.2 Evaluación de la situación actual	6
2.1.3 Distribución propuesta	7
2.1.4 Estrategias de implementación	7
2.2 Planta de ensamble	8
2.2.1 Situación actual	8
2.2.2 Evaluación de la situación actual	8
2.2.3 Distribución propuesta	9
2.2.4 Estrategias de implementación	9
2.3 Planta de acabados y empaque	9
2.3.1 Situación actual	10
2.3.2 Evaluación de la situación actual	10
2.3.3 Distribución propuesta	10
2.3.4 Estrategias de implementación	11
3. MEDIDAS DE SEGURIDAD POR PUESTO DE TRABAJO	12
3.1 Introducción	12
3.2 Requerimientos de una regla de trabajo	12
3.2.1 Objetivos	13
3.2.2 Generalidades	13
3.2.3 Propuesta de reglas de trabajo para la empresa	13
3.3 Gerencia de producción	14
3.3.1 Situación actual	14
3.3.2 Líneas de producción	15
3.3.2.1 Situación actual	15
3.3.3 Operarios de la línea de producción	16
3.3.3.1 Situación actual	16
3.4 Análisis de la seguridad industrial	16
3.4.1 Labores de repetición y no repetición	17
3.4.2 Protección en los puntos de operación	17
3.4.2.1 Situación actual	17
3.4.2.2 Propuesta para la mejora	18
3.4.2.1.1 Protectores en cepilladoras, espigadoras, casadoras, etc	18

3.4.2.1.2	Protectores en las sierras circulares	19
3.4.2.1.3	Protectores en sierras de banda	20
3.4.2.1.4	Protectores para sierras portátiles	21
3.4.2.1.5	Protectores en taladros, rectificadoras, mortajadoras,etc	21
3.4.3	Riesgos con la electricidad	22
3.4.3.1	Situación actual	23
3.4.3.2	Causas de daño por bajo voltaje	24
3.4.3.3	Herramientas eléctricas portátiles	24
3.4.4	Riesgos con lubricantes, solventes, material inflamable	25
3.4.4.1	Situación actual	25
3.4.4.2	Propuesta para la mejora	25
3.4.5	Riesgos con aire comprimido	26
3.4.5.1	Situación actual	26
3.4.5.2	Propuesta para la mejora	27
3.4.6	Cuarto de calderas	27
3.4.6.1	Situación actual	27
3.4.6.2	Propuesta para la mejora	27
3.4.7	Resguardo de máquinas	28
3.4.7.1	Situación actual	28
3.4.7.2	Propuesta para la mejora	28
3.5	Protección personal	30
3.5.1	Situación actual	31
3.5.2	Propuesta para la mejora	32
3.5.2.1	Protección de los ojos	32
3.5.2.1.1	Area de maquinado y lijado	32
3.5.2.1.2	Area de pintura	32
3.5.2.1.3	Area de mantenimiento y talleres	32
3.5.2.2	Protección de la cara y ojos	33
3.5.2.2.1	Area de mantenimiento y talleres	33
3.5.2.3	Protección de los dedos, manos y brazos	33
3.5.2.3.1	Area de maquinado	33
3.5.2.4	Protección contra el ruido	34
3.5.2.4.1	Area de maquinado	34
3.5.2.5	Equipo respiratorio protector	36
3.5.2.5.1	Area de lijado	36
3.5.2.5.2	Area de pintura	37
4.	INSTRUCTIVO SOBRE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS	38
4.1	Introducción	38
4.1.1	Definición de terminos	39
4.2	Puntos críticos sobre causas de incendios	39
4.2.1	Situación actual	40
4.2.2	Propuesta para la mejora	40
4.3	Normas preventivas contra incendios	41
4.4	Las sustancias combustibles inflamables	44
4.4.1	Análisis de la situación actual	45
4.4.2	Propuesta para la mejora	45
4.4.3	Normas preventivas contra incendios	45
4.5	El sistema eléctrico	46
4.5.1	Situación actual	46
4.5.2	Normas preventivas contra incendios	46
4.6	El pararrayos	47
4.6.1	Situación actual	48

4.6.2	Datos técnicos del pararrayo	48
4.6.3	Normas preventivas contra incendios	49
4.6.4	Normas de seguridad por explosión de equipos	49
4.6.5	Propuesta para la implementación del pararrayo	50
4.6.5.1	Elementos que determinan la protección	51
4.6.5.1.1	Tipo de edificio	51
4.6.5.1.2	Suelo	52
4.6.5.1.3	Exposición a los rayos	52
4.6.5.1.4	Peligro personal	52
4.6.5.2	Principales sistemas de protección	52
4.6.5.3	Propuesta para la mejora	52
4.6.5.3.1	Pararrayo piezo eléctrico Saint-Elmo de la Franklin France	53
4.6.5.3.1.1	Tipos de pararrayos	53
4.7	Equipo de vapor	55
4.7.1	Generalidades	55
4.7.2	Situación actual	55
4.7.3	Normas preventivas	56
4.7.3.1	Válvulas de seguridad	56
4.7.3.2	Niveles de cristal y columnas de agua	56
4.7.3.3	Instrumentos y controles	57
4.7.3.4	Válvulas de purga	57
4.7.3.5	Explosiones en los hornos	57
4.8	Medidas para eliminar un conato de incendio	58
4.8.1	Generalidades	58
4.8.2	Clasificación de los incendios	59
4.8.2.1	Situación actual	60
4.8.2.2	Propuesta para la mejora	60
4.8.2.2.1	Elementos extintores	60
4.8.2.2.2	Equipos extintores	62
4.8.2.2.2.1	Situación actual	62
4.8.2.2.2.2	Propuesta para la mejora	63
4.8.2.2.2.2.1	Equipo portátil	63
4.8.2.2.2.2.2	Equipo fijo	64
4.8.3	Ubicación y alturas necesarias	65
4.8.3.1	Area de maquinado	66
4.8.3.2	Area de ensamble	66
4.8.3.3	Area de pintura final y empaque	66
5.	DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN	67
5.1	Generalidades	67
5.2	Situación actual de la iluminación	68
5.2.1	Planta de máquinas	68
5.2.2	Planta de ensamble	69
5.2.3	Planta de acabados y empaque	69
5.3	Cálculos según métodos	70
5.3.1	Método de cavidad zonal	70
5.3.2	Método de rendimiento o utilización	71
5.4	Resumen de resultados	72
5.4.1	Area de maquinado	72
5.4.1.1	Método de cavidad zonal	73
5.4.1.2	Método de rendimiento	74
5.4.2	Area de lijado, ensamble y herrajes	75
5.4.2.1	Método de cavidad zonal	75
5.4.2.2	Método de rendimiento	76
5.4.3	Area de pintura final y empaque	77

5.4.3.1 Método de cavidad zonal	77
5.4.3.2 Método de rendimiento	78
5.5 Propuesta para la mejora de la iluminación	79
5.6 Distribución del flujo luminoso según áreas y método recomendado	79
5.7 Luces de emergencia	80
5.7.1 Situación actual	80
5.7.2 Distribución propuesta para la localización de lámparas de emergencia	80
6. DISMINUCION TECNICA DEL RUIDO	82
6.1 Introducción	82
6.2 Análisis de la situación actual	82
6.3 Propuesta para la mejora	83
6.4 Implementación de otros mecanismos	84
6.4.1 Colocación de paneles aéreos	84
6.4.1.1 Paneles verticales de cielo	84
6.4.1.2 Ventanales protectores de ruido	85
6.4.1.3 Absorvedores de tipo triangular	85
6.4.1.4 Absorvedores triangulares continuos	86
6.4.1.5 Espuma acustica	86
CONCLUSIONES	vii
RECOMENDACIONES	viii
BIBLIOGRAFÍA	ix
ANEXO	x
APÉNDICE	xviii

INDICE DE GRÁFICAS

No.	Descripción	Página
1.	Organigrama actual de la empresa	3
2.	Organigrama propuesto para la empresa Maderas Milpas Altas S.A.	4
3.	Diagrama de recorrido, del área de maquinado, método actual.	7
4.	Diagrama de recorrido, del área de ensamble, método actual	8
5.	Diagrama de recorrido, del área de ensamble, método propuesto.	9
6.	Diagrama de recorrido, área de empaque, método actual.	10
7.	Diagrama de un pararrayos piezo-eléctrico	54
8.	Esquema de protección del pararrayos piezo-eléctrico	54
9.	Distribución del flujo lumínico, método cavidad zonal, área de maquinado. Método propuesto.	73
9.	Distribución del flujo lumínico, método rendimiento, área de maquinado. Método propuesto.	74
11.	Distribución del flujo lumínico, método cavidad zonal, área de ensamble. Método propuesto.	75
12.	Distribución del flujo lumínico, método de rendimiento, área de ensamble. Método propuesto.	76
13.	Distribución del flujo lumínico, método cavidad zonal, área de empaque. Método propuesto.	77
14.	Distribución del flujo lumínico, método de rendimiento, área de empaque. Método propuesto.	78
15.	Paneles de techo absorbedores de ruido.	84
16.	Paneles de techo triangulares, absorbedores de ruido	85
17.	Paneles triangulares colgantes, absorbedores de ruido	86

GLOSARIO

Acetileno: hidrocarburo gaseoso que se obtiene por la acción del agua sobre el carburo de calcio. Da una llama muy luminosa, pero su empleo exige grandes precauciones; puede con el gas del alumbrado, provocar asfixia y su mezcla con el aire es detonante, produciéndose a veces explosiones al abrir o cerrar los recipientes.

Acido: compuesto hidrogenado que goza de la propiedad de volver roja la tintura azul de tornasol y que puede formar sales mediante sustitución de un metal al hidrógeno que entra en su composición.

Acústico: relativo al organo del oído; nervio acústico.

Alquitrán: sustancia resinosa, de olor fuerte y sabor amargo, residuo de la destilación de la leña de pino o de la hulla.

American Standard: organismo que rige la estandarización de construcción de equipos, partes, etc.

ANSI: American National Standards Institute, Instituto americano de la estandarización; organismo que rige la utilización de ciertos elementos y su construcción.

ASME: American Society of Mechanical Engineers. Sociedad americana de Ingenieros Mecánicos.

Awg: termino que se utiliza para determinar el calibre de alambres.

Bióxido: combinación de un radical con dos átomos de oxígeno.

Cáusticas: elemento que quema de caracter corrosivo.

Cimiento: parte del edificio que está bajo la tierra.

Comprimido: reducido a menor volumen; aire comprimido.

Conductividad: que tiene la virtud de conducir; el cobre es el más conductivo de los metales.

Corrosión: acción que tienen ciertos líquidos con el metal.

Decibeles: unidad de medida para expresar la intensidad de los sonidos.

Desincrustación: forma de eliminar adherencia a ciertas partes.

Fusibles: hilo o chapa metálica que, colocado en un circuito eléctrico, interrumpe la corriente al fundirse, si ésta corriente es excesiva.

Galvanizado: recubierto de una capa de otro metal.

Lesión: daño o detrimento corporal causado por herida, golpe o enfermedad.

Lumínico: emisión de luz sin calor; la fluorescencia es un caso particular de luminescencia.

Mandril: uña con que se asegura en el torno una pieza que se ha de labrar.

Manómetros: instrumento que sirve para medir la presión de fluidos o aire.

National Standard: Estandarización nacional. Organismo que rige la normalización de ciertos mecanismos, dispositivos, partes, etc.

Neumoconiosis: cualquier enfermedad producida por la inhalación crónica de polvo, generalmente de origen mineral y de carácter ocupacional o ambiental.

Ohmios: unidad de resistencia eléctrica, que equivale a la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor.

OSHA: Occupational Safety and Health Administration. Administración de la salud y seguridad ocupacional, organización dedicada al estudio del trabajo y sus formas.

Oxiacetileno: mezcla de oxígeno y acetileno, ocupado para soldadura o corte.

Pernos de contragolpe: pernos utilizados para la sujeción de piezas de madera, en el proceso de transformación.

Presión: acción u efecto de apretar y/o comprimir.

Pulverizador: aparato que sirve para reducir a polvo una cosa.

Radiación: emisión de partículas. Elemento de una onda luminosa o electromagnética.

Sílice: óxido de silicio. Existen muchas variedades naturales; el cuarzo cristalizado.

Térmico: dicese de los fenómenos químicos acompañados de aumento o disminución de calor.

Ultravioleta: dicese de las radiaciones invisibles del espectro luminoso, que se extiende a continuación del color violado.

INTRODUCCIÓN

La seguridad industrial es un tema, al cual en muchas empresas de nuestro medio no le dan el énfasis y la importancia que realmente tiene.

La seguridad industrial como tal no significa nada sin un compromiso serio de las personas, a nivel gerencial encargadas del mismo, ya que son éstas las que directamente están comprometidas con la creación de políticas y planes enfocados al bienestar común.

La seguridad, como aspecto fundamental para el desarrollo, crecimiento y avance de la industria, ha tenido que ser normalizada y específicamente se utilizan normas que orienten el buen funcionamiento, la planeación, el control, la dirección y la administración de los programas, para proteger a los elementos de producción. Son ellos el recurso humano, la maquinaria, las herramientas, el equipo y las materias primas; pues para lograr una eficiencia satisfactoria se necesita que ellos permanezcan en condiciones plenas.

No hay que olvidar que programas efectivos de seguridad protegen a nuestro personal, controla nuestros costos e incrementa la productividad de nuestra empresa.

Hay que mencionar que los planes de seguridad no serán completos si no existe un compromiso por parte del recurso humano.

Un plan de seguridad bien montado no significa nada sin la colaboración de las personas para las que fue diseñado, es decir, todos deben buscar el bien común y ser responsables de su seguridad personal.

Creemos que las prácticas y métodos de producción deben de ser seguros, evitando accidentes de cualquier índole, así como saber que hacer cuando estos suceden.

La seguridad industrial, no solo abarca que los procesos de producción sean seguros, sino también el medio en el que se desarrollan, esto quiere decir que las instalaciones deben de ser las más adecuadas.

La iluminación, el piso, la ventilación, el ruido, son algunos factores que se deben de tomar en cuenta para el desarrollo normal de una actividad.

En estudios anteriores se ha demostrado que cuando alguno de los factores antes mencionados no son estudiados o tratados a fondo, suele haber problemas de producción o laborales.

Una iluminación deficiente trae consigo una disminución en la cantidad y calidad de la producción.

La ventilación no adecuada causa molestias al trabajador, como consecuencia la falta de disponibilidad al trabajo en los menores casos, y en los mayores ausencias prolongadas debido a problemas respiratorios.

No se puede dar la espalda a las necesidades que el trabajador necesita satisfacer para sentirse agusto y seguro en su lugar de trabajo.

Debemos de poner al alcance de ellos todos los mecanismos posibles, para que su estancia en el lugar donde realiza su desempeño ocupacional sea el más adecuado.

Las personas encargadas de la seguridad, deben preocuparse porque las instalaciones llenen los requisitos mínimos de seguridad, procurando que éstos sean adecuados al lugar donde se encuentra ubicada la planta o industria, donde se realizan las labores así:

- si es una zona boscosa, presentará grandes descargas atmosféricas, por lo cual se debe de proveer con un sistema de pararrayos a las instalaciones.

- si la naturaleza del trabajo produce polvos, o neblinas por alguna acción de transformación, adecuar las áreas de trabajo con extractores mecánicos de aire, si esto no fuera factible, entonces dotar al personal con equipo de respiración, según sean las características de la labor que desempeñan.

Es necesario que todos estudien los métodos y tratar de mejorarlos, siempre y cuando, sea factible desde todo punto de vista.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Diseñar un plan mediante un estudio técnico-bibliográfico de las necesidades que la empresa requiere en materia de seguridad.
- Aplicar conceptos adquiridos a través de los años de estudio en la universidad y los adquiridos por experiencia propia en el tema de seguridad industrial.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la distribución en planta y diseñar un método aplicable para mejorar el existente.
- Elaborar una guía para ingenieros, técnicos y personas encargadas de la seguridad industrial en esta empresa.
- Diseñar propuestas para el acondicionamiento de los sistemas extintores.
- Identificar las deficiencias en el sistema de iluminación, diseñar y proponer un método para la corrección del mismo.
- Analizar el problema del ruido y proponer un método que sea factible para la solución del mismo.

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 Fundación

La empresa fue fundada aproximadamente en 1,965, no se tienen datos exactos de la misma. Actualmente, está constituida por una sociedad anónima y su mayor mercado es el de los Estados Unidos de Norteamérica. Del total de su producción, aproximadamente el 98% está destinada a las exportaciones y el 2% para consumo local.

La empresa fabrica una gran variedad de artículos en madera que van desde cofres, roperos, mesas de centro, etc. algunos de éstos con acabados y apariencia antigua. Actualmente, cuenta con un número aproximado de 500 empleados.

1.2 Ubicación

La empresa se encuentra ubicada en el kilómetro 34 $\frac{1}{2}$ de la carretera que conduce a la ciudad de La Antigua Guatemala, entrada a Santo Tomás Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.

La vía de acceso principal es la carretera que conduce de la ciudad de Antigua a la capital se encuentre aproximadamente a una distancia de 500 metros de la cinta asfáltica. Colinda con la finca municipal Florencia en dos de sus cuatro extremos. Y está en una zona con una gran arboleda a su alrededor.

1.3 Clasificación según su diseño

1.3.1 Tipo de edificio

La planta entra en el rango de edificios de segunda categoría, los cuales tienen como características una combinación de concreto armado ya que sirve de apoyo a las columnas. La cimentación de las columnas principales es individual y de concreto armado. Los muros exteriores transmiten su peso al suelo mediante sus cimentaciones. La cubierta superior es de lámina de zinc. Los muros exteriores son asísmicos contruidos de block.

Los pisos en el área de maquinado son de concreto armado sin pulir, su resistencia y tipo están en función del proceso de producción que se realiza, en el área de ensamble y empaque los pisos son de cemento líquido y en las oficinas son de granito.

Como es característica de este tipo de edificios de segunda categoría, se conforman de dos partes: el área de oficinas y el área de los procesos de producción. El área de oficinas es una construcción de concreto armado y el área de producción de acero estructural, lámina, madera y mampostería.

Tiene varias áreas: de parqueo para visitantes y para empleados, jardinizada, área de carga y descarga de materia prima y producto terminado.

Este tipo de edificio de segunda categoría presenta entre sus características el aprovechamiento de las fuentes naturales de iluminación,

tienen una forma rectangular alargada. Aquí la iluminación natural no se aprovecha al máximo. Entre las ventajas que presenta están:

- Las cargas que soportan pueden ser altas.
- Son amplios en su interior y esto los hace que se adapten perfectamente a procesos industriales pesados.
- Los costos de demolición son bajos, permitiendo que los cambios en la instalación resulten económicos.

Entre las desventajas están las siguientes:

- Sus estructuras son susceptibles a la vibración, lo cual trae como consecuencia una instalación ruidosa.
- Su costo de mantenimiento es alto.
- Aunque se utiliza el acero y este es un material incombustible, cuando se le somete al fuego directo y continuo, disminuye su resistencia y se deforman los elementos con probables defectos destructivos, este riesgo se puede disminuir mediante la instalación de rociadores suspendidos, los cuales se accionan a una determinada temperatura.
- Son combustibles al utilizar en su ensamble partes de madera o algún otro material, lo cual lo convierte en un riesgo.

1.3.2 Tipo de techo

El tipo de techo de nuestra empresa es de tipo a dos aguas con diferentes naves y tiene las siguientes ventajas:

- Este se puede usar para naves altas dando la oportunidad de formar entre pisos dentro del área de la nave.
- Por su forma se pueden agregar luminarias, lo que favorece la iluminación, así como la colocación de ventiladores y extractores de aire.
- Su instalación es rápida y es desmontable, pudiéndose usar en otros lugares.

Entre las desventajas que presenta este tipo de techo están:

- Es necesario implantar un programa de mantenimiento preventivo a las estructuras.
- La lámina de zinc no favorece el aislamiento térmico ni acústico, deben ser empernadas para su fijación a las costaneras, por lo tanto puede haber corrosión galvánica.
- Esta lámina necesita ser pintada periódicamente y para el apoyo de la misma necesita ser exacta, ya que si no, no quedarán alineadas a las vigas.

Además se cuenta con un área exterior destinada a las oficinas de gerencia administrativas, recepción, etc.

1.4 Organización de la empresa y organización en materia de seguridad

La empresa está constituida de la siguiente manera, y como se puede observar no tiene un departamento específico de seguridad industrial.

El organigrama con que actualmente funciona se presenta en el gráfico No. 1.

Se presenta posteriormente el organigrama propuesto (gráfico No.2), para la empresa, donde se incluye el departamento de seguridad industrial. Además paralelo a la gerencia se encuentra un departamento de asesoría, el cual es totalmente ajeno a la empresa y es utilizado cuando en ésta se necesitan resolver problemas que no pueden ser solucionados en la misma, también ayuda en materia de producción, métodos o seguridad industrial.

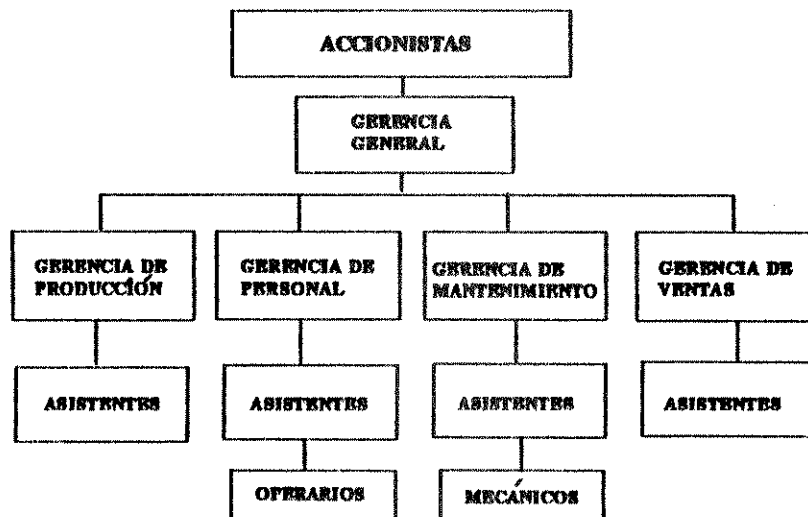


Gráfico 1.
Organigrama actual de la empresa
Maderas Milpas Altas S.A.

A continuación se presenta un organigrama propuesto para la empresa donde se incluye la gerencia de seguridad industrial, paralela a las demás gerencias.

También se incluye la asesoría, la cual es muy importante, cuando en las empresas se presenta problemas y se necesita de personas con experiencia para su solución.

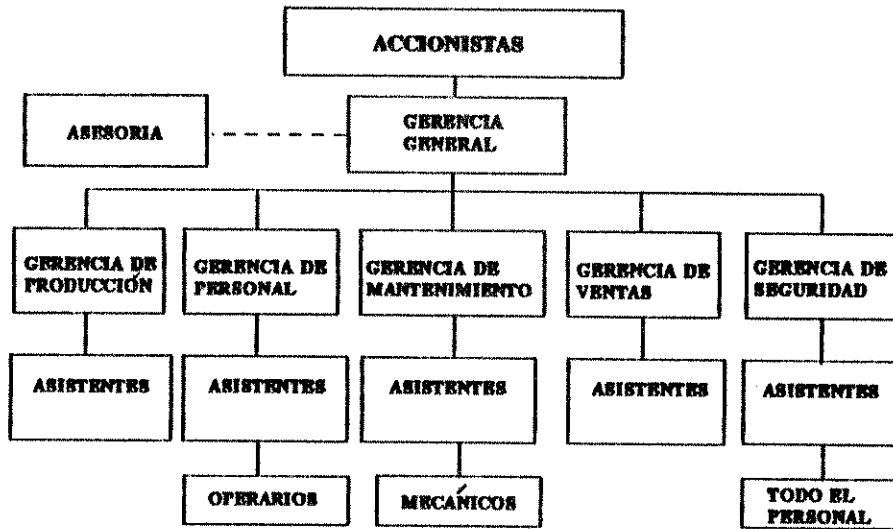


Gráfico 2.
Organigrama propuesto para la empresa
Maderas Milpas Altas S.A.

2. DISTRIBUCION DE LA PLANTA

Frecuentemente, se encuentran factores que afectan la distribución de una planta y entre estos pueden mencionarse algunos:

a) Tamaño de la Maquinaria

El tamaño de la maquinaria, afecta la distribución en razón directa a su volumen. La maquinaria más grande utilizará mayor espacio, lo contrario con la maquinaria de menor tamaño la cual puede ser colocada en lugares reducidos y así utilizar al máximo el área de trabajo. Generalmente la maquinaria de gran tamaño utiliza mecanismos de transmisión de gran tamaño, lo que hace que produzca mayores vibraciones, por lo que, es ayudada con dispositivos de sujeción al piso de la planta, conocidos como sistemas de anclaje. (8-9)

b) Peso de las máquinas

El peso de las máquinas esta relacionado de forma directa con su tamaño, estas utilizan una cimentación especial, por lo que deben de ser colocadas en un sitio adecuado, ya que no podrán ser trasladadas de un sitio a otro. (8-9)

c) Tamaño del material a procesar

Si el material a procesar es de gran tamaño los espacios se verán reducidos debido a estos. En las plantas donde las piezas son pequeñas, no existe mayor problema en cuanto a las áreas disponibles para el trabajo. (8-10)

d) Cantidad de material a procesar

Quando los volúmenes de producción son altos, la distribución de maquinaria juega un papel muy importante. Para poder trabajar las máquinas a su capacidad nominal, es indispensable contar con una colocación adecuada, tanto del material a procesar como de la maquinaria, hay que reducir los retrasos, transportes, tiempos ociosos, etc. (8-10)

e) Flexibilidad de la maquinaria

Este puede ser un factor importante, al contar con máquinas que puedan realizar una serie de trabajos variados, con lo cual tendremos siempre las máquinas ocupadas. (8-11)

f) Costos de ampliación de las instalaciones

El costo de ampliación suele ser tan alto como el costo inicial de la planta, ya que se ve afectado por la adquisición de maquinaria, distribución del flujo luminoso, sistemas de ventilación, etc. (8-13)

g) Costos de modificación de una planta ya en operación

Los costos de reinstalación y modificación son muy altos, esto sin tomar en cuenta que en determinado momento podría haber necesidad de parar

la planta de producción para poder hacer un determinado trabajo. (8-13)

Anteriormente, se presentan algunos de los problemas con que se puede encontrar al hacer una modificación en una área de trabajo o producción.

2.1 Planta de máquinas

En esta parte de la planta es donde se realiza el trabajo de corte de la madera según el producto que se ha de fabricar, con las medidas correspondientes, especificaciones del caso, etc. y es una continuación de el proceso de producción, ya que este se inicia en el corte de los árboles, pasando por el área de corte basto y luego a los hornos de secado.

Aquí, en esta sección de la planta es donde se encuentra la maquinaria que le da la forma a las piezas que una vez ensambladas y pintadas dan el producto final. Es la de mayor tamaño de toda la fábrica con una área total de aproximadamente 3,150 metros cuadrados.

2.1.1 Situación actual

Se cuenta con una distribución por proceso, debido a que se agrupan las máquinas por departamentos, es decir todas las máquinas similares están agrupadas en un solo sitio. Una de las ventajas es que se puede asignar a cualquier maquina de la misma clase cualquier tarea, siempre y cuando esta este disponible.

Como suele suceder en las empresas de nuestro medio, el crecimiento sin planificación, adecuación y distribución de las áreas de producción, está patente en nuestra empresa. Muchas de estas sólo adquieren maquinaria con fines de querer producir más y mejor, pero la realidad es que la mala distribución solo hacen que esta maquinaria este subutilizada y no rinda según las especificaciones del fabricante y los requerimientos del inversor. Hay otras empresas que ven la modernización y el cambio de equipos de producción como un gasto y no como una inversión; lo que sí es cierto, es que al adquirirse maquinaria o equipo nuevo debe de ser distribuido de la forma más optima, según nuestro proceso de producción, producto, etc. si no, se caerá en el problema antes mencionado, la subutilización y los niveles de rendimiento bajos.

2.1.2 Evaluación de la situación actual

Un problema frecuente al que se enfrenta el ingeniero, es el área destinada al proceso de producción. Los cambios en las áreas de trabajo, distribución del equipo, se ven limitados al tamaño de el lugar de operaciones. Este es uno de los problemas en la planta, el área destinada al proceso de maquinado es insuficiente, dado las condiciones y necesidades de producción, son frecuentes los cuellos de botella, apilamiento de producto en proceso en áreas no adecuadas que causan retrasos por el transporte de los mismos.

También se encuentra con otro obstáculo en el área de maquinado, y es que dado el tamaño de las maquinas y características de las mismas, moverlas hacia otro sitio es muy difícil, debido a que necesitan un sistema de anclaje especial, es decir un sistema de fijación a la superficie de la planta, para evitar corrimientos y vibraciones excesivas.

2.1.3 Distribución propuesta

No hay una distribución propuesta debido a que los costos en que se incurre son demasiado grandes y la empresa no está en posibilidad de hacer una inversión, no recuperable a corto plazo.

El proceso de producción sigue siendo una distribución por proceso, o por departamentos (agrupación de máquinas de características similares), dada la gran variedad de artículos que se deben de elaborar, que si bien, tienen alguna similitud cambian las características como: dimensiones, acabados, número de piezas, etc.

La distribución por proceso nos permite tener una gran flexibilidad en el orden de fabricación, menor inversión de máquinas, las máquinas pueden mantenerse ocupadas la mayor parte del tiempo, dado que se le pueden asignar tareas similares y los costos de fabricación se pueden reducir.

2.1.4 Estrategias de implementación

No hay estrategia de implementación dado que no hay cambio en el proceso de fabricación. Podría mencionarse que no hay que adherirse estrictamente a la distribución por producto o por proceso, sino que hay que adoptar una combinación de ambos.

A continuación se presenta el diagrama de recorrido, de los puntos por donde debe pasar con frecuencia una pieza en proceso de transformación, además de la distribución actual del Área de maquinado.

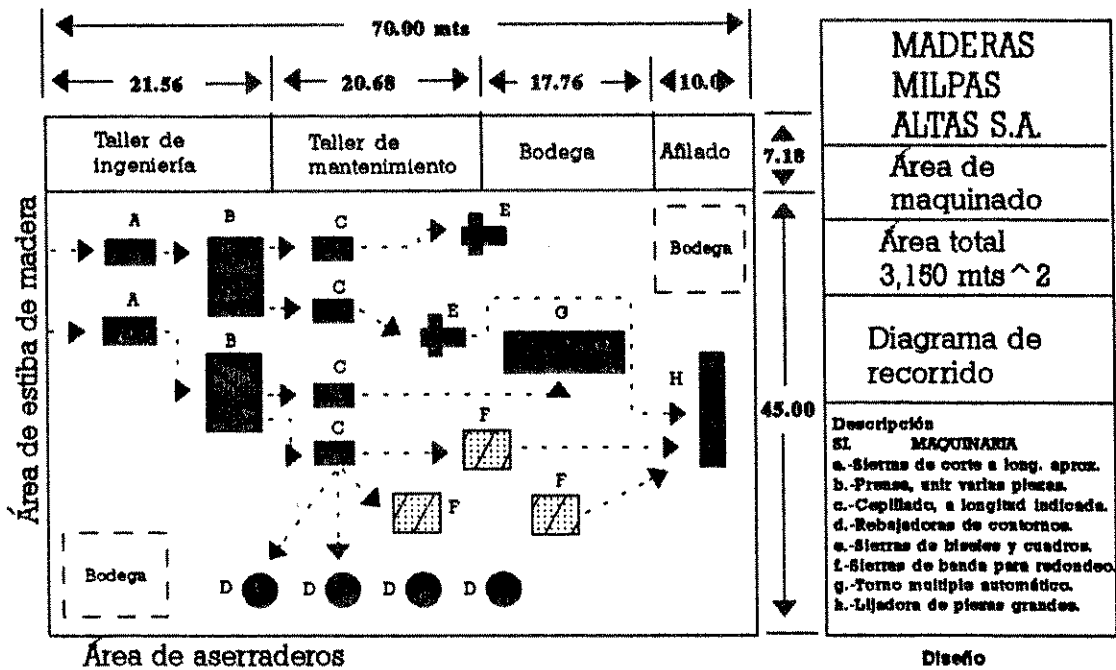


Gráfico 3.
Diagrama de recorrido.
Área de maquinado.

2.2 Planta de ensamble

En la sección de ensamble se encuentra también el área de lijado menor y herrajes, se cuenta con un área de aproximadamente 1,084.50 metros cuadrados. Los pasos son el lijado de las piezas para darles los acabados finales, para luego ser ensambladas y por último son colocadas las bisagras, cerraduras, jaladeras, adornos de metal, etc.

2.2.1 Situación actual

Todos los procesos que se realizan en esta área son en línea. En el área de lijado se encuentran colocadas unas bandas transportadoras que llevan las piezas, hasta el área de ensamble. Esta labor es realizada por personal femenino dado que tienen mayor habilidad y delicadeza al realizar este trabajo. Luego de pasar por lijado, se pasan al área de ensamble, que esta constituido por tres líneas. Esta labor es efectuada por personal masculino, dado las características de este paso.

El área de herrajes está constituida por dos o tres líneas. Esto varía según la demanda de producción. Un factor que es limitante es el área, debido a que cuando el tamaño del producto es de dimensiones grandes, suele haber congestionamientos.

2.2.2 Evaluación de la situación actual

El problema que se presenta en esta sección de la fábrica es la falta de espacio, lo que ocasiona congestionamiento que se produce debido a la proximidad que hay entre cada una de las áreas de trabajo.

Estas áreas de trabajo se podrían mejorar con una reorganización de las áreas que conforman esta sección. La reorganización en esta área es factible dado que la maquinaria que se utiliza, no necesita de sistemas de sujeción especial y se cuenta con la flexibilidad para llevarse a cabo.

En el siguiente diagrama se presenta la distribución actual del área de ensamble.

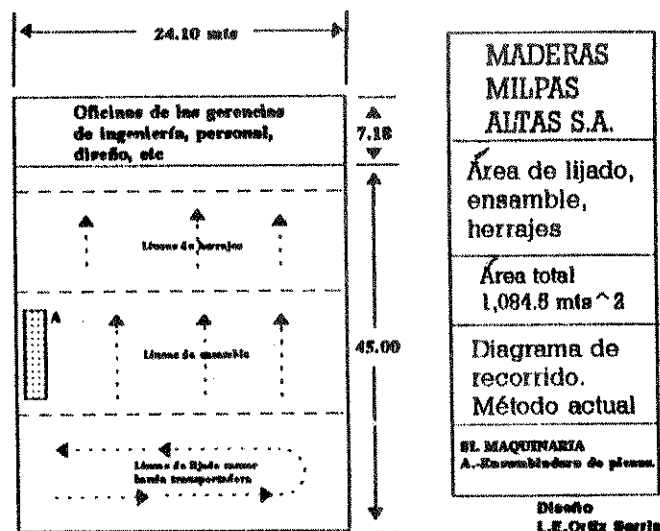


Gráfico 4.
Diagrama de recorrido.
Método actual.

2.2.3 Distribución propuesta

La distribución que se propone sigue siendo un proceso en línea pero con una redistribución del área de trabajo. Al hablar de redistribución se puede utilizar al máximo el área al cambiar la línea de producción. La línea de lijado se debe de localizar hacia la parte más ancha de la planta, con lo cual la fluidez del trabajo en proceso sería mayor. Las líneas de ensamble y herrajes estarían colocadas hacia la parte más angosta de la planta, con lo que al ser colocados todos los accesorios, podrían pasar a la parte de pintura y empaque.

En el gráfico distribución propuesta se muestra con mayor claridad los cambios que se pueden realizar.

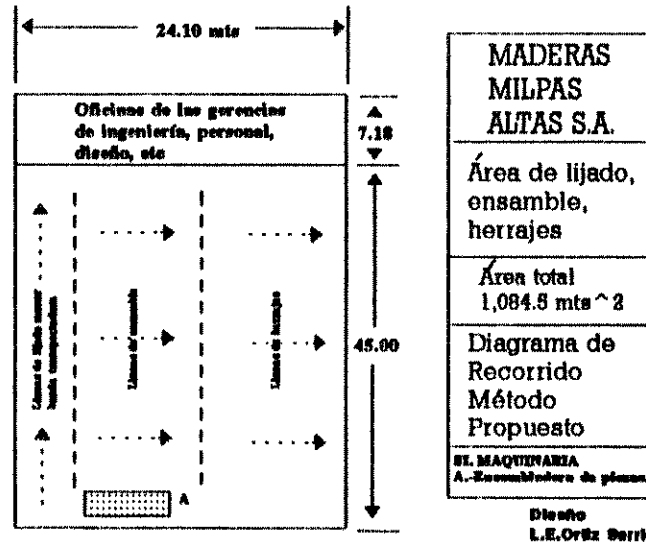


Gráfico 5.

**Diagrama de recorrido.
Método propuesto.
Área de lijado, ensamble
y herrajes.**

2.2.4 Estrategias de implementación

La implementación se debe de hacer cuando haya un cambio en el producto. Se comenzaría con el cambio de la línea de lijado y luego las demás, la fluidez del trabajo sería mayor y no habría aglomeraciones en la fase final ya que el producto terminado pasaría a la sección de pintura y luego a empaque sin mayores traslados que hacer.

El equipo que se utiliza en esta parte es menor y el mayor problema sería las tomas de aire comprimido utilizado en las engrapadoras, lijadoras, etc.

2.3 Planta de acabados y empaque

Aquí es donde el producto se encuentra en su fase final, antes de pasar al área de empaque. Cuenta con un área total aproximada de 1,875.35 metros cuadrados. Los pasos que sigue aquí el producto son: el de pintura final, inspección final y luego empaque.

2.3.1 Situación actual

El proceso es del tipo en línea al igual que en la sección de ensamble, no presenta problemas de ningún tipo ya que el área destinada para esta tarea es suficientemente amplia, además de estar en perfecta armonía su distribución, dado que los pasos que se siguen son de fácil realización.

No se producen cuellos de botella, ni aglomeraciones de producto terminado, ya que al ser finalizado todo el proceso y estar debidamente empacado el producto, es cargado a los contenedores para luego ser exportados.

2.3.2 Evaluación de la situación actual

Al evaluar la situación actual, se considera que el proceso de esta sección de la planta se encuentra perfectamente controlado y no se incurre en la subutilización tanto de personal como de equipo.

Las condiciones que presenta para llevar a cabo estas tareas son adecuadas, y están distribuidas en forma optima.

Ver diagrama de recorrido, presentado a continuación.

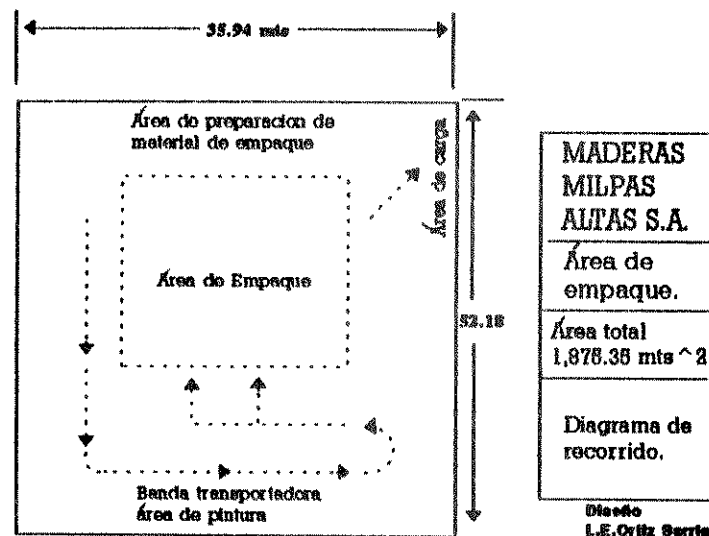


Gráfico 6.
Área de empaque.
Diagrama de recorrido.
Método actual.

2.3.3 Distribución propuesta

Las condiciones de esta sección son óptimas y el proceso se lleva a cabo en una forma ordenada y lógica, por lo que no sugerimos ningún cambio en el proceso de producción de esta sección, debido a que el que se utiliza actualmente se encuentra estandarizado y es óptimo en su ejecución.

2.3.4 Estrategias de implementación

No hay una estrategia de implementación debido a que no hay cambios en el proceso de producción, debido a que el método empleado actualmente cumple con las necesidades del producto.

3. MEDIDAS DE SEGURIDAD POR PUESTO DE TRABAJO

3.1 Introducción

La seguridad Industrial, como aspecto fundamental para el desarrollo, crecimiento y avance de la industria, ha tenido que ser normalizada y específicamente se utilizan normas que orienten el buen funcionamiento, la planeación, el control, la dirección y la administración de los programas para proteger a los elementos de producción, siendo ellos el recurso humano, la maquinaria, las herramientas, el equipo y las materias primas; pues para lograr una eficiencia satisfactoria se necesita que ellos permanezcan en condiciones plenas y satisfactorias.

El análisis del trabajo es parte esencial del control de la producción y, como tal, su técnica debe ser bien elaborada y ampliamente estudiada. Comprende una descripción cuidadosa y detallada de cada tarea en términos de obligaciones, seguridad, herramientas requeridas, métodos, secuencia de operaciones y condiciones de trabajo. Si a un análisis de la tarea se adicionan los demás factores necesarios para una exitosa producción en masa, como planeación, adiestramiento y un control continuo, entonces se alcanzará un elevado nivel de seguridad, como parte inherente de la producción en volumen.

3.2 Requerimientos de una regla de trabajo

Las normas o reglas son esenciales en una civilización industrial. Cada una de las ramas de la ciencia y la industria debe, a medida que se desarrolla, preparar sus propias normas sobre las cuales basar, medir y comparar sus realizaciones y desempeños. Puede decirse que las normas o reglas se desarrollan mediante un proceso de cristalización del progreso industrial.

La seguridad industrial es un campo nuevo y que se está desarrollando con rapidez. También ha producido sus normas; pero se necesitan muchas más, aparte de que muchas de las ya existentes necesitan ser perfeccionadas. Las normas o reglas de seguridad pueden clasificarse en dos grupos:

1. Normas voluntarias y de autoaplicación.

Los diversos intereses, grupos e individuos que se dedican a la labor de prevenir accidentes, han preparado normas representativas de una experiencia sana. Como el propósito es prevenir accidentes, las normas son una cristalización de experiencias y se las acepta y respeta sólo por virtud de su valor práctico como ayudas a dicha prevención. (1-331)

2. Normas reguladoras.

Los gobiernos han preparado normas con fuerza de ley, a fin de garantizar la corrección de ciertas condiciones peligrosas y de establecer determinados requerimientos necesarios para la seguridad. (1-331)

Además no sólo podría muy bien la industria extender la aplicación del análisis de tareas con mucha utilidad a los trabajos de tipo repetitivo; si no que podrían aplicarse métodos similares en términos generales a las labores de tipo no repetitivo, como son el mantenimiento y la producción a breve plazo. Es de experiencia general que esta clase de labor muestra un índice elevado de accidentes

3.2.1 Objetivos

El objetivo primordial de una regla de trabajo, es determinar cada una de las funciones que debe realizar un individuo en su puesto de trabajo, tomando en cuenta las directivas que la gerencia ha proporcionado para el mismo. Hay que determinar de antemano cuales serán las funciones que cada trabajador esta obligado a cumplir en determinado proceso, con el fin de colocar a las personas idóneas en las operaciones específicas para establecer un control específico del tráfico de personas en un área de trabajo.

El esfuerzo para eliminar las condiciones peligrosas de trabajo mediante una regla es un dispositivo que las empresas deben de poner en marcha en todos sus ambientes, así como evaluar constantemente a los individuos en sus respectivos puestos.

3.2.2 Generalidades

Establecido lo anterior, se procede a eliminar la falta de conciencia por parte de los trabajadores, es decir crear en ellos adecuadamente (despertar) las llamadas "actitudes de seguridad". Pues la conciencia por parte de los trabajadores en respetar y cumplir con las reglas que se les fueran impuestas según su puesto de trabajo, en cuanto a su seguridad proporcionará el efecto de evadir actos inseguros, causantes de los accidentes.

Hay que tomar en cuenta que cuando se analiza o descompone una tarea exige adentrarse en los pequeños detalles de que consta la función.

3.2.3 Propuesta de reglas de trabajo para la empresa

Las reglas de trabajo estan definidas según el equipo a utilizar y las personas que lo utilicen deben de cumplir con los requisitos mínimos, los cuales son presentados a continuación:

1. Tornos, fresadoras, sierras, taladros, etc.

Para el uso de este equipo se debe de contar unicamente con personal con amplia experiencia en el manejo de los mismos.

Será requisito entender, la forma de sujeción de las piezas a maquinar, velocidades a la que deben de operar dichas máquinas, accesorios con los que cuentan para otras operaciones, dispositivos de paro inmediato, etc.

2. Manejo de lubricantes, lacas, pinturas y solventes.

El manejo será exclusivamente de personas que conozcan, las características, y usos de cada uno de ellos.

No se deben de permitir que personas ajenas, manejen dichos productos.

3. Equipo de vapor y hornos de secado.

Aquí, solamente personal calificado y familiarizado con dichas máquinas debe operarlas. Dado los riesgos no se permitirá que otra persona las maneje u opere.

4. Equipo eléctrico y aire comprimido.

Dado que la energía eléctrica es potencialmente factor de muerte, solamente técnicos experimentados darán mantenimiento al equipo, no permitiéndose que operarios realicen tareas de limpieza y mantenimiento a equipos que necesitan de la energía para su funcionamiento.

Los depósitos de aire comprimido y compresores deben ser inspeccionados sólo por técnicos en esta materia, no debe dejarse que personal ajeno manipule dicho equipo, ya que puede provocar daños por explosión de equipo.

3.3 Gerencia de producción

Una vez que se ha planteado el problema de una seguridad adecuada como uno de los requisitos, y establecido las reglas de trabajo, pasamos al departamento de producción.

En el diseño de procesos, máquinas, planos e instalaciones, ninguno de ellos puede ser considerado como completo y listo para su uso, hasta que no quede claro que su operación será segura en relación con el trabajador directamente implicado, y no constituirá tampoco riesgo para otros empleados.

Un proceso no puede ser considerado seguro si necesita que el empleado, para no incurrir en una lesión, este constantemente alerta y preocupado por la seguridad. Los lugares de trabajo, deben estar desde el punto de vista de ingeniería con el concepto de "primero la seguridad".

El énfasis debe ponerse en la necesidad de proveer unas condiciones seguras de trabajo, ninguna secuencia de operaciones debe ser planteada si ha de dar lugar a un trabajo en condiciones de inseguridad.

3.3.1 Situación actual

Actualmente la gerencia de producción, no prepara dispositivos para evitar que sucedan accidentes.

Aquí unicamente se prepara la disposición de las máquinas para el proceso de transformación y producción, no se toman en cuenta el estado de las mismas y las personas que han de operarlas.

Esto sucede debido a que directamente el supervisor es el encargado de disponer a las personas en dichos puestos.

Generalmente, son las mismas personas las que operan las máquinas, pero el problema se da cuando hay ausencia de determinado operario, lo cual se contraresta con la colocación de otra persona que conoce el uso de la maquinaria, pero no se sabe la capacidad y habilidad para el manejo de la misma.

Aquí, es donde la gerencia de producción, con estudios realizados entre los operarios y estudio del puesto de trabajo, deberá disponer a la persona que llene los requisitos para dicha operación.

No hay un plan de protección por puesto de trabajo, y no hay identificación real de los accidentes que pueden suceder en determinada operación, simplemente se planea la producción sin contar los riesgos que pueden suceder.

3.3.2 Líneas de producción

En las líneas de producción, hay que tener un cuidado especial en la forma que están distribuidas o la distribución que se tiene, aun cuando hay limitaciones en cuanto a lo que puede lograrse mediante la remodelación, ya que el diseño se limita a los muros ya existentes, pueden haber varias posibilidades de mejoría que no saltan inmediatamente a la vista.

Hay aspectos que deben ser comprobados en el lugar en que haya de realizarse la remodelación o propuesta para la mejora de las líneas:

1. Nivel de los pisos:
Varían éstos con relación al resto de la fábrica ?.
2. Puertas y pasillos angostos.
3. Iluminación inadecuada.
4. Ventilación inadecuada.
5. Control deficiente de las operaciones con polvos.
6. Espacio inadecuado para almacenaje local. (2-333)

3.3.2.1 Situación actual

Actualmente, en las líneas de producción se cuenta con problemas de ventilación, iluminación, puertas y pasillos angostos; pero el mayor problema lo constituye el control de partículas suspendidas y ruido.

Si bien es cierto que se cuenta con un sistema mecánico de extracción de partículas, este no se adapta a las necesidades existentes, además los operarios son provistos con un sistema de protección personal (mascarillas de tela), el cual no es el recomendado para la actividad fabril que se realiza.

El problema del ruido es solucionado con la dotación de tapones a los operarios, lo cual no es eficiente, y en periodos prolongados de uso causa molestias, por lo cual los operarios los retiran de sus oídos.

Hay que mencionar que no hay un plan para la dotación periódica de equipo de protección personal, lo cual hace que en determinado momento, este no llene los requisitos de seguridad y se convierta en lo contrario.

3.3.3 Operarios de la línea de producción

En las líneas de producción, un método para llevar a cabo las inspecciones consiste en nombrar un grupo de personal representativo.

Cuando se implementa un plan de este tipo se da la oportunidad a los trabajadores de opinar en cuanto a las medidas que ellos consideran inseguras, además de los temores que ellos puedan tener a la utilización de determinado equipo.

3.3.3.1 Situación actual

Actualmente, como no se encuentra establecido el departamento de seguridad industrial y sus funciones; no hay manera de determinar los riesgos a los que están expuestos los operarios en las líneas de producción, por lo cual, ellos no podrán trasladar sus dudas a ningún departamento específico.

La ayuda puede venir únicamente de la gerencia de mantenimiento.

3.4 Análisis de la seguridad industrial

Parece existir una relación general entre la seguridad y la eficiencia operativa. Pero tal relación puede ser que no ocurra como se supone. Puede haber mucha tendencia hacia la eficiencia operativa, y como consecuencia de ella descuidar la seguridad, como puede también ocurrir que la seguridad contribuya a la eficiencia de la planta.

Por otra parte, cuando la preocupación central es en pro de la eficiencia, con frecuencia se logra ésta a costa de la seguridad. La creencia, especialmente entre los que practican la seguridad, que la seguridad aumenta la eficiencia, no está justificada, en un sentido general, sin ciertas reservas.

En las operaciones en las que se usan accesorios para la seguridad, la productividad puede aumentar, pero también puede resultar adversamente afectada. Cuando un problema de seguridad fuerza la atención hacia una operación esto puede llevar a una mejoría general de aquella actividad.

Por otra parte, un dispositivo de seguridad puede constituir una interferencia con el curso normal de los trabajos y, evidentemente, supone un cierto gasto.

Un estudio de ingeniería amplio y muy conocido, realizado hace muchos años, incluye como una de sus conclusiones: "la productividad máxima se logra ordinariamente cuando los niveles de accidentes tienden hacia su mínimo irreductible. Aun cuando no se establezca bien una relación casual, lo que aquella investigación probó de manera inequívoca es que un alto nivel de seguridad no es incompatible con una elevada eficiencia, y que en realidad los dos altos niveles se encuentran, en general, juntos. (2-223)

3.4.1 Labores de repetición y no-repetición

Si en los trabajos de tipo repetitivo se hace una buena planeación inicial, es seguro que se llevarán a cabo fácil y seguramente. No hay que olvidar que en los trabajos de tipo repetitivo ocurren un sin número de accidentes ocasionados por la monotonía del trabajo y por la confianza que el trabajador adquiere en el desempeño del mismo.

En los trabajos de tipo no repetitivo como son los de ensamble de piezas según pedido, mantenimiento, un sistema general de planeación de cada tarea, aumenta la eficiencia, velocidad y seguridad. Por ejemplo en los trabajos de tipo no repetitivo se recomiendan los siguientes lineamientos:

1. El empleo de herramientas apropiadas para tareas específicas.
2. Planeación de un espacio amplio alrededor del trabajador, mientras labora.
3. Colocación de las herramientas, para su fácil acceso.
4. Mantener las herramientas en condición de primera.
5. Evitar posturas desequilibradas estando subido en escaleras o por encima del nivel de piso.
6. Postura correcta para levantar pesos.
7. Atención a los trabajadores y a los riesgos sufridos por otros.
8. Informar de los riesgos observados.

3.4.2 Protección en los puntos de operación

Primero se trata de eliminar la mayor cantidad de riesgos que sea posible mediante la buena planificación, luego se trata de que exista una buena organización (no solo administrativa, sino físicamente), de modo que este factor contribuye a la disminución de riesgos, en cada lugar de trabajo y cada máquina que se encuentre en ese lugar.

Puede decirse entonces, que se necesita protección en cada lugar de trabajo por parte de la administración, programas de seguridad, métodos de trabajo adecuados, y disposición de la planta (en cuanto a diseño, terreno, pisos, edificios, equipo, etc).

3.4.2.1 Situación actual

La mayoría del equipo en esta empresa, no tiene dispositivos de protección en el punto de operación.

Esto se debe a que con el paso del tiempo los dispositivos de seguridad con que ciertas máquinas están dotados han sido separados de ellas por reparaciones, pero estos nunca han sido restablecidos en su lugar.

En el caso de máquinas como las sierras circulares, las cuales no cuentan con un sistema de protección propio, éstos deben de ser implantados para la seguridad del personal operativo.

Las bandas de transmisión, poleas, engranajes, que ciertas máquinas utilizan se encuentran sin las debidas guardas de seguridad, lo cual aumenta el hecho de que una persona sea atrapada por estos mecanismos de transmisión de fuerza.

La mayoría de estas máquinas utilizan la energía eléctrica para poder funcionar y no cuentan con un sistema de aterrizaje de protección, lo que hace un riesgo en la utilización de dicho equipo.

Existen dispositivos de seguridad utilizados en equipos para trabajos en madera, a continuación mencionamos la protección con la que deben de contar las máquinas más comunes.

3.4.2.2 Propuesta para la mejora

La protección que se debe de tener en las máquinas que hacen trabajos en madera es muy amplia. En muchos talleres se puede observar a trabajadores con cicatrices o lesiones que han sido producidas por el mal uso o manejo del equipo.

Para evitar los accidentes se deben de dotar las máquinas de sus respectivos dispositivos de protección, y al personal de material adicional.

Todo ingeniero en seguridad industrial debería contar por lo menos con un conocimiento práctico de la materia. Prácticamente todos los daños debido a esta clase de maquinaria son previsibles. Numerosas empresas han demostrado esto reduciendo esos daños hasta un punto muy cercano a cero.

En muchos casos, dados los costos es más económico, el reemplazo de las máquinas a dotarlos del equipo de protección con que inicialmente contaban, o bien disponer de la adquisición de los mismos.

Los trabajadores deberán ser capacitados y adiestrados con los mejores métodos para operar con seguridad y ser supervisados de un modo apropiado.

Una gran proporción de los daños debidos a la maquinaria de carpintería se debe a la vibración, herramientas de corte impropriadamente afiladas, melladas, inseguramente sujetas o mal balanceadas, además de su gran velocidad.

La mayoría del equipo con que se cuenta en la fábrica no cuenta con dispositivos de protección, por lo que se mencionan los más comunes según sea la maquinaria.

3.4.2.1.1 Protectores en cepilladoras, espigadoras, pegadoras, casadoras, etc

Todas estas máquinas terminadoras son menos peligrosas que otras, porque son alimentadas en forma mecánica y por tanto las manos del operador no tienen que acercarse a la cabeza cortadora.

Los rodillos de alimentación deben estar protegidos a fin de que las manos del obrero no sean atrapadas entre ellos y el material que está siendo impulsado hacia adentro.

Estas son máquinas de producción proyectadas para trabajo en volumen. Producen tantas astillas que prácticamente es una necesidad contar con un sistema de escape, y la cubierta o casco del escape sobre la cabeza cortadora, puede hacer el papel de protector.

El corrugado de los rodillos alimentadores debe ser mantenido limpio y libre de polvo, alquitrán, etc.

Hay que conservarlo afilado, pues de otro modo puede no sujetar el material con la firmeza necesaria para evitar contragolpes. Además, hay que colocar una hilera de pernos de contragolpe enfrente de los rodillos de alimentación, para proteger mejor, ya que una tabla demasiado gruesa, un nudo en la madera o una cuchilla mellada, pueden causar un retroceso que los rodillos no puedan detener. (1-238,239)

3.4.2.1.2 Protectores en las sierras circulares

Ningún tipo de protector de sierra, de los conocidos hasta la fecha, proporciona una protección absolutamente satisfactoria para todas las operaciones que se realizan en la sierra ordinaria de banco.

Las sierras circulares de banco, alimentadas a mano, que se emplean para cortes longitudinales y en cruz, son las más comúnmente usadas, así como las más peligrosas.

Es necesario dotar a dichas sierras de tres dispositivos importantes: (a) Una cubierta que cubra la sierra en todo momento y cuando menos hasta la profundidad del diente. Dicha cubierta deberá adaptarse automáticamente al grueso del material que se corte, y debe estar en contacto con éste hasta que el corte llegue a su término, dejando al mismo tiempo que la línea de corte pueda verse con toda claridad. (b) Un ensanchador que es parte del protector. (c) Un dispositivo anticontragolpes, también como parte del protector. El protector montado en una sierra de corte en cruz alimentada a mano, debe ostentar la misma característica en la cubierta que la sierra de cortes longitudinales. Es necesario que cuente con un ensanchador, aunque éste puede ser independiente del protector. No es indispensable un dispositivo anticontragolpes. Cuando se utiliza una sola sierra para cortes longitudinales y en cruz, el protector debe ser del tipo correspondiente a la sierra para corte longitudinal.

Tanto en las sierras para corte en cruz como longitudinales, la parte de las mismas que sobresale por debajo de la mesa debe ser protegida, de preferencia mediante una cubierta con apenas la abertura suficiente para permitir que el serrín caiga libremente al suelo o sea extraído por aire. La frecuencia de los daños al hacer la limpieza y al llevar a cabo ajustes mientras la sierra se encuentra en movimiento, justifica estas medidas protectoras.

Los retrocesos se presentan cuando se están haciendo cortes a lo largo, debido a que la madera verde, o torcida presiona la parte de atrás de la sierra y entonces los dientes la lanzan hacia adelante con gran violencia. En los cortes en cruz, es probable que tengan lugar los contragolpes cuando la madera se tuerce al estar siendo aserrada o cuando se le cambia la posición a un cierto ángulo. La función del ensanchador es evitar los retrocesos debidos a estas causas.

Los retrocesos también reconocen como causa los nudos en la madera, o sequedad desigual de ésta, forzamiento del trabajo, o sierras sin filo o mal instaladas.

En otras clases de sierras, la pieza a cortar se coloca en el acarreador y se mueve hacia la sierra. A veces varias sierras se montan en el mismo árbol. En todos los casos, la necesidad de una cubierta protectora sigue siendo vigente.

Además del protector, la operación segura de las sierras circulares depende en gran parte de la adecuada selección y conservación de la sierra y de la observancia de las reglas de operación segura. Salvo cuando se emplee una sierra de tipo universal, la sierra debe utilizarse únicamente para la clase de trabajo para la que fue proyectada. Tampoco debe operar a velocidades que excedan las que sus fabricantes le asignaron. Si no se puede disponer de este dato, se seguirá al pie de la letra las velocidades recomendadas para operación en sierras de varios diámetros, por el Código de Seguridad "American Standard", en su renglón de "Carpinterías".

Cuando se alimente una sierra circular, el operador necesita estar siempre apartado a un lado, para quedar fuera de la dirección de un retroceso, en caso de que tenga lugar. Debe conocerse las propiedades de la madera ya que influyen en el corte. Las maderas blandas pueden ser cortadas más aprisa, sin riesgo, que las duras, y la madera seca más aprisa que la verde.

El operador nunca deberá forzar el trabajo tratando de hacer que el corte sea más aprisa. Esto no sólo es en extremo peligroso, sino que da por resultado un trabajo mal hecho y sobrecalentará la hoja. Cuando se corte material angosto, habrá que emplear un palillo empujador. Esto es recomendable sobre todo cuando se están haciendo cortes longitudinales sólo ligeramente más anchos que la distancia entre la hoja y la guía.

En estos últimos tiempos se ha perfeccionado un nuevo tipo de hoja que parece ofrecer una ventaja considerable desde el punto de vista de la seguridad. En lugar del diseño convencional de hoja dentada, con aproximadamente cien dientes, esta sierra no tiene más de ocho dientes y cada uno de ellos sobresale sólo 0.2 de pulgada de la periferia de la hoja. Esto quiere decir que el corte de cada diente se ve limitado, independientemente de la velocidad o presión ejercida sobre la madera. (1-240,241).

3.4.2.1.3 Protectores en sierras de banda

Estas sierras no son tan peligrosas como las circulares. No dan retrocesos y la gama de trabajos que pueden hacerse con ellas es mucho mayor. Sin embargo, salvo la porción que corta, debe quedar cubierta.

Esto quiere decir que debe incluirse: (a) una cubierta completa por debajo de la mesa abarcando la porción inferior de la hoja; (b) protección completa de la porción superior, abarcando la rueda en su posición más baja; (c) un protector en forma de "U", incluyendo la porción de retorno de la sierra desde la mesa hasta la cubierta de la parte superior; (d) un protector "U" en forma de canal, adaptado a la guía y la cubierta de la rueda superior. Las cubiertas deben ser lo suficientemente resistentes para detener la sierra si ésta se rompe, y estar equipadas con cubiertas de goznes para facilitar la reposición de la hoja.

Al operar una sierra de banda, el operador debe colocarse a la derecha del corte, para disminuir la posibilidad de ser golpeado por la hoja en el caso de que ésta se rompa. Las roturas suelen ser causadas por forzar el trabajo más allá de la capacidad de la sierra o por un empalme defectuoso.

Algunas sierras de banda vienen equipadas con alimentadores de rodillos, en cuyos casos éstos deben ser protegidos como cualquier otro alimentador automático. La protección requerida para la sierra en sí, es semejante a la de la sierra de banda común y corriente. (1-243).

3.4.2.1.4 Protectores para sierras portátiles

Muchos tipos de sierras portátiles circulares de mano han sido introducidos al mercado y se emplean sobre todo en trabajos de construcción. El único tipo de protector razonable satisfactorio consiste en una cubierta completa de la hoja.

La presión de lo que se está cortando, contra una lengüeta en el protector, abre éste para permitir que se haga el corte, con lo que el protector queda en contacto con el material a cortar, durante el tiempo que dure el movimiento de corte. Sin embargo, el serrín, sobre todo si es resinoso o alquitranado, es probable que dificulte el funcionamiento del protector y esto hace que tenga que limpiarse con frecuencia.

Como sucede con otras herramientas de propulsión eléctrica, el interruptor de presión "control de hombre muerto" y una tierra positiva es importante. El peligro de una herramienta que al caer o ser colocada a un lado no se detiene automáticamente, es grande. Y el riesgo que entraña un circuito de 110 voltios bajo circunstancias que suelen dejar expedito un camino de baja resistencia en el cuerpo del operador, es muy serio. (1-243)

3.4.2.1.5 Protectores en taladros, rectificadoras, mortajadoras, alisadoras y tornos

Focas son las guardas en máquinas que utilizan herramientas giratorias tales como brocas o rectificadores. El mandril que sostiene la herramienta debe ser del tipo de seguridad, esto es, sin tornillos de apriete, etc.

Las máquinas operadas con pedal, deberían contar con un estribo o protector invertido en forma de "U" sobre el pedal, para evitar que la máquina se ponga en marcha inesperadamente porque alguien apoyó el pie por un descuido en el pedal o éste fue golpeado por algo que cayó sobre él.

La seguridad en la operación de rectificadoras y otras máquinas semejantes, depende en alto grado del operador. Mangas holgadas, corbatas y guantes, son prendas prohibidas, que no deben portarse cuando se está trabajando en esta clase de equipo. Al estar rectificando, el material debe estar sujeto con abrazaderas, nunca sostenido por la mano, y la herramienta bien firme en el mandril.

Los rodillos alimentadores de las alisadoras de tambor, deben protegerse en el punto de contacto del rodillo y el material alimentado. Todas las alisadoras deberán estar provistas de un sistema de escape. El casco de escape debe cubrir toda la superficie a alisar, salvo el área de operación.

Los tornos funcionan a gran velocidad y disparan nudos y astillas de la madera que se trabaja en ellos. Los cabezales cortadores pueden soltarse y ser proyectados por el aire con fuerza considerable. Es necesario que se usen pantallas contra las astillas, y que éstas sean lo bastante fuertes para resistir los proyectiles. También deben usarse protectoras cuando se esté operando un torno. (1-245)

3.4.3 Riesgos con la electricidad

Pese a los grandes adelantos en la producción, el uso y su manejo, los accidentes o riesgos que este fluido genera es de innegable conocimiento. Y es que desde sus inicios ha sido así, pues si bien el conocimiento humano fue despejando dudas en cuanto su origen, naturaleza o esencia misma, los descuidos hacia un riesgo potencial de cualquier fuente de energía siguen dándose ahora, dado que en nuestros países la electricidad sigue y sin duda seguirá siendo, la principal fuente de alimentación para máquinas, equipos y otros; de modo que deberá seguirse teniendo las consideraciones necesarias para la prevención de accidentes. También en otros tiempos se ha tenido, y es el caso que, fundamentalmente debe atenderse a los choques eléctricos y las chispas o peligros de explosión que por ella puedan suceder.

Un gran número de factores estrechamente relacionados con la seguridad están involucrados en la transmisión y utilización de la electricidad, como son: diseño, instalación, dispositivos protectores, inspección, mantenimiento y adiestramiento.

La gente en general cree que los riesgos de choque eléctrico se deben al alto voltaje y no siempre se percatan de que es primordialmente la corriente la que mata y no el voltaje. Por consiguiente, las personas que laboran con equipo de bajo voltaje no siempre tienen a éste el mismo saludable respeto que al alto voltaje. No se dan cuenta que el factor central es la relación entre el voltaje con el cual se ha entrado en contacto y la resistencia del circuito del cual el cuerpo forma parte.

Si esa resistencia baja, el voltaje puede ser bajo y sin embargo suficiente para matar. Los fallecimientos debidos al circuito común eléctrico de 110 voltios son numerosos. A continuación trataremos principalmente los voltajes usados de ordinario en el alumbrado y en los circuitos de fuerza de las fábricas (110-220-440).

Una persona recibe un choque eléctrico siempre que cualquier porción de su cuerpo entre a formar parte de un circuito eléctrico por el cual pasa una corriente suficiente para causar molestia o algo peor. Una corriente eléctrica algo mayor de la que causa molestia simple, ocasiona una involuntaria contracción de los músculos, afecta o detiene el latir del corazón, paraliza la respiración o causa quemaduras. (1-210).

El camino que sigue la corriente eléctrica por el cuerpo puede ser local, como por ejemplo de dedo a dedo, de mano a mano, o bien a través del corazón o sistema nervioso central u otras partes del cuerpo, dependiendo mucho de qué parte o partes del organismo toca el conductor del fluido y la tierra. El choque puede provenir del contacto entre una porción cargada y el suelo o entre dos cargas de diferente polaridad o fase. La gravedad del daño ocasionado por el choque eléctrico será determinada por:

1. La cantidad de corriente que pase por el cuerpo.
2. El camino que siga la corriente a través del cuerpo.
3. Tiempo que permanezca la víctima formando parte del circuito.
4. Tipo de la energía eléctrica en cuestión.
5. Estado físico de la víctima.

La cantidad de corriente que pase por el organismo de la víctima, dependerá de:

1. Voltaje del circuito con el cual se halle en contacto.
2. Cualidades aislantes del lugar en que se encuentre en ese momento.
3. Resistencia de su piel o ropa, o de ambas.
4. Área de contacto con el conductor.
5. Presión del contacto con dicho conductor.

La corriente seguirá el camino de menor resistencia a lo largo del cuerpo o por su superficie, o una combinación de ambas cosas. La ropa húmeda puede ser una ruta de menor resistencia que la que pueda ofrecer el cuerpo, o bien parte de la corriente puede fluir por el cuerpo y otra por la superficie de éste.

La corriente directa suele considerarse que presente un riesgo menor de choque, en un voltaje dado, que la corriente alterna; pero como los arcos de la corriente directa son más persistentes que los de la alterna es probable que cause quemaduras más intensas.

3.4.3.1 Situación actual

Debido al crecimiento sin planificación de la fábrica, la adquisición y puesta es marcha de equipo, sin tener un previo estudio de la capacidad del sistema de energía es común que ciertos dispositivos de seguridad sean disparados automáticamente, esto debido a la sobre carga del mismo.

El sistema de distribución de energía eléctrica, no tiene un dispositivo de aterrizajes de corriente, el unico que cuenta con polos de tierra es la subestación de energía la cual es propiedad de la empresa eléctrica.

En cada uno de los paneles de control revisados no se observo que estos contarán con polos de tierra, y la estructura misma de la fábrica carece del mismo.

Debido a lo obsoleto de ciertos paneles de control, a veces se encuentra en el tablero de control que los fusibles, son remplazados por alambres, los cuales no se fundirán al paso de una sobre corriente, dejando expuesto el sistema al paso de grandes cantidades de energía.

Es común que ciertas herramientas que tienen disposición en su sistema de alimentación entrada de tierra física, hallan sido eliminados, esto dado la facilidad y conveniencia de poder ser utilizadas en cualquier toma corriente, sin que esté polarizado o tenga polarización.

Es recomendable hacer un estudio del sistema eléctrico en su totalidad, determinar la demanda de energía eléctrica en su totalidad y compararla con la capacidad instalada.

Se presentan a continuación algunos daños que son ocasionados por el mal uso de la energía eléctrica.

3.4.3.2 Causas de daños por bajo voltaje

Las causas de daños por bajos voltajes pueden ser resumidas como sigue:

1. Tocar partes cargadas.
2. Cortos circuitos.
3. Tierra accidental.
4. Sobrecarga.
5. Ruptura de conexiones. (1-213).

3.4.3.3 Herramientas eléctricas portátiles

Los accidentes y daños resultantes del empleo de este tipo de herramientas son frecuentes. Muchos resultan de no haber conectado a tierra el marco de metal del aparato. Un aislamiento defectuoso hará que dicho marco se cargue de electricidad con o cerca del potencial de línea, exponiendo a los trabajadores a sufrir un choque. A menudo el daño por choque es menor comparado al daño resultante de una caída de lo alto de una esralera o andamio a consecuencia del choque.

El empleo de herramientas portátiles y lámparas de extensión en estructuras de acero o tuberías, en calderas y tanques, o en otro tipo de tareas en que el operador se encuentra en buen contacto con la tierra, resulta sumamente peligroso a menos que se emplee un equipo protector adecuado o se proceda con discreción.

Un cable de tres polos destina dos de ellos a la energía y el restante es para establecer tierra. El conductor a tierra puede conectarse a ésta por medio de una abrazadera o bien los tres polos del cable pueden ser conectados a una clavija o contacto de tres puntas. El empleo de este tipo de clavija exige un sistema de instalación eléctrica y tierra especiales, así como unos contactos para colocarlas.

Debido al uso frecuente y el mal manejo del equipo portátil, pueden hacerse necesarias frecuentes pruebas de resistencia del aislamiento.

Reglas sencillas a seguir:

1. No se trate de adivinar si un circuito tiene o no corriente. Considérese todo circuito como vivo hasta que no se demuestre otra cosa.
2. Utilícense los instrumentos apropiados para probar los circuitos.
3. Nunca se toque el alambre de un circuito a menos que se sepa bien que no lleva corriente.
4. Úsese equipo de seguridad cuando sean necesario, como guantes de goma, tenazas de fusible, herramientas aisladas, etc.
5. Asegúrense con algún cierre los interruptores eléctricos abiertos y colóquense marbetes de aviso antes de trabajar en circuitos eléctricos, a fin de que nadie se acerque a ellos mientras se labore en los mismos. Antes de cerrar un interruptor, cerciorarse de que no haya nadie trabajando en el circuito.
6. Úsense señales de peligro y limitense con un cable las áreas peligrosas.

En los lugares en que se utilizan o almacenan los productos inflamables resulta necesario eliminar todas las fuentes potenciales de incendio. Por ejemplo: la pintura con pistola se debe de realizar generalmente en un lugar de la planta aislado del resto de la misma, y está operación debe estar protegida por un adecuado sistema mecánico para la evacuación de gases, además de otras precauciones. Es necesario la reglamentación de "no fumar" o "prohibido fumar", sea estrictamente aplicada para estos lugares en especial.

El equipo eléctrico, en cualquier lugar en que estén presentes vapores inflamables, también puede constituir una fuente de incendio, debido al arco que se produce cuando se cierran o abren contactos eléctricos, a menos que el dispositivo haya sido diseñado especialmente. (2-338)

Debe prestarse gran atención a los lugares de almacenamiento de los líquidos inflamables, los cuales deberán estar localizados de preferencia fuera de los edificios. Esto limitará la extensión del daño en caso de incendio. La superficie interior debe estar provista con un medio adecuado de ventilación para evitar la acumulación de gases y la formación de mezclas explosivas.

Esta ventilación se logra evacuando al aire los gases del lugar cerrado. Los orificios de salida se colocan con frecuencia al nivel del piso, ya que la mayoría de los vapores inflamables son más densos que el aire y caerán hacia el suelo, pero puede resultar necesario usar en forma suplementaria salidas en el techo, ya que las corrientes de aire caliente pueden llevar los vapores hacia la parte alta.

Con el fin de limitar el daño a las habitaciones en las que hay posibilidades de explosión de productos inflamables, debe disminuirse la fuerza de la explosión usando una construcción ligera en muros y techos. De esta manera, la presión de la explosión forzará hacia el exterior las secciones ligeras del recinto, sin causar daño a las partes estructurales del edificio. Constituye una adaptación de este principio la "ventana para ventilar explosiones", la que ha sido diseñada para abrirse hacia afuera cuando se ve expuesta a presiones. Para finalizar hay que tener cuidado con los derrames y las tuberías de salida deben de conducir a tanques de recuperación o almacenamiento, no verter los derrames al drenaje común, para prevenir explosiones ocasionadas por temperaturas excesivas. (2-422,423).

3.4.5 Riesgos con aire comprimido

3.4.5.1 Situación actual

Actualmente, el lugar donde se encuentran ubicados los sistemas de aire comprimido, esta al aire libre y no se cuenta con guardas de seguridad para los compresores.

Dada la naturaleza del trabajo que se realiza en la planta, es común observar a los operarios retirar polvo o virutas de madera de sus vestimentas o cabellos con el aire comprimido, sin saber el riesgo que corren debido al mal uso de este.

Las tomas de aire comprimido no cuentan con sus respectivos manómetros que indiquen cual es la presión de salida que se tiene en esa toma. Esto es

sumamente necesario, debido a que se manejan distintas presiones según sea el proceso para el cual esta destinado el aire comprimido.

3.4.5.2 Propuesta para la mejora

En nuestra industria es común el uso del aire comprimido para distintos procesos, sin embargo lo más usual y peligroso es que se utilice como medio para quitar virutas, polvo y suciedades que se le adhieren a los trabajadores cuando están desempeñando distintos procesos industriales.

Debe de mantenerse en las distintas salidas llaves de control y manómetros que indiquen la presión de aire con la que se está laborando, como generalmente el aire es proporcionado por compresores se recomienda que estos se mantengan en óptimas condiciones como, eliminar el agua que se forma en los depósitos de presión, tener un plan de mantenimiento para el motor, mantener los manómetros en buenas condiciones.

Y finalmente es obligado el hecho de no jugar con el aire comprimido pues puede ser el origen de accidentes graves que puedan hasta causar la muerte. Hay que tener en cuenta que las mangueras, pistolas y todo el equipo de aire comprimido deben de estar en óptimas condiciones.

3.4.6 Cuarto de calderas

3.4.6.1 Situación actual

Como medida de seguridad, solo debe de permitirse el acceso a personas que realicen labores de inspección y a los operarios del equipo.

Se debe de contar con las personas idóneas en el manejo de este equipo y capacitarlos en cuanto a las medidas que deben de tomar en caso de emergencia.

El equipo de vapor es por combustión de sólidos, y presenta grave peligro ya que la mayoría de sus accesorios de trabajo se encuentran en condiciones deficientes; por mencionar diremos que los manómetros para determinar su presión de trabajo se encuentran sumamente dañados, el acceso a la caldera es sumamente difícil, debido al apilamiento de madera para la alimentación de la misma.

El lugar donde se encuentra localizada la caldera, no cuenta con un sistema de iluminación artificial adecuado y mucho menos con un sistema de emergencia.

Es necesario adquirir asesoría de personas con conocimientos en la materia para determinar el estado de la misma y los riesgos que presenta.

3.4.6.2 Propuesta para la mejora

El sistema debe de estar dispuesto de tal manera que el equipo esté accesible. Las válvulas, por ejemplo, deben estar localizadas de forma que su operación, o las reparaciones necesarias, puedan ser realizadas con facilidad; las plataformas deben estar a una altura que facilite la apertura y el cierre de las conexiones mediante válvulas, la vigilancia de los niveles, etc.

Los pasillos peldaños y escalas deben ser construidos en hierro o acero, con superficies antideslizantes en aquellas partes sobre las que se camina. La iluminación general debe ser la suficiente para cubrir los rincones oscuros, pero deben instalarse luces suplementarias y contrastes en la pintura de modo que se logre en este factor la mayor comodidad posible.

Los pasillos o rutas de acceso deben estar bien iluminados, de forma que cualquier material extraño o cualquier objeto indebido puedan ser observado fácilmente, como salvaguarda contra tropezones o resbalones.

Tales equipos y sectores como los niveles de agua, la parte alta de la caldera, los pisos operativos y los paneles de control, así como las salidas y los pasadizos, deben estar equipados con un sistema auxiliar de iluminación independiente del sistema normal de la planta, y que actúe automáticamente cuando el circuito de la planta quede interrumpido. Deberá igualmente proveerse un número suficiente de dispositivos apagafuegos de primera instancia. (2-384).

3.4.7 Resguardo de máquinas

3.4.7.1 Situación actual

En algunos aspectos las máquinas que el hombre ha creado son poderosos elementos transmisores de fuerza, por lo cual en muchos casos hay que mantenerse alerta ante ellas. Olvídelas, y el poder potencial de la máquina industrial podrá causarle daños penosos y súbitos.

En el área de aserraderos hay localizadas grandes máquinas las cuales no cuentan con la debida protección por lo cual es necesario la implantación de sistemas y guardas de seguridad.

Como medida de seguridad solo debe de permitirse el ingreso a esta área a personas que tengan conocimiento de la maquinaria que se utiliza.

Es necesario crear las guardas según sea el requerimiento necesario, tomando en cuenta los diseños especiales y su clasificación.

3.4.7.2 Propuesta para la mejora

Las fuentes más comunes de riesgos mecánicos son las partes en movimiento no protegidas: puntas de ejes, transmisiones por correa, engranajes, proyección de partes giratorias, transmisiones por cadena y piñón, cualquier parte componente expuesta, en el caso de máquinas o equipos movidos por algún tipo de energía y que giren rápidamente o tengan la fuerza suficiente para alcanzar al trabajador (su ropa, dedos, cabello, etc.) atrayéndolo a la máquina antes que pueda liberarse; puntos de corte, en los que una parte en movimiento pase frente a un objeto estacionario o móvil con efecto de tijera sobre cualquier cosa cogida entre ellos, es decir entre la parte cortante en movimiento y la segunda parte; cualquier componente de máquina que se mueva con rapidez y con la energía necesaria para golpear, aplastar o de cualquier otra manera producir daños al trabajador.

Esto exige, en general, que el lugar peligroso esté adecuadamente protegido, apantallado, cerrado o cubierto en cualquier otra forma, de tal

modo que ninguna persona pueda distraídamente ponerse en contacto con el punto de peligro.

Los requisitos básicos para una protección mecánica son los siguientes:

1. Debe ser lo bastante resistente, para que no pueda sufrir daños por causas externas o causar interferencia en la operación de la máquina. Cualquiera de estas posibilidades necesitará probablemente que el operador quite la protección y no se preocupe de hacerla reparar para volverla a colocar en su lugar.
2. Debe permitir la fácil realización de las tareas de mantenimiento, sin necesitar un trabajo excesivo para desmantelar y volver a instalar la protección, o en caso contrario se observará una tendencia a omitir estas instalaciones.
3. Debe estar montada en forma adecuada. El montaje debe ser rígido, para evitar vibraciones desagradables, o interferencia con partes en movimiento. El montaje, por otra parte, debe ser lo suficientemente resistente para que no sufra fallas como consecuencia del uso.
4. Debe ser diseñado de forma que no incluya partes desmontables, las que al ser eliminadas y no reemplazadas limiten la efectividad de la protección.
5. Debe ser fácil de inspeccionar, pudiendo establecerse un procedimiento de mantenimiento como parte del mantenimiento general del taller, asegurándose así de la continuación en su eficacia.

Es esencial diseñar con gran cuidado las protecciones. Una protección incompleta puede ser más riesgosa que el no contar con protección en absoluto. El trabajador puede reducir sus precauciones con una máquina que cree que está perfectamente protegida, y ser víctima de su propia confianza.

En general, las partes en movimiento son consideradas como riesgo cuando pueden ser alcanzadas lateralmente, por encontrarse a 7 pies (2.1 m.) o menos sobre la superficie del piso. Se cuenta con especificaciones para la construcción de estos dispositivos de protección, con objeto de lograr que sean, por una parte fuerte y efectivamente protectores. En general se recomienda que las armaduras sean hechas de:

1. Tubo de metal de 1 1/4 pulgadas (38 mm) de diámetro interior.
2. Angulo de hierro 1 1/4 (38 mm) x 1/8 (3.2 mm).
3. Construcción metálica de una resistencia equivalente. Sin embargo, donde puedan utilizarse otros soportes, la armadura podrá ser de una construcción más ligera:
 - a. Tubo de metal de 3/4 de pulgada (19 mm) del diámetro interior.
 - b. Angulo de hierro de 1x1x1/8 de pulgada (2.54 x2.54 x3.2 mm).
 - c. Construcción metálica de una solidez equivalente. Los soportes pueden ser rígidos, unidos con firmeza a la máquina o a la estructura del edificio y espaciados tres pies o fracción (0.9 o fracción) de la altura de la guarda.

En el caso de guardas que tengan una superficie total de menos de 10 pies cuadrados (0.9 m²) y menos de 76 centímetros de altura, la armadura puede ser:

1. Varilla sólida de 3/8 de pulgada (9.5 mm) de diámetro.
2. Angulo de hierro de 3/4 x 3/4 x 1/8 pulgada (9.6 x 9.6 x 3.2 mm).

En cualquiera de los casos, los requisitos de la armadura son especificaciones mínimas. En los lugares donde existe la posibilidad que la protección sea golpeada por equipo móvil, o allí donde puede gastarse o dañarse rápidamente, deberá ser construida con material más pesado; por supuesto, allí donde la madera sea más conveniente como material (por ejemplo en talleres de carpintería, operaciones en las que hay presentes corrosivos para los metales y casos análogos) la madera debe estar sin astillados o nudos sueltos, bien cepillada y de no menos de una pulgada (2.54 cm) en dimensión transversal (medida del tablero sin cepillar) y con las esquinas redondeadas.

El material de relleno que habrá de quedar asegurado a la armadura deberá unirse como sigue:

1. Por soldadura de puntos, a intervalos de cuatro pulgadas (10 cm).
2. Mediante el uso de remaches o tornillos con tuerca a intervalos de 12.5 cm o menos (5 pulgadas).
3. En el caso de relleno con rejilla: tejiéndola a través de perforaciones practicadas en la armadura.
4. Por arrollamiento a la armadura de varilla, cuando se usa rejilla de 3/4 de pulgada (9.6 mm) calibre 14, o más pesado. (Salvo en los casos en que la rejilla sea de tipo diamante o cuadrado con separación de 3/4 de pulgada (9.6 mm) o más pesada, con alambre calibre 14 o más pesado, los alambres deberán unirse firmemente mediante soldaduras. O galvanizados en los puntos en que se cruzan).

Es preferible que las superficies de los paneles no exceda de 12 pies cuadrados (1.10 m²) en superficie.

La protección debe ser lo bastante sólida como para soportar su peso en caso de una caída.

Ciertas partes de los equipos industriales se reconocen en general como peligrosos probables y requieren, por tanto, precauciones especiales para su protección. En general una guarda tipo barrera será necesaria en los casos en que por ejemplo, el personal deba protegerse contra la posibilidad de ser alcanzado por la máquina o entre partes de la misma que se muevan con gran fuerza, o ser protegidos igualmente por objetos que vuelen, se deslicen o caigan. (2-428,473,491).

3.5 Protección personal

Aun cuando lo fundamental en cualquier esfuerzo en pro de la seguridad es modificar el ambiente físico, para hacer imposible que hechos no deseados se produzcan, en ocasiones es necesario, por razones económicas o de conveniencia, salvaguardar al personal, equipando a éste en forma individual con equipo protector personal especializado.

Por ejemplo, en un taller sería conveniente suprimir todas las fuentes que originan el vuelo de partículas, para reducir a cero la posibilidad de lesiones en los ojos, o por lo menos reducirlas hasta un

grado insignificante. Sin embargo, en muchas situaciones reales en los talleres resulta o demasiado costoso o no inmediatamente práctico realizar en forma satisfactoria este propósito.

Puede ser entonces necesario proteger los ojos del personal del taller mediante el uso del equipo adecuado. En otros casos resulta prácticamente imposible idear un procedimiento seguro de trabajo que garantice no haya probabilidades que se produzcan lesiones evitables.

Se reconocerá que el uso del equipo protector personal es una consideración importante y necesaria en el desarrollo de un programa de seguridad. Sin embargo, como hasta cierto punto es necesario depender del equipo protector personal, en ocasiones existe la tentación de emplearlo sin intentar previamente investigar en forma escrupulosa los métodos posibles para corregir la situación peligrosa.

El ingeniero de seguridad o el encargado de la misma con experiencia encontrará casos frecuentes, por ejemplo en las fábricas o talleres donde se emplean solventes tóxicos en cantidad suficientemente grande como para hacer razonable la instalación de un sistema de evacuación de los gases, pero en los que los empleados son equipados con respiradores como medida de control. La responsabilidad para mantener la seguridad en tal caso se ha cumplido de una manera mínima, pero las medidas de control no pueden considerarse como adecuadas.

Los trabajadores no ven con gusto, por su incomodidad, el empleo de dispositivos de protección personal. En consecuencia este equipo puede ser alterado por sus usuarios, tratando de obtener un ajuste más satisfactorio, lo que se puede traducir en un empeoramiento de la efectividad del aparato. Como resultado no se obtiene la protección máxima que el equipo podría suministrar. (5-54).

3.5.1 Situación actual

Al hacer un análisis de la situación actual en la empresa podemos decir que el equipo utilizado para la seguridad personal del trabajador, no llena los requisitos mínimos.

Mascarillas para la protección del sistema respiratorio no adecuadas, estas son de tela o papel, las cuales filtran en cantidades mínimas el polvo y son totalmente inservibles en el área de pintura.

En el área de pintura dada las características de las sustancias que se utilizan es necesario dotar al personal con equipos de respiración de cartuchos químicos reemplazables, los cuales son los indicados en estos casos.

No se cuenta con equipo de protección para los ojos, lo cual es sumamente necesario en las tres áreas de nuestra planta pero sobretodo en el área de pintura y de maquinado.

La protección del sistema auditivo, se encuentra restringida únicamente a la utilización en algunos casos de tapones para los oídos, los cuales si bien es cierto disminuyen la cantidad de ruido que llega al oído,

no es suficiente, ya que se necesita de dispositivos especiales.

A continuación se presenta una serie de datos de equipo de protección personal, el cual se adquirirá según sea el proceso al que será destinado.

3.5.2 Propuesta para la mejora

Se determina el uso del equipo de protección según sea el área de trabajo, dándose las recomendaciones de los adecuados y sus usos.

3.5.2.1 Protección de los ojos

La protección en los ojos es recomendada en el área de maquinado, lijado, pintura, talleres de mantenimiento.

3.5.2.1.1 Area de maquinado y lijado.

Dado que en el área de maquinado, existe la posibilidad que los ojos sean golpeados por objetos duros, pequeños, partículas volantes (serrín), etc. se recomienda la utilización de gafas de tapadera, las cuales tienen una cubierta de plástico, la cual queda situada a una cierta distancia de los ojos, permitiendo al usuario el empleo de gafas correctoras, o filtros, por debajo de la protección.

Estos son resistentes al impacto y a la erosión, adecuadas para el trabajo en madera, pulido y otras operaciones ligeras que pueden dar lugar a que vuelen pequeñas partículas. Puede conseguirse plástico de color para su uso en operaciones donde la luz del sol es muy fuerte, o donde hay exceso de iluminación.

3.5.2.1.2 Area de pintura.

Para la protección de los ojos en el área de pintura se recomienda en uso de lentes contra vapores químicos.

Estos lentes están moldeados en una armadura de goma que se acomoda al contorno de la parte superior de la cara. No cuentan con ventilación, y las gafas por lo tanto, ofrecen protección contra gases, humos o vapores; para reducir el empañado de los vidrios, este tipo está con frecuencia equipado con una copa de agua interconstruida para cada lente. El usuario elimina el empañado inclinando la cabeza, y haciendo que el agua caiga sobre los lentes.

3.5.2.1.3 Area de mantenimiento y talleres

Aquí, en el área de mantenimiento donde se utiliza equipo como: soldadura eléctrica, esmeriles, soldadura de coxiacetileno. Se recomienda el uso de lentes según sea el trabajo por realizar.

Soldadura eléctrica.

Se utilizan lentes antirresplandor (energía radiante), según sea el caso, siguiendo las especificaciones presentadas a continuación:

Tono 5, para operaciones por punto eléctrico.

Tono 6, utilizado para las operaciones de soldado con arco hasta 30 amperios.

Tono 8, recomendado para el soldado con arco en el rango de los 30 amperios sin exceder los 75.

Tono 12, especificado para operaciones de soldado con arco, en el rango de 200 amperios sin exceder los 400.

Tono 14, para soldadura con arco, donde se exceden los 400 amperios.

Soldadura con oxiacetileno.

También es fuente de energía radiante, donde se utilizarán lentes de las siguientes características:

Tono 5, operaciones de corte y soldado con gas ligero.

Tono 6, operaciones de corte con gas.

Esmeriles, desbastado o pulido de piezas.

Para las siguientes operaciones se recomiendan la utilización de lentes de policarbonato, los cuales tienen la cualidad de ser resistentes a los rayones y permiten una visión de gran claridad y una efectiva protección.

Quando éstos están bien colocados sirven para cualquiera de las operaciones antes mencionadas, menos donde hay exposición a gases tóxicos o irritantes.

3.5.2.2 Protección de la cara y ojos

3.5.2.2.1 Área de mantenimiento y talleres

La protección de cara y ojos se recomienda en el área de mantenimiento, donde se utiliza equipo de soldadura eléctrica. Las especificaciones pueden exigir que el plástico sea no inflamable, y que sus superficies no presenten resistencia a las ralladuras durante un empleo normal.

Los cascos de los soldadores son una protección especial contra el salpicado de metales fundidos, y contra la radiación producida por las operaciones de soldado. Estos cascos deberán ser fabricados con materiales que aislen contra el calor y la electricidad, y que no ardan fácilmente.

Las pantallas deben de cubrir en su totalidad la cara por ambos lados, para que también las orejas estén protegidas. (2-490).

3.5.2.3 Protección de los dedos, las manos y los brazos

3.5.2.3.1 Área de maquinado

Por la aparente vulnerabilidad de los dedos, las manos y los brazos, con frecuencia se necesita usar equipo protector.

Los fabricantes ofrecen una amplia variedad de tales equipos, adecuados para muchas operaciones especializadas, pero el tipo más común es

el guante, o alguna adaptación del mismo.

En general, los guantes no se aconsejan en el caso de operadores que trabajen en máquinas rotativas, porque hay la posibilidad que el guante sea cogido en las partes giratorias, forzando así la mano del trabajador al interior de la máquina.

Los guantes tienen una gran aplicación en la industria pero se debe de tomar en cuenta, a la hora de la elección de estos el tipo de operación para la que fueron diseñados, el área de trabajo en la que se empleará y las características propias de cada uno de ellos.

La protección normal de los pies utilizada en la industria es el zapato "de seguridad", con puntera metálica. Las especificaciones correspondientes a este zapato han sido recomendadas por el American National Standard Institute.

Dichas normas especifican un zapato de construcción fuerte y sólida, con protección de acero en la parte de los dedos, y provista de rebordes que se apoyen en la suela del zapato. Debe resistir carga estática y una carga de impacto. Los zapatos con puntas de seguridad metálicas son fabricados para una amplia variedad de situaciones de trabajo.

éstos están hechos de metal de calibre grueso, con costillas, y cubren con metal corrugado el pie, desde la punta hasta el tobillo. Las especificaciones de estos protectores indican que deben resistir el impacto de un objeto de por lo menos 300 libras que caiga de una altura de un pie, cuando el reborde de la protección esté apoyado sobre una superficie firme y plana, sin sufrir una deformación tal que el pie pueda resultar lesionado. (2-491).

3.5.2.4 Protección contra el ruido

La protección contra el ruido será en el área de maquinado principalmente, ya que es aquí donde se encuentran las cepilladoras, lijadoras, sierras, etc.

3.5.2.4.1 Área de maquinado

En esta área donde el nivel de ruido llega hasta los 115 decibeles, (dato proporcionado por la empresa, maquinaria funcionando en conjunto). Es necesario proporcionar al personal equipo de protección para el sistema auditivo.

La protección contra los ruidos perjudiciales que excedan los niveles de exposición al ruido permitidos (reglamento OSHA 1910.95) se realiza de preferencia reduciendo el ruido en su propia fuente. Esto exige, en general, la aplicación de ingeniería que elimine o reduzca el sonido eliminando su causa, o reduciendo los efectos de su transmisión, mediante barreras adecuadas al ruido.

Los dispositivos para la protección del oído no pueden reducir el sonido que llega al oído interior en más de aproximadamente 50 dB (decibeles). A continuación se presentan los dispositivos más comunes para la protección contra el ruido.

1. **El tapón.** Puede ser moldeado en hule suave, materiales plásticos duros, conformados para acomodarse al canal auditivo del usuario, o con materiales moldeables que el usuario puede ajustar a sus propios canales auditivos. Pueden igualmente estar compuestos por metales y hules suaves, con unas válvulas diseñadas para cerrarse cuando la presión del sonido es muy elevada.

2. **La almohadilla o "dona".** éstos son dispositivos que se mantienen en posición sobre las orejas por medio de bandas que cruzan la cabeza, y pueden estar fabricados en hule, kapok, o con metal y hule, con variaciones en su diseño para discriminar contra determinadas frecuencias sonoras.

Un factor que afecta la eficacia de los dispositivos protectores del oído es la amplia variación en tamaño y forma del oído humano. Un mismo protector del oído puede tener formas muy diferentes de acuerdo con su uso en diferentes oídos.

Dado lo mencionado anteriormente, se recomienda la utilización de la almohadilla o dona, la cual protege el oído, tanto en su parte interna como externa.

En la siguiente tabla se presentan los valores que la OSHA determina como máximos permisibles a la exposición de ruido:

CLASIFICACION	DECIBELES	EJEMPLOS
Ensordecedores	130 - 140	Límite del dolor.
	120	Umbral de sensación. Truenos artillería, orquesta de rock con instrumentos electrónicos.
	110	Remachador industrial.
	100	Industria textil.
Muy intensos	90	Interior de un bus motorizado, fábrica ruidosa, camión sin escape.
	80	Sirena de policía, oficina ruidosa.
Intensos	70	Ruido callejero, radio volumen medio oficina con máquina de escribir.
	60	Fábrica promedio, hogar ruidoso, conversación normal a un metro.
Moderados	50	Oficina promedio, conversación promedio.
	40	Radio a bajo volumen, hogar tranquilo, oficina privada, zonas residenciales tranquilas en horas de la noche.

Débiles	30	Auditorio promedio, conversación en voz baja.
	20	Susurro de las hojas de los árboles.
Muy débiles	10	Cuarto a prueba de ruido, umbral de audibilidad.

La OSHA, recomienda que la exposición a ruido por encima de 90 dB, sea mínima o bien que se utilice equipo de protección. El daño al sistema auditivo, puede ser parcial o total, por lo cual hay que tomar en cuenta estas recomendaciones. (2-491).

3.5.2.5 Equipo respiratorio protector

El equipo de respiración protector será necesario para el área de lijado, así como para el área de pintura, donde se presenta mayores riesgos a la salud del trabajador.

En donde los procesos industriales crean contaminantes atmosféricos que pueden ser peligrosos para la salud de los trabajadores, la primera consideración debe ser siempre la de aplicar medidas de ingeniería para controlar los contaminantes.

3.5.2.5.1 Área de lijado

Para el área de lijado, donde el mayor problema son las partículas suspendidas, se recomienda el uso de respiradores del tipo de filtro mecánico con filtros respiradores de polvo.

El dispositivo está cubierto por una máscara que cubre la boca y la nariz, y a la cual se une un elemento de filtro en forma de bolsa, cilindro, o disco, dispuesto de tal manera que el aire que va a ser respirado debe pasar a través de la sustancia filtrante.

Eliminan los contaminantes contenidos en el aire bajo la forma de partículas de materia, atrapándolas físicamente, o mediante atracción electrostática, a medida que el aire pasa a través del filtro al ser respirado. La eficacia del filtro está, determinada por la cantidad de contaminante que logra pasar a través del mismo.

A medida que se utiliza el filtro, se retiene en él una cantidad creciente contaminante, que ayuda a bloquear cantidades adicionales que en condiciones ordinarias hubieran pasado a través de un filtro limpio o nuevo hacia la zona de respiración del usuario. Aun cuando la eficiencia del filtro aumentará en cierta medida según es utilizado, también ocurre que el aumento de los contaminantes atrapados por el filtro incrementa su resistencia a la respiración. El filtro debe por lo tanto, ser descartado cuando la respiración se hace laboriosa o incómoda.

El respirador de filtro mecánico, dotado con respiradores o filtros de polvo, protegen contra polvos que causan neumoconiosis, tales como el asbesto y la sílice libre, y polvos perjudiciales tales como el carbón, harina, yeso, madera, aluminio, cal y cemento; polvos tóxicos que no sean evidentemente más tóxicos que el plomo, tales como: manganeso, arsénico, cromo, selenio, cadmio, vanadio y sus compuestos.

3.5.2.5.2 Área de pintura

Para el área de pintura se recomienda la utilización de respiradores con cartuchos químicos.

Estos pueden ser considerados como mascarar de gas de baja capacidad. Están formados por una máscara que se acopla a la boca y a la nariz del usuario, y a la que está directamente unido un pequeño filtro reemplazable formado por un cartucho químico.

Estos respiradores están dedicados a un empleo en atmósferas que puedan ser respiradas sin protección, aunque en tal caso causen incomodidad o envenenamiento crónico cuando sean respiradas durante períodos prolongados o repetidos (por lo menos siete horas al día).

Los empleos más comunes de este tipo de equipo protector, es en la exposición a vapores de solventes, pintura, tales como el revestimiento por rociada, desengrasado, limpieza en seco.

4. INSTRUCTIVO SOBRE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

4.1 Introducción

La prevención, protección y control de incendios se consideran a veces como aspectos separados y distintos de las actividades de rutina para la prevención de accidentes, desarrolladas en la industria. Quizá pudiera justificarse este enfoque si se piensa que las pérdidas causadas por los incendios sólo afectan a la propiedad; pero la verdad es que son una fuente de graves daños a las personas. En vista de ello, la prevención y control de incendios debe ser parte de todo programa de seguridad en la fábrica. (2-599).

Los cálculos que se realizan solo de destrucción directa, no incluyen las numerosas pérdidas indirectas que siguen o son consecuencia de los incendios de cierta importancia, a saber: interrupciones en los negocios, pérdidas de salarios por los trabajadores, pérdidas de mercado, gastos públicos causados por combatir el fuego, etc. Cálculos conservadores asignan a estas pérdidas indirectas un valor no menor del doble del costo directo, y lo más probable es que sea todavía bastante mayor.

Toda empresa debe contar con equipo extinguidor del fuego, y la organización y adiestramiento de trabajadores para que puedan combatir y controlar los incendios en sus primeras fases.

Aun cuando muchas ramas de la industria encaran problemas especiales en el renglón de la prevención y control de incendios, debido a la naturaleza de los materiales que manejan y procesan, y de las operaciones que realizan, la gran mayoría de los incendios en las fábricas se deben a riesgos y causas comunes a todas las ramas industriales. Virtualmente todos estos riesgos pueden eliminarse o controlarse.

Puede afirmarse como factible, que las pérdidas son evitables mediante el empleo de métodos ingenieriles adecuados y una reglamentación que permita el pronto descubrimiento y extinción de todo conato que pueda surgir a pesar de las providencias que se tengan tomadas para evitarlos. Puede decirse que algunos incendios, muy pocos, son prácticamente imprevisibles; pero la inmensa mayoría se deben a deficiencias humanas.

Debe entenderse que los pasos completos a seguir para la prevención y control de los incendios son muchos. En general deben prestarse consideración especial a temas tales como los del equipo y alambrado eléctrico, el manejo y almacenamiento de líquidos inflamables y otros combustibles, el diseño (seguro) correcto, y el adecuado manejo del equipo que genere calor o utilice combustible en su operación, y las prácticas seguras de trabajo en las tareas en que se emplee el calor (por ejemplo la soldadura), o en donde se utilicen sustancias inflamables (por ejemplo, la pintura con pistola).

4.1.1 Definición de terminos

Temperatura aparente de ignición, es la temperatura que se necesita para comenzar o dar lugar a una combustión con suficiente intensidad como para que dicha combustión continúe aun después de separar la fuente de calor.

Combustión, es un cambio químico acompañado por la producción de calor y luz. Teniendo en cuenta que la combustión tiene normalmente lugar en condiciones atmosféricas normales, y se traduce en la unión violenta de la substancia en combustión con el oxígeno, el proceso se denomina en ocasiones "oxidación".

Margen explosivo, es el referente a las concentraciones máxima y mínima expresadas en un porcentaje del volumen de un vapor o polvo inflamable en el aire, lo que debe existir dentro de límites definidos superiores e inferiores, para que el vapor o el polvo puedan arder cuando son expuestos a una fuente de combustión.

Entre los límites máximo y mínimo del margen explosivo se encontrarán varias fases de combustión lenta y rápida.

Punto de ignición, es la temperatura más baja de un líquido en la cual se vaporizará lo suficiente para formar una mezcla con el aire capaz de entrar en combustión al ser encendida.

Las pruebas al respecto se hacen en general calentando el líquido que se prueba en una vasija (abierta o cerrada), en condiciones prescritas, hasta que la cantidad suficiente de vapor se hace explotar al ser expuesta a una fuente de encendido.

Como estos límites varían según se emplee el método de vasija "abierta" o "cerrada" en los ensayos, deberá indicarse cuidadosamente cuál de los dos métodos fue el empleado. La temperatura del punto de combustión no indica que la evaporación no tenga lugar por debajo de la temperatura de dicho punto; quiere decir que bajo las condiciones de la prueba el vapor se desprende lo suficientemente libre hasta formar una mezcla que arderá con el aire contenido en la propia vasija de prueba.

La combustión espontánea, se produce como consecuencia de un desarrollo gradual del calor generado por cambios químicos. Por ejemplo, los trapos empapados de aceite de linaza arderán en ocasiones, sin necesitar la presencia de una fuente externa de encendido ya que el aceite tiene la propiedad de combinarse con rapidez con el oxígeno del aire (oxidación) produciéndose calor como consecuencia de esta combinación.

Si el calor desprendido llega a la temperatura de encendido de los trapos, éstos arderán, sin que esté presente ninguna fuente independiente que los haga arder.

4.2 Puntos criticos sobre causas de incendios

Este principio se refiere a las medidas que son necesarias para reducir al mínimo las posibilidades de que tenga lugar un incendio. Abarca primordialmente, la disposición y trazo, construcción, control de

operaciones, conservación y eliminación de prácticas no seguras, así como en un aspecto más positivo, el desarrollo de un máximo de seguridad y comportamiento adecuado.

4.2.1 Situación actual

En esta industria se utiliza como materia prima la madera, hay que tomar en cuenta que su temperatura de ignición y arder se puede lograr con un contacto prolongado y continuo con tuberías de calefacción a vapor.

A temperatura bastante inferior a la de ignición de la madera, puede darse que este material cambie a una forma de carbón, cuya temperatura de ignición sea lo suficientemente baja para que pueda arder a causa de la tubería de calefacción.

En las áreas en las que se utilizan distintos solventes o productos químicos a presión, para acabados finales, hay que tomar en cuenta que la explosión es un riesgo latente, aunque se cuente con sistemas mecánicos de extracción de vapores.

Las causas pueden ser chispas ocasionadas por los arcos que forman el sistema eléctrico del alumbrado o cuando se utilizan máquinas que estén próximas al lugar donde se están utilizando dichos productos químicos.

Entre los puntos críticos donde se pueden iniciar incendios están el área de pintura, el área de estibamiento de la madera, el área de aserraderos, los hornos de secado, etc.

4.2.2 Propuesta para la mejora

Para mejorar las condiciones actuales en cuanto a los puntos críticos de incendio, se hizo una identificación y evaluación de los mismos, esto en base al riesgo que cada uno de ellos presenta y la probabilidad de ocurrencia.

En la identificación de los mismos se le debe de dar mayor prioridad al área de estibamiento de la madera; ya que aquí es depositada luego de pasar por los hornos de secado.

En esta área, se cuenta con un sistema de dispositivos fijos contra incendios (hidrantes), pero estos no tienen mangueras para la sofocación de los mismos. Esta área es la de mayor riesgo, ya que se encuentra próxima a los hornos de secado y al área donde se encuentra la generación de vapor.

Se deben colocar rociadores de agua automáticos, los cuales funcionen ante un incremento de la temperatura. Se deben de restablecer las mangueras y colocarlas en sitios donde estén resguardadas, así como implementar un plan de mantenimiento de las mismas, y del sistema de hidrantes.

Otro tema a tratar será el área de aserraderos. Aquí se carece en su totalidad de hidrantes y sistemas para la sofocación de incendios. Se debe de colocar un sistema de hidrantes con sus respectivo equipo.

En los hornos de secado no se presentan mayores problemas, lo que se recomienda es mantener en buenas condiciones los termostatos indicadores de

temperatura. Control en el tiempo de secado de la madera, no excediendo el tiempo de permanencia, debido a que puede provocar ignición.

4.3 Normas preventivas contra incendios

Entre las normas preventivas contra incendios se pueden enumerar las siguientes:

1. Cerillas y fumar.
2. Instalaciones y aparatos eléctricos.
3. Fuego abierto y chispas.
4. Líquidos inflamables.

1. Cerillas y fumar

El primer paso que debe dar el ingeniero en seguridad o el encargado de la misma, es el estudiar los lugares dentro de la fábrica y terrenos propios adyacentes, susceptibles de que se inicie en ellos fuego.

En estas áreas deberá prohibirse el fumar y en tal virtud se fijarán en ellas avisos en tal sentido; pero es de todo punto necesario una vez que se hayan fijado, se obligue a la gente a acatar la disposición, la cual será observada al pie de la letra tanto por supervisores y ejecutivos, como por el presidente mismo de la empresa y visitantes, además, claro, de los trabajadores.

En fábricas que presentan mucho riesgo o cuyas operaciones son peligrosas, puede ser aconsejable y quizá hasta absolutamente necesario, el prohibir que se lleven cerillas o encendedores de cigarrillos en las zonas consideradas como de "no fumar" o hasta en la totalidad de la fábrica.

Una revisión de los bolsillos de quienes entran a esas fábricas constituye una medida de rutina en ellas y no cabe duda que ha contribuido mucho al espléndido récord que en materia de prevención de incendios y explosiones ostentan. Si todos los trabajadores entendieran bien la necesidad de una disposición así, de seguro serían los primeros en colaborar de buena gana al cumplimiento de la misma.

Conviene hacer ver a todos y cada uno de los empleados, que un solo descuido en este aspecto puede significar una catástrofe con la pérdida probable de vidas, también de la desaparición de la fuente de trabajo.

La misma restricción debe existir en áreas donde puedan concentrarse vapores o polvos altamente inflamables o explosivos, como sucede en las refineries de petróleo, silos, fábricas de pinturas, esmaltes, barnices, etcétera. Aun cuando pudiera parecer que los locales en que se almacenan materiales riesgosos envasados en tanques, latas, barriles u otros receptáculos cerrados, no presentan gran cosa de peligro, el número de incendios y explosiones ocurridos en esos sitios, habla elocuentemente en contrario.

A veces resulta difícil que los trabajadores se percaten de la existencia de fugas ocultas que pasan inadvertidas por algún tiempo; o bien en el almacenamiento o manejo de los receptáculos alguno puede caer y romperse dejando escapar su contenido, etc.

Las bodegas y otros sitios semejantes, suelen ser lugares propicios para que trabajadores desatentos acudan a fumos a hurtadillas. (2-600).

2. Instalaciones y aparatos eléctricos

Los incendios que tienen su origen en causas eléctricas, representan una buena porción en el total de los incendios registrados en la industria.

La electricidad, si se emplea y gobierna como debe de ser, casi no presenta riesgos. Las investigaciones realizadas en incendios de origen eléctrico, demuestran que en la inmensa mayoría de los casos, la chispa o calor que generó el fuego, se debió a una ruptura en la cubierta aislante de los conductores, a una tierra insuficiente de un circuito, a deficientes contactos de algún interruptor, a conexiones y empalmes defectuosos, a sobrecalentamiento del equipo debido a sobrecarga, a instalaciones temporales deficientemente hechas o a fusibles inadecuados.

Algunos incendios tienen lugar cada año debido a bombillas incandescentes en contacto con materiales inflamables, pero no puede decirse que en este caso el fuego sea de origen eléctrico.

El fusible tiene una función similar a la de una válvula de seguridad en una caldera. La instalación eléctrica tiene por finalidad conducir una determinada cantidad de corriente para una cierta carga. Si esta carga se ve sobrepasada por agregarse más o mayor equipo para el que fue proyectada la instalación, los conductores se sobrecalentarán y si el exceso de carga es grande, surgirá el fuego.

Los fusibles e interruptores de circuito tienen por oficio el interrumpir la corriente en un punto algo más abajo del punto de peligro. La práctica de reponer un fusible fundido por uno cuya capacidad portadora de corriente es mayor que aquella para la cual fue planeado el circuito, o de utilizar monedas, clavos u objetos metálicos similares, así como formar un puente con un pedazo de alambre, es invitar el desastre. Cuando los fusibles se funden en un determinado circuito, conviene llamar a un electricista para que efectúe una revisión y subsane la deficiencia.

En locales donde hay gases, vapores o polvos de naturaleza explosiva, se debe emplear equipo eléctrico a prueba de explosiones.

Los aparatos eléctricos portátiles, especialmente las lámparas portátiles y herramientas manuales, son fuente de incendios. Una de las causas principales de incendio es el empleo de equipo subestándar y una mala conservación de los aparatos, aunque también puede culparse al empleo indehido de los mismos. El cordón de extensión es el punto débil de dichos equipos porque está sometido al maltrato con la consiguiente destrucción del aislamiento, sobre todo cuando existe humedad de por medio. (2-661).

3. Fuego abierto y chispas

Podría pensarse que el peligro de los fuegos abiertos y chispas junto o hasta en la simple vecindad de materiales combustibles es tan evidente que cualquier persona de criterio normal actuaría de acuerdo; pero la verdad es que los registros de incendios demuestran lo contrario. Salvo en el caso de contados casos verdaderamente imprevisibles, los incendios debidos a esas

situaciones son por entero evitables.

Los sopletes para cortar y soldar que se emplean sin las debidas precauciones, son causa grave, porque de ellos se desprenden numerosas chispas.

Si se pusieran en práctica las siguientes reglas sencillas de aplicación general, los incendios debidos a llamas y chispas serían raros:

1. No tolerar acumulaciones de combustibles u otras materias semejantes cerca de donde haya fuego o chispas.
2. En donde sea inevitable que exista un fuego abierto, deberá tenerse el debido y estricto control durante todas las fases de su empleo y complementar estas medidas con la toma de medidas adecuadas para la extinción de incendios.
3. Cuidar que haya un espacio de separación suficiente entre sustancias combustibles y llamas u otras fuentes de alta temperatura.
4. Conectar a tierra todo equipo eléctrico a fin de prevenir que ocurran arcos o chisporroteo. (2-662).

4. Líquidos inflamables

Es sabido que los líquidos inflamables no arden: son sus vapores los que se encienden, y si esos vapores se mezclan con el aire en la proporción debida, la combustión es tan rápida que da lugar a una explosión, aunque puede decirse que la presión producida por ésta no llega a la desarrollada por sustancias explosivas de escasa potencia.

La proporción en que una mezcla de aire y vapor se torna explosiva (alcance explosivo) varía según la sustancia de que se trate. Para algunas es reducida, para otras amplia.

Conviene tener siempre presente que los vapores de los líquidos inflamables se acumulan sobre la superficie del líquido contenido en un receptáculo o tanque. Si dicho receptáculo o tanque no está cerrado, el vapor se desbordará y es arrastrado por las corrientes de aire, y si es más liviano que el aire, ascenderá, en tanto que si es más pesado buscará niveles inferiores o depositarse sobre el piso; pero como quiera que sea, estará mezclándose continuamente con el aire. Por consiguiente, dondequiera que haya vapores de éstos, habrá un constante riesgo de explosión e incendio, por lo cual deben tratarse y manejarse con las debidas precauciones. Porque aun cuando se trate de cantidades relativamente pequeñas de sustancias volátiles, al vaporizarse y mezclarse con el aire en las debidas proporciones, pueden causar daños considerables.

Por ejemplo, un galón de gasolina, o sea 3.785 litros, puede destruir un edificio de buen tamaño bajo óptimas condiciones.

De acuerdo con lo expuesto, deberán tomarse las siguientes y precauciones al emplearse líquidos inflamables:

1. Escájase siempre el líquido menos inflamable que pueda servir a la finalidad de que se trate.
2. Manténgase todo líquido inflamable en receptáculos cerrados o en envases de seguridad.

3. Límitese la provisión de líquido inflamable en el área de trabajo a las necesidades de un solo turno máximo.
4. Idéense y aplíquense con perseverancia procedimientos de trabajo que mantengan al mínimo la posibilidad de fuego o explosión.
5. Conéctese a tierra todo equipo que de otro modo pueda producir chispas.
6. Úsese solamente equipo eléctrico aprobado e instalado de entero acuerdo con las estipulaciones del organismo legal correspondiente.
7. Prohibir el fumar, la existencia de llamas libres no protegidas, así como operaciones o dispositivos que produzcan chispas en la inmediación de sustancias volátiles inflamables.
8. Tomar las providencias necesarias para que las sustancias inflamables estén almacenadas en lugares alejados de donde haya calor o chispas.
9. Cuando las sustancias inflamables montan a una cantidad de importancia, almacenarlas en construcciones o bóvedas especiales, levantadas de acuerdo con las normas aprobadas para esta clase de instalaciones.
10. Proveer a la debida ventilación de toda operación que involucre el empleo o almacenamiento de sustancias volátiles inflamables, a fin de evitar cualquier acumulación de vapores.
11. Proveer una eficaz ventilación o respiradero de los tanques de almacenamiento.
12. Suministrar el equipo adecuado y preparar y aplicar procedimientos seguros para la limpieza y reparación de los tanques que contengan solventes.
13. Tomar medidas para residuos de líquidos inflamables sean eliminados en forma segura.
14. Cuidar de que siempre haya a mano arena o cualquier otra sustancia incombustible para limpiar salpicaduras o encharcamientos. (2-663, 664, 665).

4.4 Las sustancias combustibles-inflamables

Las operaciones o situaciones en una planta en la que intervienen riesgos inherentes pueden causar daño en gran escala a la propia planta o a un número considerable de personas que puedan estar expuestas a ellas, debiendo en tal caso utilizarse cercos resistentes para la segregación, dispositivos de protección u otros medios que resulten prácticos.

Por ejemplo, la pintura con pistola se realiza generalmente en un lugar de la planta aislado del resto de la misma, y aquella operación está además protegida por un adecuado sistema mecánico para la evacuación de los gases, además de otras protecciones. La instalación de una fuente central de suministro y distribución de acetileno, o de otro tipo de gas, constituye otro buen ejemplo de una situación potencialmente peligrosa que necesite cuidados de protección. (2-607).

Es probable que la situación peligrosa con riesgos potencialmente más graves es la que se encuentra en las plantas industriales en relación con el almacenamiento y manejo de líquidos inflamables. En general las medidas de control necesitarán de reglamentos estrictos que habrán de ser seguidos y evitar que alguien que no sea personal autorizado maneje compuestos peligrosos o los saque de los lugares en donde se almacenan o utilizan.

Deberán establecerse normas de seguridad para el manejo de líquidos inflamables, y los supervisores de los departamentos en que dichos líquidos son utilizados o almacenados deben mantener con extrema rigidez la aplicación de dichas normas. (1-434).

4.4.1 Análisis de la situación actual

La situación actual de la empresa es sumamente caótica en materia de almacenamiento de los líquidos-inflamables, la construcción que alberga estas sustancias es de tipo improvisado sus paredes son de plástico y madera, el piso es de tierra, está situada en proximidades de los patios donde se encuentran los troncos de madera que luego pasaran al corte basto, y al área de acabados donde se utilizan pistolas para pintar con aire comprimido.

El sistema de iluminación es totalmente defectuoso, ya que es del tipo de incandescencia, además, no se cuenta con extintores de fuego o hidrantes en buenas condiciones en su proximidad.

No hay señales que indiquen "no fumar", ni guías para el manejo de estos materiales.

4.4.2 Propuesta para la mejora

Debe prestarse atención a los tanques de almacenamiento de los líquidos inflamables, los cuales deberán estar localizados de preferencia fuera de los edificios y lo más lejano posible de los mismos. Esto limita la extensión del daño en caso de incendio.

Cuando resulte necesario el almacenaje en el interior del edificio, las vasijas contenedoras de líquido deben estar aisladas en un recinto resistente al fuego, marcado en forma destacada, y estrictamente conservado como lugar de acceso restringido.

Las instalaciones, donde se almacenen los líquidos inflamables deben de contar con muros de block, sistema mecánico de extracción de vapores, ventanas para la disipación de los gases producidos por los líquidos, regillas inferiores a nivel del piso que dejen escapar los vapores que en su mayoría son más densos que el aire, un detector de humo o fuego dentro de sus instalaciones y puertas de metal o madera para dar seguridad al lugar.

Debe de haber una correcta señalización de estos lugares y las personas que manejen dichos materiales deben de tener conocimientos de que hacer en caso de emergencia, así como de la forma más adecuada del manejo de los mismos.

4.4.3 Normas preventivas contra incendios

Las normas preventivas contra incendios serán como mínimo la señalización de zonas de riesgos con rotulos que indiquen; "peligro líquidos inflamables", "prohibido fumar", "área restringida", etc.

Como siguiente paso, será disponer de instalaciones con las recomendaciones dadas anteriormente. Algo importante será crear en el trabajador conciencia y responsabilidad de las advertencias que se dan en

cuanto a esta área.

4.5 El sistema eléctrico

La electricidad, al igual que el fuego, es un sirviente capaz y útil cuando se le mantiene bajo control.

Tanto el obtener la utilidad máxima como el lograr la necesaria protección de las fuentes de energía son cuestión de los ingenieros electricistas, pero hay ciertos elementos de información que son esenciales para el especialista de seguridad, con objeto de que pueda comprender el tema y ayudar a lograr que los puntos básicos de control sean establecidos y mantenidos.

La electricidad puede crear riesgos y ser responsable de lesiones y daños cuando:

1. Una persona pasa a constituir parte de un circuito eléctrico. El resultado puede ser un choque eléctrico.
2. En los elementos de un circuito eléctrico no protegido existe una sobrecarga eléctrica, y se calienta, puede llegar a producirse un incendio al alcanzar la temperatura de ignición de los materiales próximos a las superficies calientes.
3. Cuando se producen arcos o chispas debidas en general al salto de electricidad de un conductor a otro cuando se abre o cierra un contacto eléctrico, tal como ocurre al accionar interruptores o al descargar la electricidad estática. Puede originarse un incendio cuando el arqueo o chisporroteo se produce en una atmósfera que contiene una mezcla de una sustancia inflamable. (2-400).

4.5.1 Situación actual

La capacidad instalada en materia de electricidad en la empresa se encuentra en este momento en su máxima capacidad, esto quiere decir que la energía requerida para un crecimiento futuro ya no es suficiente, y es probable que la situación actual sea deficiente, lo cual es un riesgo al operar máquinas de grandes voltajes simultáneamente.

El crecimiento sin planificación que ha tenido esta empresa ha sido rápido por lo cual se requiere un estudio a fondo a cargo de un ingeniero eléctrico, para determinar las instalaciones con que debiera de contar esta empresa.

Se sugiere hacer un estudio detallado de la demanda de energía que es requerida simultáneamente en toda la planta, y así determinar la cantidad que se requiere para el funcionamiento óptimo de la misma.

4.5.2 Normas preventivas contra incendios

Entre las normas preventivas que se sugieren están la readequación de todo el sistema eléctrico, ya que este si se encuentra sobrecargado es potencialmente una fuente de incendio a gran escala.

Como norma preventiva se recomienda que las tensiones que son utilizadas estén debidamente especificadas, para que no se den choques eléctricos con dichas máquinas al ser conectadas a potenciales mayores para

Los que inicialmente fueron diseñadas.

El personal total donde se utilicen máquinas portátiles debe estar en conocimiento de las tensiones de uso de cada equipo y las que suministra la red de la planta. Todo el equipo debe de estar conectado eficientemente a tierra, hay que recordar que la electricidad sigue el camino de menor resistencia.

La protección contra corrientes eléctricas esporádicas puede lograrse fácilmente disponiendo un camino predeterminado y seguro para que dichas corrientes pasen a tierra. La tierra puede considerarse como capaz de absorber cualquier energía eléctrica esporádica. El uso de tal procedimiento se denomina aterrizaje o puesta a tierra, y sirve, cuando está debidamente instalada, para ofrecer un paso de baja resistencia a la tierra mediante lo cual los dispositivos protectores actuarán rápidamente, protegiendo a las personas contra los riesgos de choques peligrosos, ya que el voltaje hasta tierra de las partes del sistema de alambrado será limitado.

Sin importar la calidad de aislamiento en los equipos eléctricos existe siempre la posibilidad de que esta protección se pierda y resulte un corto circuito. En forma ordinaria los fusibles o los protectores del circuito actúan para desconectar automáticamente el circuito en el que se produce un corto. Esta acción, sin embargo, puede no ocurrir necesariamente.

Debe instalarse protección a tierra en todas las partes metálicas expuestas que no llevan normalmente corriente en cualquier equipo eléctrico (tales como las armaduras de los generadores y los cuadros de los interruptores, las cajas de los transformadores, las cajas de interruptores, las manijas de operación, las tuberías, las fundas y armaduras de cables), en todos los casos en que el voltaje hasta tierra sea superior a 150 voltios.

4.6 El pararrayo

Las descargas atmosféricas o rayos representan una de las muestras que la naturaleza no da para hacernos comprender cuán poderosa es.

En la antigüedad se les tenía respeto y hasta pánico, lo cual, podemos constatar en los anales de la historia antigua. Gran parte del temor que despertaban y, aún despierta en los seres humanos, se debe a la forma en que uno debe protegerse contra este poderoso fenómeno natural. (6-9).

Benjamín Franklin fue uno de los pioneros en tratar de determinar la causa de este fenómeno. Utilizando un barrilete con un cordel metálico determinó que las nubes tenían carga eléctrica; posteriormente instaló su primer pararrayos en la parte alta de un campanario, llevando un cable hacia la tierra para que la descarga del rayo fluyera por el conductor y no dañara la estructura. (6-10).

En la actualidad, debido al incremento de edificios altos en regiones con un nivel alto de frecuencia de días de tormenta, es necesario proveer a estos de un sistema adecuado que proteja, contra las descargas eléctricas, la estructura y su contenido, especialmente si son personas.

El objeto de este trabajo, es proporcionar información sobre el fenómeno atmosférico y establecer bases y criterios para diseñar una protección contra rayos en edificios comunes en nuestro medio.

4.6.1 Situación actual

En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema de protección contra las descargas eléctricas atmosféricas, el cual debería de existir debido a la localización de la misma.

La protección debe existir para lugares como la chimenea de la caldera, y la propia estructura de la fábrica, además debe de brindar protección a los diversos equipos que en ella se encuentran: computadoras, radio comunicación, y lo más importante el personal.

La empresa esta situada en una zona boscosa y de gran precipitación pluvial, por lo que es necesaria la instalación de un sistema de pararrayos según los requerimientos de la empresa.

4.6.2 Datos técnicos del pararrayo

El pararrayo por ser un equipo de protección esta compuesto de un número de partes específicas la cuales se mencionan a continuación y son la terminología utilizada en estos equipos:

Abrazaderas

Son los soportes que aseguran el conductor a la estructura o edificio; deben ser mecánicamente fuertes y del mismo material del conductor o de otro material que no cause corrosiones con la humedad. (6-14).

Barra a tierra

Barra que se entierra y sirve como una terminal a tierra. Puede ser barra sólida de cobre de un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada y 2 metros de largo como mínimo o de hierro galvanizado con una resistencia equivalente a la del cobre. (6-14).

Conductor

Es la parte del sistema de protección diseñado para conducir la descarga entre la terminal de aire y la de tierra. Puede ser un cable de cobre con sección mínima de 50 milímetros cuadrados, cinta de cobre de 30 X 2 milímetros o aluminio de sección equivalente. Estos deben ofrecer la menor impedancia al paso de la corriente de descarga; la trayectoria de enlace entre la terminal de aire y tierra debe ser lo más corta posible sin curvas de radios menores de 30 centímetros. (6-14).

Circuito a tierra

Es el formado por el suelo, las barras a tierra y el cable que lo interconecta. Sirve como un circuito disipador de la energía de la descarga; su resistencia debe ser siempre inferior a cualquier otra existente en el edificio y debe localizarse lo más verticalmente posible al conductor de bajada. Algunas normas estandarizan su resistencia a menos de 10 ohmios. Las

barras a tierra deben colocarse simétricamente distribuidas con una separación mínima de 4 metros, alrededor del perímetro de la estructura protegida a una distancia mínima de 0.6 metros de los cimientos y 1 metro de profundidad. (6-14).

Terminal aérea

Punta sólida o varilla tubular de tamaño y material específico provista con una clase de montura conectada fijamente al conductor que se coloca en la parte superior de la estructura. La base debe tener como mínimo la sección conductora de la punta; la altura debe ser tal que no pase de 0.25 metros de la parte superior en estructuras irregulares y para áreas planas es recomendable una altura mayor de 0.25 metros dependiendo de los objetos y áreas a proteger. (6-14).

Tensores

Aseguran las terminales aéreas para evitar que se caigan o doblen; para ello se usan tirantes, vientos de cable o alambre mecánicamente resistentes. (6-14).

Uniones

Deben hacerse las menos posibles y ser mecánicamente fuertes, de conductividad eléctrica adecuada, cuya área de contacto será como mínimo el doble de la del conductor. (6-14).

4.6.3 Normas preventivas contra incendios

El principio fundamental de la protección es proporcionar uno o varios caminos por los cuales una descarga atmosférica puede llegar a la tierra sin pasar por partes del edificio que no sean conductoras, ya que, los daños que puede causar el calor y los esfuerzos mecánicos sobre éstos es severo, mientras que en las partes metálicas son despreciables.

Quando una descarga atmosférica se precipita a tierra, en ocasiones puede ser causa de un incendio, al ser esta cerca de alguna instalación que almacene material que sea fácilmente inflamable o que su punto de ignición sea bajo.

Para eliminar estos posibles incendios se debe de colocar la protección colocando terminales aéreas de metal en las partes más altas de los edificios o sus protuberancias, con conductores que enlacen las terminales aéreas con las de tierra; así, una adecuada cantidad de puntas de metal bien proporcionadas y distribuidas, dan un grado satisfactorio de protección.

4.6.4 Normas de seguridad por explosión de equipos

Las normas de seguridad por explosión de equipos se limita a los bancos de transformadores, como se sabe la empresa eléctrica instala los mismos según los requerimientos del usuario, pero estos constan de dos tipos los auto protegidos y los que necesitan protección adicional (pararrayos).

Los transformadores con los que cuenta la empresa, son del tipo auto protegidos los cuales por su sistema no necesitan de un sistema adicional de protección. Cabe decir que este sistema de protección es únicamente para los transformadores y que para la protección adicional de la empresa deben de colocarse pararrayos adecuados a las necesidades existentes.

4.6.5 Propuesta para la implementación del pararrayo

Para la implementación del pararrayo en la planta tomaremos en cuenta algunos factores que son de suma importancia como son las clases de materiales por utilizar según las características propias de la fábrica.

Materiales Clase I

Según los requisitos de protección, son todos aquellos conductores, accesorios e instalaciones que se usan para proteger edificios ordinarios y estructuras que no excedan de 23 metros de altura. En la siguiente tabla se dan los tamaños y pesos mínimos para terminales de aire, conductores principales y secundarios; los conductores secundarios se usan para enlazar y unir cuerpos metálicos al conductor principal y no se proyecta para conducir la corriente principal de descarga. Debido a esto, su tamaño puede ser reducido, pero, no deberá ser menos que el número 6 avg de cobre o su equivalente en aluminio. Los conductores que interconectan sistemas metálicos de vapor, agua caliente, agua y otros cuerpos metálicos de baja resistencia a tierra, deberán ser del tamaño de conductor principal. (6-16,17).

		REQUISITOS MATERIAL CLASE I	
Tipo de Conductor		Cobre	Aluminio
Terminal aérea sólida	Diámetro mínimo	3/8"	1/2"
	Diámetro mínimo grosor mínimo de pared	5/8" 0.033"	5/8" 0.064"
Conductor principal cable	Area	0.044 pulg ²	0.077 pulg ²
Conductor principal tira sólida	grosor	16 AWG	14 AWG
	ancho	1"	1"
Conductor secundario cable	tamaño de alambres	7 AWG	14 AWG
	número de alambres	14	10
Conductor secundario tira sólida	grosor	16 AWG	14 AWG
	ancho	1/2 "	1/2 "

Material Clase II

Son todos los conductores, accesorios, puntas, instalaciones que se usan para proteger edificios que sobrepasan los 23 metros de altura o que

tengan un marco de estructura de acero de cualquier altura; este marco de acero puede ser sustituido por conductores de bajada o canales de servicio pesado. Estos sistemas pueden instalarse cumpliendo todos los requisitos de la clase I y, además, deberán cumplir lo siguiente: si parte de la estructura tiene una altura mayor de 23 metros (como un campanario) y la altura promedio de la estructura está bajo los 23 metros, los requisitos agregados a los requerimientos para la clase I deberán ser aplicados sólo a las partes que excedan los 23 metros.

Los conductores de clase II instalados en las partes de las estructuras que excedan los 23 metros de alto deben ser conectados a tierra e interconectados con el resto del sistema. Son aceptables para el uso en las estructuras de clase II los empalmes metálicos y conectores soldados o asegurados con tornillos. (6-17,18).

REQUISITOS MATERIAL CLASE II			
Tipo de conductor		Cobre	Aluminio
Terminal aérea sólida	Diámetro mínimo	1/2"	5/8 "
Conductor principal cable	área	0.089 pulg ²	0.15 pulg ²
Conductor secundario cable	tamaño de alambre	17 AWG	14 AWG
	número de alambres	14	10
Conductor secundario tira sólida	grosor	16 AWG	14 AWG
	ancho	1/2 "	3/8 "

4.6.5.1 Elementos que determinan la protección

Los elementos que determinan la protección son el elemento humano primordialmente y las instalaciones físicas de la planta. Dentro de estos factores se pueden considerar: tipo de edificio, el techo, estructura, suelo. Valor, naturaleza y contenido del edificio, exposición, peligro personal, etc.

A continuación se detallan las características de la planta aplicada a los factores antes mencionados.

4.6.5.1.1 Tipo de edificio

En este elemento o factor puede entrarse a considerar:

1. La clase del techo: es de tipo conductor, armadura de metal y zinc.
2. Naturaleza de la estructura: la cual es de marco metálico y concreto reforzado a la que deben proveerse terminales aéreas donde la probabilidad de descarga es mayor (partes altas).
3. Valor, naturaleza y contenido del edificio: estos elementos son de peso para la justificación de la aplicación y sistemas más adecuados de protección ya que refiriéndonos a ellos se proyecta el sistema más adecuado.

El valor de las instalaciones hacen necesario la instalación del equipo protector, así como el equipo y materiales que esta alberga, pero lo más importante y primordial es el elemento humano.

4.6.5.1.2 Suelo

La resistencia específica o resistividad del suelo es un elemento vital para el buen funcionamiento de un sistema de protección; ésta depende de la clase de terreno. En la tabla siguiente se dan algunos datos de las clases de suelos más comunes.

Clase de Suelo	
Cienegoso	30 ohms por metro
Barroso	100 ohms por metro
Arenoso	200 ohms por metro
Grava húmeda	500 ohms por metro
Grava seca	1000 ohms por metro
Rocoso	3000 ohms por metro

La resistencia específica de los mismos puede ser mejorada agregándole compuesto químicos, sal y carbón. (6-21).

4.6.5.1.3 Exposición a los rayos

Por lo estar situada en una zona boscosa, y de gran precipitación pluvial, es indispensable la colocación del sistema de protección.

Hay que mencionar que las descargas atmosféricas son mas frecuentes en zonas boscosas, que en valles o ciudades.

4.6.5.1.4 Peligro personal

El peligro personal a que se exponen las personas que habitan el edificio es otro elemento determinante en la aplicación del sistema de protección, ya que, en estructuras poco seguras el riesgo aumenta (estructuras de madera).

4.6.5.2 Principales sistemas de protección

Los pararrayos han evolucionado en estos tiempos en una gran variedad, que van desde los más comúnmente usados y los más antiguos como el pararrayos Tipo Franklin, hasta el pararrayos piezo eléctrico Saint-Elmo de la Franklin France.

4.6.5.3 Propuesta para la mejora

Luego de haber estudiado las características de nuestro edificio, la zona en la cual se encuentra ubicado, la propuesta para la implementación del pararrayo, se sugiere la adquisición del pararrayo Piezo eléctrico Saint-Elmo de la Franklin France.

Al hacer una comparación entre el pararrayos tipo Franklin y el Saint-Elmo, se recomienda el primero, ya que para obtener una optima protección con el tipo franklin, es necesario la instalación de gran cantidad de ellos, para lograr una cobertura mayor, lo cual traería una elevación de los costos.

Con el tipo Saint-Elmo, los costos se verían reducidos ya que solo se necesita la adquisición de dos de ellos para cubrir las necesidades de la planta, también dadas las características del mismo, ya que su radio de acción es mayor que el tipo franklin.

Los materiales a utilizar son del tipo I, al hacer el análisis comparativo con la empresa. Entre los pararrayos Saint-Elmo se encuentran varios modelos, siendo el más adecuado para la fábrica el tipo SE-9, situado a una altura de 15 metros.

A continuación se presentan los datos técnicos del pararrayo Saint-Elmo.

4.6.5.3.1 Pararrayo piezo eléctrico Saint-Elmo de la Franklin France

Elementos de un pararrayo piezo eléctricos:

1. Punta de captación.

Puede ser de cobre o acero inoxidable, es robusta, buena conductora y posee orificios que permiten la entrada de aire. Esta estructura de forma aerodinámica en punta de lanza, establece una circulación forzada del aire en sus extremos basada en el efecto venturi (incremento de presión por reducción de área).

2. Varilla de soporte.

La parte superior va provista de un electrodo emisor de iones de acero inoxidable, que se encuentra en un soporte aislado y expuesto al potencial variable del generador. Todo el conjunto se encuentra protegido de las condiciones ambientales y del impacto directo de las descargas, por medio de la cabeza de captación conectada al potencial de tierra.

3. Transductor-estimulador Piezo eléctrico.

Se encuentra incrustado en la parte baja de la varilla de soporte y está compuesto de varias piezas cerámicas Piezo eléctricas, las cuales son estructuras cristalinas donde los hipolos eléctricos han sido colocados fuertemente en una orientación dada por medio de un intenso campo eléctrico de polarización inicial. Son de material robusto, tratado con zirconitrato de plomo y sus terminales revestidas con una placa de electrodos de níquel, las que están agrupadas en un contenedor aislante combinado con un sistema de carga; el estimulador y el punto de emisión están conectados por el interior del vástago por medio de un conductor de alto voltaje.

Las ventajas que presenta este pararrayo es que la zona de protección es mayor, y su costo de instalación es menor debido a que se necesitan instalar menor cantidad de ellos para cubrir el área deseada a proteger.

A continuación se presenta un esquema del pararrayos Piezo eléctrico y las partes que lo componen.

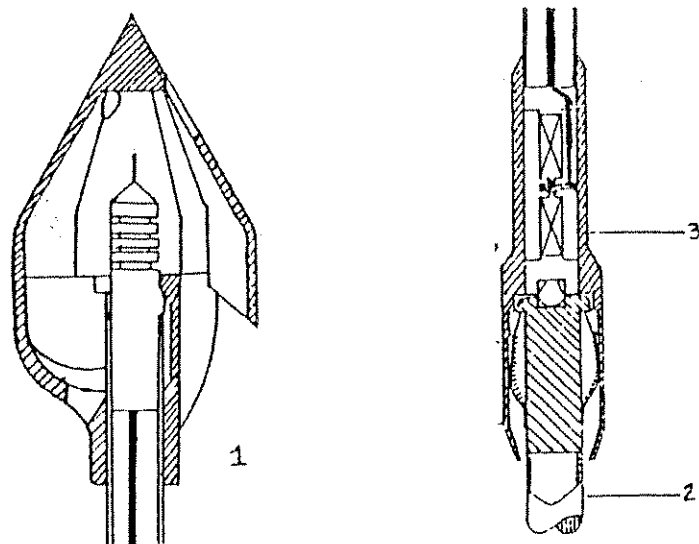


Diagrama de un pararrayos piezo-eléctrico.

Esquema de protección del pararrayos piezo eléctrico.

Se logra aplicando un coeficiente de extensión (a su altura) estableciendo la relación $H' = h \times kr$, donde H' es la altura eficaz del pararrayos y kr el coeficiente de extensión.

Se puede, entonces, determinar el radio de protección como:

$$r = H' \operatorname{tang} b \quad (\text{ver esquema}) \quad b = 60 \text{ grados}$$

Con el gráfico que se presenta a continuación se podrá observar en forma más clara como es que funciona el pararrayos piezo eléctrico.

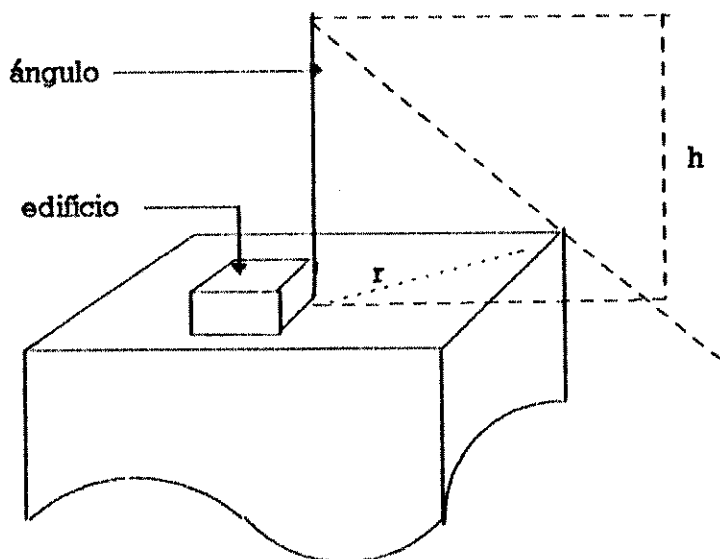


Gráfico 8.
Esquema de protección.
Pararrayos

4.6.5.3.1.1 Tipos de pararrayos Saint-Elmo

Existen dos tipos de pararrayos, el SF-6 con un coeficiente de extensión de 3,4 y el SF-9 con un coeficiente de extensión de 5,2, lográndose con éstos una radio máxima de 125 metros.

Alturas y radios de protección de los pararrayos Saint-Elmo:

Altura en metros del pararrayos incluyendo el soporte	Radio de protección en metros	
	SE-6	SE-9
2	12	18
4	24	36
6	36	54
8	48	72
10	60	90
15	90	135

4.7 Equipo de vapor

Cuando ocurre una explosión de caldera es generalmente consecuencia de un descuido por parte de los que trabajan en la cámara de calderas.

La inspección de las calderas exige un conocimiento altamente especializado. Las calderas deben ser regidas para su construcción por American Society of Mechanical Engineers ASME.

Sólo deberán utilizarse calderas que hayan sido construidas de acuerdo con el Código ASME. Una construcción realizada de acuerdo con dichos códigos aparece claramente indicada con el Código ASME impreso en lugar bien destacado.

4.7.1 Generalidades

Los recipientes a presión se clasifican en general en calentados o no calentados.

Un recipiente a presión en el que se genera el vapor mediante la aplicación del calor que es consecuencia de la combustión de un producto sólido, líquido o gaseoso, se clasifica como caldera de vapor.

Los recipientes a presión no sometidos a fuego, en los cuales se genera vapor, tales como los evaporadores, y ciertos equipos utilizados en las industrias de productos químicos y del petróleo, se clasifican como calderas de vapor no calentadas.

En general, excepto en el caso de estas últimas, los recipientes que contienen gas o vapor y tienen una presión interna o externa de más de 15 libras por pulgada cuadrada (1.05 kilogramos por centímetro cuadrado) se clasifican como recipientes a presión no sometidos a fuego. Los códigos estándar y los reglamentos de construcción en el caso de recipientes a presión no sometidos al fuego excluyen los que tienen un diámetro interior de seis pulgadas, 15.24 cm, o menos). (2-384).

4.7.2 Situación actual

La situación en la que se encuentra en estos momentos el equipo de vapor está por debajo de las condiciones mínimas de seguridad.

La caldera cuenta con el código de fabricación de la ASME, este se encuentra ubicado en un costado de la misma, pero no se identifican, presiones de trabajo y otras especificaciones.

La fuente de generación de energía de la caldera es por combustión de desechos de madera. Los manómetros, niveles de cristal y otros dispositivos se encuentran sumamente defectuosos, tanto que los niveles de agua son por cálculo que por lectura real.

Las caldera no cuenta con válvulas de seguridad, lo cual es un riesgo por explosión, al verse aumentada la presión y no tener un dispositivo para la evacuación de la misma. A continuación se mencionan algunas normas que se deben seguir para evitar accidentes en el cuarto de calderas.

4.7.3 Normas preventivas

Entre las normas preventivas en equipos de vapor se pueden mencionar algunos dispositivos con los que deben contar.

4.7.3.1 Válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad son dispositivos conectados a la caldera independientes de cualquier otra conexión del vapor, y tan próximos como sea posible al cuerpo de la caldera, con un mínimo de tubería intercalada.

Si se usa un tubo de descarga hacia la atmósfera debe tener una superficie seccional no menor que la salida correspondiente a la válvula. Las descargas de la válvula de seguridad deben estar localizadas o provistas de tuberías, de tal forma que no afecten a los pasillos o plataformas situadas alrededor de la caldera. Con objeto de sacar agua o condensaciones que puedan haberse acumulado en el tubo de descarga, deben tomarse precauciones en la instalación para la evacuación por gravedad del agua que se encuentre en dicha tubería.

En los casos en que se instalen silenciadores en las válvulas de seguridad éstos deberán ser diseñados de tal forma que haya una superficie suficiente para evitar se forme una presión de retroceso que puede interferir con el adecuado trabajo y capacidad de descarga de la válvula.

El silenciador debe ser diseñado de tal manera que sus líneas no tiendan a recoger depósitos y basura, restringiendo en su momento el libre paso del vapor.

Las válvulas de seguridad deben estar equipadas con una palanca para prueba a mano, o cualquier otro dispositivo que haga actuar la válvula. Estas deben ser probadas al principio de cada día de trabajo, utilizando el medio a que nos referimos antes. (2-384).

4.7.3.2 Niveles de cristal y columnas de agua

Por lo menos deberá instalarse un nivel de cristal en cada caldera. La parte visible más baja de la columna de agua deberá estar por lo menos a 2 pulgadas (5 cm) por debajo del punto más bajo posible correspondiente al nivel en que no haya peligro de sobrecalentamiento de cualquier parte de la caldera cuando ésta está operando. El nivel de agua debe ser comprobado diariamente.

Es en general buena costumbre hacer esto como un paso normal en la rutina de trabajo, al principio de cada turno. El nivel debe estar equipado con un desagüe o llave de purga unido con tubería a un punto de descarga que no constituya peligro para el personal, asimismo, cuidando que toda la tubería esté sólidamente sujeta, de forma que no establezca carga sobre el cristal del nivel.

Este a su vez deberá estar protegido contra golpes, mediante una rejilla de alambre u otra protección adecuada.

4.7.3.3 Instrumentos y controles

Los manómetros y otros instrumentos registradores son ayudas necesarias para mantener una operación libre de riesgos en las calderas. Deberán estar instalados en forma que no se vean expuestos a vibración, además de estar protegidos contra la humedad, la corrosión o cualquier otro daño ocasionado por la circulación ante ellos.

Los controles de seguridad y automáticos deben ser comprobados al principio de cada turno de trabajo, y si se encuentra algún defecto no deberá operarse la caldera hasta no hacer la reparación necesaria. Los controles automáticos deben ser revisados en forma regular. (2-325).

4.7.3.4 Válvulas de purga

Las válvulas y tuberías de purga y sus conexiones, (utilizadas para quitar sedimentos), al igual que todos los equipos correspondientes a las calderas, están regulados por las especificaciones del Código del Calderas de la ASME.

Sin embargo, deberán satisfacer las exigencias de las normas de la ANST, en el caso de todas las válvulas, tuberías, y accesorios más allá de la válvula de purga, según especificaciones de la ASME.

La tubería debe estar instalada de tal forma que no haya cambios bruscos de dirección, y evacuar en un lugar seguro, de preferencia en un tanque de purga que reduzca la temperatura y presión del agua. La válvula de purga debe estar localizada de tal manera que el operador pueda huir de ella en caso de emergencia.

4.7.3.5 Explosiones en los hornos

Las explosiones en los hornos pueden traducirse en lesiones para los maquinistas y fogoneros. Las calderas que son alimentadas automáticamente se consideran en general más susceptibles de experimentar explosiones que las alimentadas a mano.

Las causas comunes de las explosiones en los hornos son: un encendido inadecuado, una falla en la ignición, y una interrupción en la llama o en la energía. Algunas salvaguardas operativas mecánicas pueden recomendarse para cada uno de los distintos métodos de encendido de las calderas.

Las calderas calentadas por petróleo y gas deben estar provistas de dispositivos automáticos de cierre que operen cuando se apague la llama. La tubería y válvulas de combustible deberán estar instaladas en un lugar

bastante alejado de la cámara de calderas para poderlas usar cuando se produzcan en aquélla una explosión.

4.8 Medidas par eliminar un conato de incendio

Hay ciertas consideraciones generales relativas a la construcción de los edificios, su uso, su contenido, su disposición interior, y las protecciones contra el fuego, que pueden ser utilizadas como protección contra los incendios.

Los edificios y las áreas de procesamiento deben ser evaluados por su vulnerabilidad al fuego y a la explosión.

Al realizar una evaluación de la vulnerabilidad al fuego y la explosión en la planta, se determina que el área de mayor riesgo, es la sección de pintura y acabados finales.

Para eliminar un conato de incendio se deben de tomar medidas como las siguientes:

1. La eliminación de vapores inflamables, gases o polvos, mediante la colocación de extractores mecánicos en el área.
2. La reparación o mantenimiento con algún tipo de soldadura en el área que produzca chispas, debe ser descartada totalmente. Cualquier procedimiento de reparación o mantenimiento, debe hacerse fuera de las instalaciones de pintura y acabados.
3. Las sobrecargas en los circuitos eléctricos en esta área, deben ser estudiadas por un ingeniero eléctrico, a fin de evitar cualquier cualquier fuente de fricción o calor, que al mezclarse con los vapores combustibles, inicien un fuego o produzcan una explosión.
4. Es necesario la colocación de detectores de fuego, y extinguidores, allí donde tienen lugar estos procesos y operaciones peligrosas.

4.8.1 Generalidades

Cuando se produce un incendio es necesario tomar pasos pronto, definidos, y correctos, para defenderse contra él.

Deberán reunirse ciertos datos preliminares durante el periodo de organización de la fase de protección contra incendios, o el plan para el control de desastres.

El primer paso para el control de un incendio, es que se suene una pronta alarma, la cual no existe actualmente en las instalaciones. El siguiente paso, como es de suponer, es el empleo inmediato, por parte de quienes se encuentren cerca del punto donde se ha iniciado el fuego, el combate del mismo con los sistemas extintores adecuados.

Esto puede resultar de vital importancia, porque ante circunstancias desfavorables, como sería por ejemplo el que ocurriera una inesperada demora en el arribo de los cuerpos especializados, todo esfuerzo, por pequeño que sea, para combatir el fuego, podrá significar la diferencia entre pocas o muchas pérdidas, o quizá ninguna.

Para que el equipo con que se cuente sea el apropiado, es menester que exista una perfecta comprensión de las clases de incendios que pueden suscitarse en cada punto de la fábrica, y, asimismo, un conocimiento a fondo del tipo de equipo extinguidor más adecuado a las clases de incendio que pudieran surgir en un momento dado.

Los lugares en donde se emplazarán los aparatos habrán de ser cuidadosamente escogidos de acuerdo con su fácil accesibilidad, máxima seguridad y fácil inspección, sin olvidar que "lo que no se ve no se recuerda".

Todos los incendios principian por pequeñas llamas bien localizadas. La función de los encargados de la fábrica es extinguir luego la hoguera que empieza o en su defecto delimitarla y retardarla hasta donde se pueda mientras se recibe ayuda exterior.

Con esta función presente, suele no dificultarse el decidir qué tipo de extinguidor colocar en los diversos puntos estratégicos dentro o fuera de la fábrica. Si, por ejemplo, existe un riesgo de incendio por petróleo en determinados lugares, habrá que poner en ellos y a la mano, extinguidores fabricados especialmente para esta clase de incendios.

Aun cuando podrían resultar de alguna ayuda otras clases de extinguidores, no serían los apropiados para someter el fuego, ya que las diferentes causas de fuego exigen de diferentes equipos. Se han realizado estudios por laboratorios sostenidos por aseguradores, y basándose en esos estudios se han logrado clasificar las distintas clases de incendios. Esta clasificación se basa en los tipos de agentes extintores necesarios para combatir tipos específicos de fuego.

4.8.2 Clasificación de los incendios

Los incendios se pueden clasificar en 4 grandes grupos:

1. Incendios Clase A.

Son los que se producen en materiales normalmente combustibles, tales como papel y madera, y que pueden ser apagados por el efecto de una cantidad de agua de alguna evolución que contenga un buen porcentaje de agua.

2. Incendios Clase B.

Son los que se producen en líquidos, grasas, o ceras inflamables, en los que el efecto que tienda a la supresión del oxígeno necesario para la combustión es esencial para su supresión.

3. Incendios Clase C.

Son los que se producen en equipo eléctrico, en los que es de primera importancia el uso de un extinguidor no conductor de la electricidad.

4. Incendios Clase D.

Incendios en los que intervienen metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

4.8.2.1 Situación actual

Actualmente en la fábrica la ocurrencia de algún tipo de incendio de los antes mencionados, es posible dadas las características de los productos que se utilizan en los procesos de producción.

En todas las áreas de la planta se utiliza la energía eléctrica, como método para el funcionamiento de los motores, lijadoras, sierras, etc. por lo cual la ocurrencia de un incendio del tipo C es posible.

Los incendios clase A, se pueden dar también en todas las áreas de la planta ya que nuestra materia prima es la madera, y en el área de empaque, por ser necesarios el cartón como elemento para la protección de nuestro producto final.

Los incendios clase C, tendrán una mayor posibilidad de ocurrencia en el área de pintura, y en el área de almacenaje de los líquidos inflamables.

En distintas oficinas se cuenta con sistemas de cómputo, los cuales son susceptible a ser provocadores de incendios, ya que no cuentan con sistemas de protección contra altas corrientes.

Actualmente, en las áreas mencionadas no se cuentan con la cantidad necesaria de extintores de fuego, tanto de dispositivos fijos como equipo portátil, y la carencia total de equipo especializado para combatir incendios en los equipos de cómputo.

4.8.2.2 Propuesta para la mejora

Para la implementación de los sistemas adecuados para combatir los incendios se clasificarán los elementos extintores que son requeridos para su operación en la planta, según la característica del proceso de producción o Área de trabajo.

4.8.2.2.1 Elementos extintores

Los elementos extintores recomendados para los procesos de producción serán los siguientes:

a) Sosa Ácida.

El extinguidor sosa-ácido contiene una carga de bicarbonato de sodio disuelto en agua. En un receptáculo de metal tiene una pequeña botella de ácido sulfúrico, la cual está tapada con un tapón no apretado que se desprende al invertir la posición del extinguidor, con lo que el ácido contenido en la botella se vierte en la solución de bicarbonato.

Entonces, el ácido se combina químicamente y en forma rápida con el bicarbonato, produciendo dióxido de carbono que en breves instantes crea la presión necesaria para que el extinguidor pueda expulsar su contenido.

Bajo condiciones normales, la reacción química descrita levanta una presión de alrededor de 5 Kgs. por centímetro cuadrado. El chorro tiene un alcance de diez a doce metros y una duración de alrededor de un minuto.

Se recomienda para usos en los incendios de tipo A, los que pueden ocurrir en todas las áreas de la planta, no se debe utilizar en los incendios clase B y C, debido a que por su solución acuosa puede causar choques eléctricos al aplicarlos en los tipo C, y en los tipo B hasta puede extenderlos.

b) Espuma.

El "cascarón" o cuerpo del extinguidor de espuma contiene una solución acuosa de bicarbonato de sodio a la cual se le ha agregado un estabilizador de espuma. En el receptáculo central, que consiste en un tubo largo de metal, hay una solución de sulfato de aluminio.

El extinguidor funciona invirtiéndolo hacia abajo, o sea en la misma forma que el de sosa-ácida. El bióxido de carbono así obtenido impulsa hacia afuera el contenido en forma de una espesa y tenaz espuma sobre la superficie del líquido ardiendo, excluye el oxígeno y con eso se extingue el fuego, a menos que el fuego sea tan potente que los vapores que brotan rompan la cubierta de espuma o eviten que está se forme.

El volumen de espuma es alrededor de siete a ocho veces el de las soluciones originales. Su alcance es aproximadamente 12 metros y su tiempo de descarga efectiva alrededor de un minuto.

Es recomendado para el área de almacenaje de los líquidos inflamables, se puede aplicar también a incendios de clase A, nunca se debe de aplicar a los del tipo C, ya que puede causar choques eléctricos por ser una solución acuosa.

c) Líquido vaporizante.

Esta clase de extinguidores se carga con líquidos no conductores especialmente tratados, los cuales suelen ser tetracloruro de carbono y diclorometano, que contiene un abatidor hasta punto de congelación y anticorrosivo.

Cuando el líquido se veía contra las llamas, produce una cubierta o cama de gas inerte, pesado, que excluye el oxígeno. La acción enfriadora es breve. El punto de congelación es bajo, del orden de los cinco grados centígrados. Sus vapores no son conductores por lo que pueden usarse en equipo eléctrico a voltajes hasta de 30,000.

Su radio de acción es de seis a diez metros, dependiendo del tamaño y tipo del extinguidor, y su duración de expulsión es algo más de un minuto.

Estos se pueden aplicar a incendios del tipo C, pero se debe de tener en cuenta las desventajas que presenta: que los vapores son corrosivos pudiendo causar bastante daño a las partes de metal pulido de las máquinas; y que los vapores son tóxicos de por sí y cuando entran en contacto con superficies metálicas muy calientes, ya que se produce el todavía más venenoso gas fosgeno.

En tal virtud, no es aconsejable el emplear estos extinguidores en lugares confinados, a menos que tengan buena ventilación. De no existir ésta, habría que usar los aparatos respiratorios protectores recomendados

para el caso.

d) Dióxido de carbono.

Estos extinguidores consisten esencialmente en un cilindro de dióxido de carbono mantenido en estado líquido mediante presión que a 22 grados centígrados es alrededor de 60 kgs. por centímetro cuadrado.

Un sifón, una válvula y una manguera con una boquilla de descarga, son partes del cilindro. La válvula se encuentra en su parte superior, ya que la posición correcta para funcionar es vertical. La capacidad se calcula por el peso de dióxido de carbono que pueda contener a partir de 860 gramos.

Esta clase de extinguidores apagan el fuego mediante la exclusión del oxígeno de la superficie del material que esté ardiendo. Su acción se limita al área de contacto.

El efecto enfriador es insignificante. Tiene la ventaja de que no se corroe, no se deteriora con el tiempo, no conduce la electricidad y no se congela. Su utilidad principal es en incendios en o cerca de equipo eléctrico y en los casos en que arden líquidos inflamables, volátiles, como alcohol, éter y adelgazadores de lacas.

Por sus características es recomendado para el área de pintura y almacenamiento de los líquidos inflamables, su utilización en incendios de clase A, B y C, es recomendada, por lo cual su aplicación en toda la planta es de gran utilidad.

Su corto alcance, 60 a 130 centímetros, limita su utilidad y los mismo puede decirse de su corta duración: 15 segundos en el tamaño más chico y un minuto en el mayor. (1-442).

4.8.2.2.2 Equipos extintores

Los equipos extintores se pueden clasificar en dos grandes grupos, los dispositivos fijos y los portátiles.

Los portátiles son todos aquellos que pueden ser transportados hasta el lugar del siniestro y con la característica de estar contenidos en recipientes de fácil movilidad.

Los dispositivos fijos son aquellos que se encuentran localizados en áreas que presentan alto riesgo, estos no pueden ser llevados al lugar del siniestro.

4.8.2.2.2.1 Situación actual

Actualmente en la empresa se cuenta con un sistema de hidrantes, los cuales se encuentran ubicados en puntos de difícil acceso. Muchos de estos hidrantes o tomas de agua se encuentra bloqueados por material en proceso que ha sido apoyado a las paredes o bien por construcciones improvisadas, que obstaculizan y hasta imposibilitan su acceso.

Las mangueras han sido utilizadas para labores de jardinería, y la mayoría de ellas están en malas condiciones, son totalmente deficientes, o no existen. No están colocadas sobre carretes o dispensadores adecuados. No tienen guardas contra la intemperie y cuando han sido utilizadas han sido dejadas con excedentes de agua lo que ha ocasionado su destrucción.

Otro problema que se presenta en la empresa es que el equipo de bombeo del agua necesita de energía eléctrica para su funcionamiento, esto quiere decir que al faltar el fluido eléctrico, no habrá forma de obtener agua en grandes cantidades, y con la presión necesaria proveniente de la cisterna de almacenamiento.

En cuanto a los extintores portátiles, se encuentran en el suelo sin señalización y la mayoría del personal desconoce su forma de uso. La cantidad de ellos es menor de lo que en realidad se necesita. La colocación de los que existen no cuenta con ninguna norma, es decir están tan alejados de un punto de riesgo, y próximos a puntos de no mayor peligrosidad.

4.8.2.2.2 Propuesta para la mejora

4.8.2.2.2.1 Equipo portátil

Los equipos extintores portátiles se clasifican en 4 grupos y cada uno de ellos presenta características individuales, a continuación se mencionan los mismos y su utilidad.

a) Extintores clase A

Son aquellos que tiene agua y que son útiles para incendios de combustibles como cartón, papel, madera, tela, etc. o sea que son útiles para incendios de tipo A.

Existen algunas divisiones como A1, A2 ... pero sólo indican el tamaño del extintor y contenido de algunas soluciones adicionales al agua, y es necesario uno de ellos para formar una unidad de primeros auxilios de protección.

b) Extintores clase B

La clasificación de extinguidores B y sus variaciones B1, B2 nos indican que son útiles para incendios clase B, y que generalmente están cargados con polvo químico y son útiles para combatir incendios originados en combustiones inflamables.

c) Extintores clase C

Son útiles para combatir incendios de clase C y el material que contiene es un no conductor, dos de éstos hacen una unidad de primeros auxilios de protección.

Existen en la actualidad combinaciones como por ejemplo AB, BC, etc.

d) Extintores clase ABC

Este tipo de extinguidor se conoce como universal, puesto que es útil para toda clase de incendios, por lo que una persona que no conozca el origen del fuego puede utilizarlos indistintamente, pero la desventaja es que su rating es mucho menor que cualquier extinguidor específico.

e) Extintor Halón

El material más avanzado para el combate de incendios es el halón y existe en varias clasificaciones, como lo es el halón 2402, halón 1240 y otros; es un material para toda clase de incendios y su gran ventaja es que no permite la reignición, su desventaja es económica con respecto a los otros extinguidores puesto que es bastante elevado su precio.

Tiene una cualidad muy especial: es el único extinguidor que puede ser utilizado para la protección de computadoras, ya que cualquiera de los otros tipos destruyen los circuitos integrados. La aplicación donde se encuentran sistemas de comunicación y equipos similares es sumamente importante.

Para la utilización en la empresa se recomienda el extinguidor del tipo ABC (o universal), ya que su aplicación esta dispuesta para todos los procesos de producción que se dan en la planta y los riesgos que se pueden dar con el equipo y la materia prima existente.

Para el equipo de computo la aplicación única será el tipo halón, el cual es el recomendado en la iniciación y sofocamiento de fuegos por sistemas de computo, comunicación, etc.

4.8.2.2.2.2 Equipo fijo

Los dispositivos fijos que se recomiendan son los mas adecuados según el área de trabajo.

Para el área de de atisbamiento de la madera se recomienda la adquisición de sistemas rociadores automáticos de agua, los cuales funcionarán cuando el calor alcance la cabeza del rociador, y este inicie el proceso de sofocación del mismo. Por tanto, el espaciamiento de las cabezas debe ser tal que cualquiera que sea el punto en que surja un incendio dentro de un local o edificio, se encuentre cerca de una cabeza rociadora para que el mecanismo obre de inmediato.

El agua se alimenta a través de un sistema de tubería que suele correr cerca del techo con las cabezas rociadoras colocadas a espacios iguales a lo largo de los tubos y el espacio entre éstos debe ser tal que abarquen el local.

Las cabezas de referencia tienen un orificio cerrado por un disco que cierra el paso del agua, la cual es liberada mediante un dispositivo que funciona al obrar sobre él una determinada temperatura y que se vale de ello de cualquiera de los siguientes medios:

1. Derretimiento de una soldadura.
2. Fundición de una sustancia química.
3. Ruptura de una ampollita debido a la expansión del líquido que contiene.

La presión mínima de flujo que se requiere para que la operación se verifique en forma eficiente es alrededor de tres y medio kilogramos por pulgada cuadrada. Mediante esa presión, cada cabeza descargará alrededor de 60 litros de agua por minuto y cubrirá una superficie de piso de alrededor de 93 metros cuadrados.

Se recomienda la adquisición de una bomba auxiliar cuyo funcionamiento sea con gasolina o diesel, ya que al faltar el fluido eléctrico la bomba con la que actualmente se cuenta quedará inutilizada por completo, con lo cual los hidrantes no servirán de nada, si no hay suministro de agua proveniente de la red municipal.

El sistema de mangueras debe de estar presente en toda la planta, pero debe de tenerse en cuenta lo siguiente:

Debe tenerse especial cuidado al seleccionar los accples y las toberas, así como los lugares donde debe de haber grifo. Al adquirir las mangueras, conviene seguir el consejo del cuerpo de bomberos local, dichas mangueras deben ostentar donde se especifique su funcionamiento bajo presión.

Fuede decirse que en general la manguera forrada de caucho es la que debe usarse para exteriores, siendo más recomendable para uso interior la manguera de fibra, sin forro. La mayor parte de los departamentos de bombero recomiendan mangueras que no excedan de treinta y ocho milímetros de diámetro, debido a la dificultad que puedan tener en manejar tamaños más grandes individuos sin la suficiente experiencia.

Toda clase de mangueras debe ser guardada de manera que pueda disponerse con rapidez de ellas en un momento dado. Son varias las clases de dispositivos para guardar, el uso de los cuales cumple con el propósito enunciado y mantendrán la manguera en buen estado cuando no esté en uso. Carretones, soportes de columpio y carros, son algunos de dichos dispositivos.

Las mangueras suelen dañarse por acción mecánica o por contacto con el calor, aceite, ácido o gasolina.

Desde luego, hay que protegerlas de todo daño mecánico mientras están almacenadas y cuando se encuentran es uso.

4.8.3 Ubicación y alturas necesarias

Para hacer frente a cualquier eventualidad es necesario tener depósitos de agua pues por lo general para luchar contra los incendios son necesarios grandes volúmenes de agua.

No es raro, por ejemplo el caso de precisar de 200 galones de agua por minuto para extinguir un incendio de cierta consideración. El alcance de la preparación necesaria, depende del tipo de operaciones que la instalación debe proteger y de factores tales como inflamabilidad del producto manipulado, de la materia prima empleada y de si el agua es el mejor medio extintor para el caso.

Todas las bocas de agua y conductos deben distinguirse claramente, hallarse libres de obstrucciones y ser conocidos por todos y cada uno de los miembros de la brigada contra incendios si esta existiera, o por el personal a cargo.

Junto a cada boca de agua debe instalarse un alojamiento con 200 pies de manguera, dos lanza-boquilla, una hacha, adaptadores rápidos para manguera como mínimo.

En el caso de los extinguidores portátiles se deben de localizar en las áreas específicas donde puedan ser utilizados, deben estar en un rango de altura de 90 a 120 centímetros del piso a la boquilla, perfectamente libres de obstáculos, claramente identificados con rótulos, además de que debe de haber por lo menos uno cada 2500 pies cuadrados de superficie de suelo, pero esto varía según el proceso de producción y el riesgo del mismo.

Hay que observar también lo siguiente, deben de ser colocados a una distancia de 75 pies de los riesgos serios, y a la de 200 de los ordinarios, hay que emplazar extintores de gran capacidad montados sobre ruedas.

4.8.3.1 Área de maquinado

En esta parte de nuestra planta se cuenta con una área total de 3,150 metros cuadrados, lo cual equivale a 33,894 pies cuadrados, siendo un área de poco riesgo y siguiendo con las normas presentadas anteriormente se deben disponer de un número igual o mayor a 14 extinguidores portátiles del tipo ABC.

4.8.3.2 Área de ensamble

Esta es un área de riesgo menor con una superficie de 1,084.5 metros cuadrados, equivalentes a 11,669.22 pies cuadrados, donde habrá de haber una cantidad no menor a 5 extinguidores del tipo ABC.

4.8.3.3 Área de pintura final y empaque

Aquí el proceso es de alto riesgo al ser utilizados líquidos inflamables y pinturas a presión para acabados finales, además de la localización del área de empaque donde se encuentran atisbado material para dicho proceso.

La superficie total es de 1,875.35 metros cuadrados, equivalentes a 20,178.8 pies cuadrados, donde se dispondrán un número no menor a 10 extintores portátiles, tipo ABC, situados a una distancia máxima de 75 pies del área de pintura, cada uno de ellos.

5. DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN

La realización eficiente de casi toda labor o tarea, ya sea industrial, de oficina, de negocios, de servicios o profesional, depende en cierto grado de tener la visión adecuada.

Un alumbrado eficaz es tan importante para el dentista que trabaja una pieza molar, como para el mecánico herramentista que pule el contorno de un molde para fabricar piezas de plástico.

Los criterios principales aplicables al ambiente visual son la cantidad de luz o iluminación, el contraste entre los alrededores inmediatos y la tarea específica a ejecutar, y la existencia o ausencia de deslumbramiento.

La cantidad de luz que se necesita para realizar un trabajo satisfactoriamente es afectada por varios factores independientes. Entre ellos:

1. El contraste entre el objeto visto y la circundancia inmediata. Los colores tienen también una influencia significativa sobre el contraste.
2. La reflexividad de las circundancias o alrededores.
3. Las dimensiones físicas del objeto que se ve.
4. La distancia de visión.
5. El tiempo permitido para ver.

Quando se diseña un sistema de iluminación artificial hay que tomar en cuenta todos estos factores para la optimización del sistema, así como otros factores de peso como puede ser edad de las personas, dificultad del trabajo a realizar, etc.

5.1 Generalidades

La iluminación es uno de los factores más importantes a considerar en el diseño de una planta o la remodelación de la misma.

Existen dos clases de alumbrado: general y complementario o individual.

La iluminación general de un ambiente da mayor uniformidad, pero mantener un nivel muy alto es costoso, por lo que muchas veces se prefiere utilizar el alumbrado complementario directamente en las áreas que requieren el más alto nivel, alumbrando el resto del ambiente con un nivel más bajo.

En los métodos de diseño de iluminación podemos encontrar los siguientes como principales: Punto por punto, curvas isolux, utilización o rendimiento y cavidad zonal.

Los dos primeros (punto por punto y curvas isolux), se aplican especialmente para alumbrado exterior, donde se desprecian factores de reflexión, y se considera que toda la luz producida por las lámparas es enfocada o dirigida hacia la superficie a iluminar.

Los últimos dos se aplican para el alumbrado de interiores, en los cuales un cálculo exacto o directo es prácticamente imposible, debido a las variantes de reflexión de los ambientes. Los dos se basan en factores experimentales, que relacionan el rendimiento lumínico total con las dimensiones y acabados de los ambientes.

Cabe decir que entre estos dos métodos, utilización y cavidad zonal, el más exacto es el de cavidad zonal, pero para nuestro estudio aplicaremos los dos para hacer una comparación entre ambos.

5.2 Situación actual de la iluminación

En general, se puede decir que la iluminación no se encuentra distribuida en forma óptima por lo cual, se han sugerido dos métodos para el cálculo de la misma.

Se puede observar la colocación de un sin número de lámparas, las cuales han sido instaladas según las necesidades que se han presentado al ir creciendo la planta en sus diferentes ambientes.

En la colocación de dichas lámparas no se han tomado en cuenta los métodos existentes para la instalación de las mismas, ni las características propias de la planta.

La seguridad de los operarios se ve afectada al realizar tareas que necesitan por su dificultad o precisión gran cantidad de iluminación o una distribución eficaz de la misma. Como se anotó las máquinas trabajan a grandes velocidades y los cortes de piezas deben de ser precisos, no cabe duda de la importancia de una iluminación adecuada es primordial para la seguridad de los operarios.

Se presentan problemas de sombra, debido a la colocación de lámparas en lugares no adecuados, o bien cuya luminosidad es menor de la requerida. Se puede observar la utilización de iluminación directa, estas están colocadas en la parte superior de la máquinas, dejando sus alrededores en oscuridad o con niveles de iluminación bajos.

Se debe de colocar un sistema de iluminación, el cual cubra todos los ambientes y espacios de las áreas estudiadas, no se deben de dejar sitios sin iluminación para seguridad de los operarios.

Los métodos se utilizarán desde el punto de vista comparativo, haciendo un análisis de cada uno de los sectores de la fábrica. Al finalizar los cálculos en cada uno de los métodos, se escogerá el que mejor se acondicione a las necesidades existentes.

5.2.1 Planta de máquinas

En el área de maquinado; que es donde se encuentran las cepilladoras, lijadoras de banda, torno, rebajadoras (routers), cierras de banda, etc. el trabajo es de gran contraste o tamaño, y las características que presenta el lugar son las siguientes: el piso es de cemento (semi claro), las paredes son de block sin pintura (oscuro), el techo es de lamina de zinc (claro), la edad de las personas que laboran en esta área es menor de 40 años, el largo total es de 70 metros y su ancho de 45.

Debido al trabajo que se realiza en esta área el coeficiente de mantenimiento es bueno, por la suciedad de las lámparas y por el tipo de proceso de producción, pero está contrarrestado por un buen plan de mantenimiento de todas las luminarias que actualmente existen.

Se ha observado, en esta área especialmente la falta de iluminación natural y la poca iluminación artificial, por lo que ciertos lugares se consideran inseguros para la realización en forma óptima del proceso de producción.

El tipo de techo es a dos aguas, formado por dos naves, y la altura mayor de colocación es de 4.40 metros.

Como se puede observar por la descripción anterior, las condiciones de iluminación que se requieren deben de ser ampliadas, si tomamos en cuenta que las lámparas existentes actualmente, se encuentran colocadas por posición, es decir en la parte superior de la maquinaria, dejando sin suficiente iluminación áreas de acceso y otras áreas de la planta.

5.2.2 Planta de ensamble

En el área de ensamble también se encuentra lijado de piezas pequeñas y herrajes, que es donde se colocan las bisagras, cerraduras, etc.

En esta parte de la planta, se tienen las siguientes características: el piso es de cemento (semi claro), las paredes son de block (claro) y el techo es de lámina de zinc (claro), las condiciones que imperan en esta área son de mejor contraste que la anterior, el techo se encuentra a una altura de 5.40 metros y cuenta con iluminación natural pero en pocas cantidades.

La utilización de luz artificial se puede disminuir colocando láminas transparentes en el techo para dejar pasar más luz natural y así disminuir el uso de luz artificial, lo que traería consigo la disminución del consumo de energía eléctrica.

5.2.3 Planta de acabados y empaque

En esta sección no se cuentan con muchos problemas en cuanto a la iluminación artificial debido a que está compensada con la iluminación natural, la cual si bien no está utilizada al máximo es mejor que en cualquiera de los ambientes anteriormente mencionados.

Las características que presenta esta área son techo de lámina de zinc (claro), el piso es de cemento (semi claro) y las paredes son de block (claro). Aquí el factor de mantenimiento es bueno igual que en las áreas de maquinado y ensamble, debido al plan de mantenimiento con que cuenta la empresa.

En la sección de acabados el mayor problema a controlar es la suciedad de las lámparas por la nebulización que se produce al pintar, debido a que esta tarea se realiza con aire comprimido y pistolas para pintura. En esta parte también se encuentra el área de empaque, la cual no presenta problemas, debido a que el tamaño de producto que se empaca es de gran tamaño.

5.3 Cálculos según métodos

En los métodos a utilizar hay unos pasos básicos los cuales mencionaremos a continuación:

5.3.1 Método de cavidad zonal

1. Cálculo de las reflectancias (F).

El cálculo de las reflectancias se basa en las paredes, piso y techo. Aquí se sacará un promedio de los mismos.

2. Nivel de iluminación (E).

La aplicación se basa en el tipo de trabajo a realizar y los factores de peso que lo afectan como: edad, dificultad del trabajo y reflectancia del los alrededores.

3. Factor de mantenimiento (F.M.)

El factor de mantenimiento se basa en la suciedad de las lámparas y el mantenimiento que se le dé se basa en los siguientes valores:

Muy bueno	----->	0.8
Bueno	----->	0.7
Regular	----->	0.6
Malo	----->	0.5

4. Relación de cavidades:

a. Rcc= Relación de cavidad cielo

$$Rcc = 5h_{cc} (1 + a) / (1 \times a)$$

donde hcc=altura de cavidad de cielo

b. Rca= Relación cavidad ambiente

$$Rca = 5h_{ca} (1 + a) / (1 \times a)$$

donde hca= altura de cavidad de ambiente

c. Rcp= Relación cavidad de piso

$$Rcp = 5 h_{cp} (1 + a) / (1 \times a)$$

donde hcp= altura de cavidad de piso

5. Reflectancia efectiva cavidad de cielo Fcc.

Esta se calcula con:

El porcentaje de reflectancias Pcielo, Pparedes y Rcc.

Nos da un valor en porcentaje de Fcc.

6. Reflectancia de cavidad de piso Fcp.

Esta se calcula con:

El porcentaje de reflectancias Ppiso, Pparedes y Rcp.

Nos da un valor en porcentaje de Fcp.

7. Coeficiente de utilización K.

El coeficiente de utilización se calcula en base al tipo de alumbrado directo, indirecto, general, semi indirecto, semi directo, la reflectancia de cavidad de cielo Fcc, la Pparedes y la Rcavidad ambiente.

8. Espaciamento máximo (E.M.), este es la distancia máxima que debe haber entre una y otra luminaria a colocar.

$E.M. = (1.5) hca$

donde 1.5 es una constante de utilización y hca, la altura de cavidad ambiente.

9. Número de luminarias, aquí se hará el cálculo del número total de luminarias a colocar a lo ancho y largo de nuestra área de trabajo.

No. luminarias a lo largo = $\text{largo} / E.M. =$

No. luminarias a lo ancho = $\text{ancho} / E.M. =$

Número total de luminarias = $\text{largo} \times \text{ancho} =$

10. Distribución de luminarias

* A lo largo = $\text{largo} / \text{No. de luminarias a lo largo} =$

Distancia entre pared y luminaria = $\text{a lo largo} / 2 =$

* A lo ancho = $\text{ancho} / \text{No. de luminarias a lo ancho} =$

Distancia entre pared y luminaria = $\text{a lo ancho} / 2 =$

11. Flujo total (Qt), es la cantidad total de lúmenes requeridos para la iluminación del área de trabajo.

$Qt = E \times \text{Área} / K \times F.M. =$

12. Flujo luminaria (Ql), es la cantidad de lúmenes por luminaria a instalar:

$Ql = Qt / \text{número de luminarias}$

13. Conclusión.

Los cálculos detallados se presentan en anexo y en el apéndice las tablas para realizar los cálculos necesarios.

5.3.2 Método de rendimiento o utilización

1. Cálculo de las reflectancias (P), según las condiciones del lugar de trabajo:

P_{paredes}

P_{cielo}

P_{piso}

Los porcentajes se buscan en la tabla de reflexiones, cuando el color es muy claro se toma el límite superior, cuando es muy oscuro el inferior, cuando es semi claro el promedio de ambos.

2. Nivel de iluminación (E), el cálculo se basa en el área de trabajo, el tipo de trabajo, la velocidad o exactitud y la reflectancia de los alrededores.

3. Altura de montaje (hm)

$hm = h - hpt$

donde h es la altura máxima donde se pueden colocar las luminarias, y hpt es la altura del plano de trabajo, para tareas que se realizan de pie es de 1.00 mts, para labores sentados será de 0.9 mts, cuando es una labor combinada como una área de dibujo es de 1.0 mts.

4. Relación de ambiente (RR)

La relación de ambiente se encuentra a partir de la siguiente formula:
 $RR = 1 \times a / hm (1 + a) =$

5. Tipo de iluminación a utilizar, semi indirecta, indirecta, general, directa, semi directa y el tipo si es de incandescencia o fluorescencia.

6. Factor de Mantenimiento (F.M)

Se basa al igual que en el método anterior en la limpieza de las luminarias y su mantenimiento.

Muy bueno	----->	0.8
Bueno	----->	0.7
Regular	----->	0.6
Malo	----->	0.5

7. Coeficiente de utilización (K), calculado por el tipo de alumbrado, el techo, paredes, piso y la relación de ambiente (RR).

8. Espaciamiento máximo entre luminarias a colocar.

$$E.M. = 1.5 (hm)$$

donde 1.5 es una constante de utilización y hm es la altura de montaje.

9. Número de luminarias

$$\text{No. luminarias a lo largo} = \text{largo} / E.M. =$$

$$\text{No. luminarias a lo ancho} = \text{ancho} / E.M. =$$

$$\text{Número total de luminarias} = \text{largo} \times \text{ancho} =$$

10. Distribución de luminarias

$$\begin{aligned} * \text{ A lo largo} &= \text{largo} / \text{No. de luminarias a lo largo} = \\ \text{Distancia entre pared y luminaria} &= \text{a lo largo} / 2 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \text{ A lo ancho} &= \text{ancho} / \text{No. de luminarias a lo ancho} = \\ \text{Distancia entre pared y luminaria} &= \text{a lo ancho} / 2 = \end{aligned}$$

11. Flujo total (Ot), es la cantidad total de lúmenes requeridos para la iluminación del área de trabajo.

$$Ot = E \times \text{Área} / K \times F.M. =$$

12. Flujo luminaria (Ol), es la cantidad de lúmenes por luminaria a instalar:

$$Ol = Ot / \text{número de luminarias}$$

13. Conclusión.

Los cálculos detallados se presentan en el anexo y en el apéndice las tablas para realizar los cálculos necesarios.

5.4 Resumen de resultados

5.4.1 Área de maquinado

5.4.1.1 Método de Cavidad zonal

- a. Altura del plano de trabajo 1 metro.
- b. Altura entre el plano de trabajo y la luminaria 2.50 metros.
- c. Espaciamiento máximo entre cada una de las luminarias 3.75 metros.
- d. Número de luminarias a lo largo de la planta 19.
- e. Número de luminarias a lo ancho de la planta 12.
- f. Número total de luminarias 228.
- g. Distribución de luminarias:
 - A lo largo: colocar 1 cada 3.68 metros, entre la pared y la primera luminaria y la última 1.94 metros.
 - A lo ancho: colocar 1 cada 3.75 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 1.87 metros.
- h. Flujo total requerido por la planta 891,678 lúmenes.
- i. Flujo requerido por cada luminaria 3,911 lúmenes.
- j. Tipo posible de luminaria a instalar.
 - 1 Lámpara fluorescente slimline de 56 watts y 4,400 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas.
- k. Cantidad aproximada de E=12,768 kWh.

En el siguiente gráfico se presenta en detalle la colocación de las luminarias.

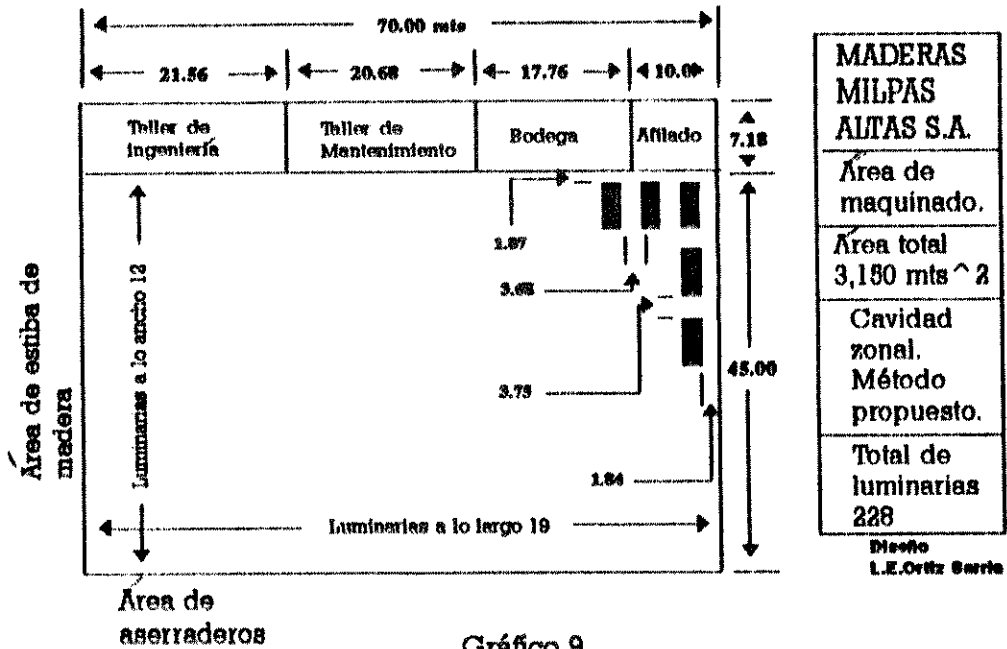


Gráfico 9.
Distribución del flujo lumínico.

5.4.1.2 Método de rendimiento

- Altura del plano de trabajo 1 metro.
- Altura entre el plano de trabajo y la luminaria 3.40 metros.
- Espaciamiento máximo entre cada una de las luminarias 5.10 metros.
- Número de luminarias a lo largo de la planta 14.
- Número de luminarias a lo ancho de la planta 9.
- Número total de luminarias 112.
- Distribución de luminarias:
 - A lo largo: colocar 1 cada 5.00 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 2.50 metros.
 - A lo ancho: colocar 1 cada 5.00 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 2.50 metros.
- Flujo total requerido por la planta 823,171 lúmenes.
- Flujo requerido por cada luminaria 7,350 lúmenes.
- Tipo posible de luminaria a instalar:
 - 2 Lámpara fluorescente estrobilada de 56 watts y 4,400 lúmenes con una duración aproximada de 12,000 horas
- Cantidad aproximada de kWh = $2 \times 56 \times 112 = 12,544$ kWh

En el siguiente gráfico se presenta en detalle la colocación de las luminarias.

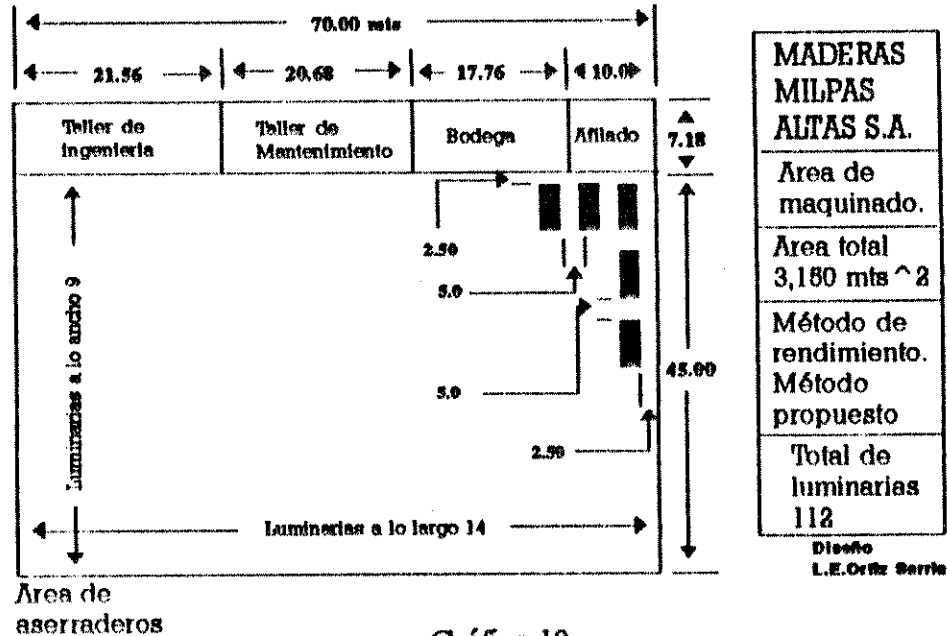


Gráfico 10.
Distribución del flujo lumínico.

5.4.2 Área de lijado, ensamble y herrajes

5.4.2.1 Método de cavidad zonal

- Altura del plano de trabajo 1 metro.
- Altura entre el plano de trabajo y la luminaria 2.50 metros.
- Espaciamiento máximo entre cada una de las luminarias 3.75 metros.
- Número de luminarias a lo largo de la planta 7.
- Número de luminarias a lo ancho de la planta 12.
- Número total de luminarias 84.
- Distribución de luminarias:
 - A lo largo: colocar 1 cada 3.44 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 1.72 metros.
 - A lo ancho: colocar 1 cada 3.75 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 1.87 metros.
- Flujo total requerido por la planta 299,035 lúmenes.
- Flujo requerido por cada luminaria 3,560 lúmenes.
- Tipo posible de luminaria a instalar:
 - 1 lámpara fluorescente slimline de 56 watts y 4,400 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas
- Cantidad aproximada de kWh= 56 x 84 = 4.704 kWh.

En el siguiente gráfico se presenta en detalle la colocación de las luminarias.

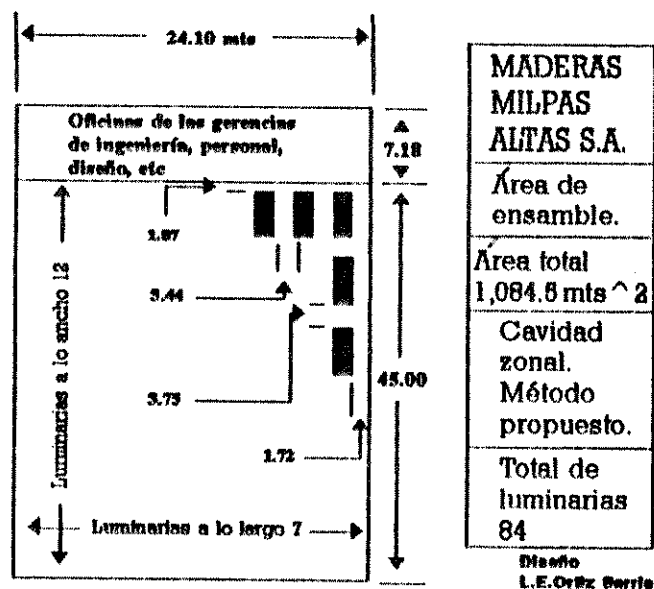


Gráfico 11.
Área de ensamble, lijado, herrajes.
Distribución del flujo lumínico.

5.4.2.2 Método de rendimiento

- a. Altura del plano de trabajo 1 metro.
- b. Altura entre el plano de trabajo y la luminaria 4.40 metros.
- c. Espaciamiento máximo entre cada una de las luminarias 6.60 metros.
- d. Número de luminarias a lo largo de la planta 4.
- e. Número de luminarias a lo ancho de la planta 7.
- f. Número total de luminarias 28.
- g. Distribución de luminarias:
 - A lo largo: colocar 1 cada 6.02 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 3.01 metros.
 - A lo ancho: colocar 1 cada 6.42 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 3.21 metros.
- h. Flujo total requerido por la planta 345,412 lúmenes.
- i. Flujo requerido por cada luminaria 12,336 lúmenes.
- j. Tipo posible de luminaria a instalar:
 - 2 Lámparas fluorescentes estiline de 73.5 watts y 6,300 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas
- k. Cantidad aproximada de kWh = $73.5 \times 2 \times 28 = 4,116$ kWh

En el siguiente gráfico se presenta en detalle la colocación de las luminarias.

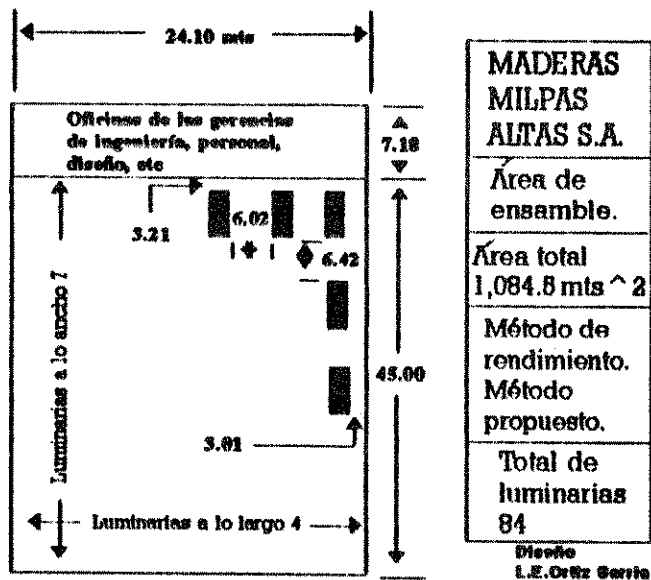


Gráfico 12.
Área de ensamble, lijado, herrajes.
Distribución del flujo lumínico.

5.4.3 Area de pintura final y empaque

5.4.3.1 Método de cavidad zonal

- Altura del plano de trabajo 1 metro.
- Altura entre el plano de trabajo y la luminaria 2.50 metros.
- Espaciamiento máximo entre cada una de las luminarias 3.75 metros.
- Número de luminarias a lo largo de la planta 10.
- Número de luminarias a lo ancho de la planta 14.
- Número total de luminarias 140.
- Distribución de luminarias:
 - A lo largo: colocar 1 cada 3.59 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 1.79 metros.
 - A lo ancho: colocar 1 cada 3.73 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 1.86 metros.
- Flujo total requerido por la planta 398,197 lúmenes.
- Flujo requerido por cada luminaria 2,844 lúmenes.
- Tipo posible de luminaria a instalar:
 - 1 lámpara fluorescente slimline de 38.5 watts y 2,900 lúmenes con una duración aproximada de 12,000 horas
- Cantidad aproximada de Kwh = $38.5 \times 140 = 5.39$ kwh.

En el siguiente gráfico se presenta en detalle la colocación de las luminarias.

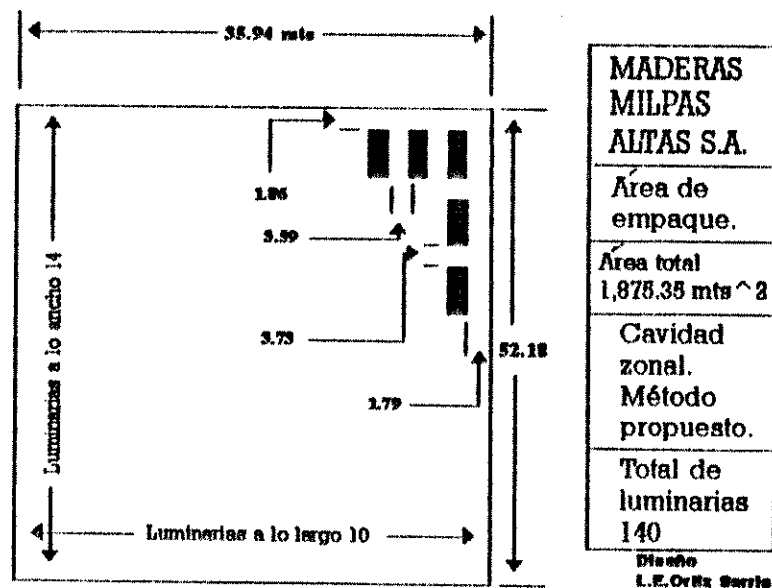


Gráfico 13.
Área de empaque.
Distribución del flujo lumínico.

5.4.3.2 Método de rendimiento

- a. Altura del plano de trabajo 1 metro.
- b. Altura entre el plano de trabajo y la luminaria 4.40 metros.
- c. Espaciamiento máximo entre cada una de las luminarias 6.60 metros.
- d. Número de luminarias a lo largo de la planta 6.
- e. Número de luminarias a lo ancho de la planta 8.
- f. Número total de luminarias 48.
- g. Distribución de luminarias:
 - A lo largo: colocar 1 cada 5.99 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 2.99 metros.
 - A lo ancho: colocar 1 cada 6.52 metros, entre la pared, la primera luminaria y la última 3.26 metros.
- h. Flujo total requerido por la planta 966,996 lúmenes.
- i. Flujo requerido por cada luminaria 7,646 lúmenes.
- j. Tipo posible de luminaria a instalar:
 - 1 lámpara fluorescente high output 110 watts y 9,000 lúmenes con una duración aproximada de 12,000 horas
- k. Cantidad aproximada de kWh = $1 \times 110 \times 48 = 5.28$ kWh.

En el siguiente gráfico se presenta en detalle la colocación de las luminarias.

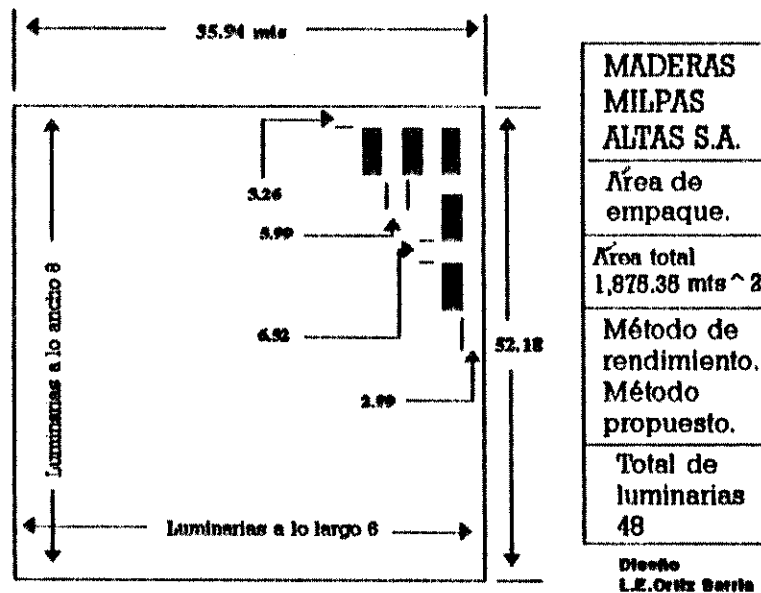


Gráfico 14.
Área de empaque.
Distribución del flujo lumínico.

5.5 Propuesta para la mejora de la iluminación

Para implantar una propuesta en la mejora del sistema de iluminación hay que tomar en cuenta ciertos aspectos, siendo tal vez el más importante de todos ellos el costo de la instalación nueva.

Entre las propuestas que se pueden recomendar a corto plazo sería el pintar las áreas de trabajo en colores más claros, los cuales aumentarán el nivel de reflectancia en un porcentaje más alto sobre todo en el área de maquinado, que es donde se presenta el mayor número de luminarias a instalar y donde los factores de reflectancias son los más bajos.

Podríamos recomendar un mayor número de láminas transparentes y una distribución simétrica de ellas para el aprovechamiento de la luz natural y así disminuir la cantidad de luminarias encendidas a horas en las que no son necesarias en su totalidad, debido al aprovechamiento de la luz natural.

Para las condiciones ambientales que la planta presenta se tienen los estudios de iluminación artificial antes mencionados, los cuales pueden ser implementados en una forma escalonada, es decir colocar un cierto número de luminarias según los cálculos efectuados, en los lugares donde su instalación sea más necesaria o prioritaria y posteriormente colocar las faltantes en los siguientes puntos a cubrir.

Cabe mencionar que la iluminación artificial se debe de utilizar únicamente cuando las condiciones de la planta así lo requieran (plantas de producción de varios niveles, proceso de producción sumamente finos, etc.), y no se pueda aplicar ninguna solución para el aprovechamiento de la luz natural, por lo cual debe esforzarse al máximo en la implementación de la misma, lo que traería consigo la disminución de los costos de producción directos en cuanto al consumo de energía eléctrica.

5.6 Distribución del flujo luminoso según áreas y método recomendado

En la sección de resumen de resultados se presenta los gráficos de cada una de las áreas que fueron estudiadas por cada uno de los métodos.

Para la distribución de este flujo luminoso se han tomado en cuenta todos los factores de la planta, pero queda a disposición de la persona encargada de poner en marcha este plan, la adecuación del mismo según las prioridades que el determine.

El método recomendado será el de rendimiento, ya que es el más económico. Su consumo será de aproximadamente 21.94 kilowatts hora, contra 22.862 kilowatts hora del método de cavidad zonal.

Esto quedará a discreción de las personas encargadas ya que al hacer una comparación los dos son factibles en su utilización y su diferencia de consumo es de aproximadamente 0.922 kilowatts hora; o sea menos de 1 kilowatts hora, lo que nos da un margen de aplicación y certeza de ambos.

En ambos métodos se utilizan luminarias similares las cuales son cilíndricas, unas de 57 watts y otras de 72.5 watts, coloradas dobles o sencillas, según sea el método y los requerimientos.

5.7 Luces de emergencia

En toda planta, edificio de oficinas, cines, lugares concurridos, etc. debe de existir un sistema de iluminación de emergencia el cual tiene como función resguardar a las personas, así como los bienes materiales.

Entre los sistemas de luces de emergencia actualmente en el mercado se pueden obtener una gran gama, según las necesidades que presente el lugar donde se han de colocar.

Estos sistemas de emergencia funcionan en su mayoría con un sistema automático que al no tener corriente de alimentación estos se encienden y al volver de nuevo estos se apagan. Hay otros los cuales al ser reducido el potencial de alimentación, antes de que este falte en su totalidad, estas lámparas se encenderán hasta que las condiciones vuelvan a ser normales.

5.7.1 Situación actual

Actualmente en la planta en mención no existe un sistema de iluminación de emergencia, lo cual es una causa de riesgo de posibles accidentes. Se debe de tomar en cuenta que dado el tipo de proceso industrial con que nuestra empresa cuenta, es de suma importancia la colocación de estos sistema en puntos claves los cuales deben ser bien definidos.

La colocación estará en función de los procesos realizados y los ambientes de trabajo.

En el área de maquinado es necesario la implantación de luces de emergencia, debido a que es aquí donde se encuentra la mayor cantidad de trabajo en proceso, los pasillos y áreas de acceso se encuentran ocasionalmente obstruidos, lo cual dificultará en caso de emergencia el abandono del edificio en forma inmediata y segura.

El área de almacenamiento de líquidos inflamables y solventes, es otra a la que se le debe de dotar con equipo de emergencia como prioridad.

Las áreas de pintura y acabados no presentan mayores riesgos, pero no quiere decir que no sean necesarios los sistemas de iluminación de emergencia bien localizados, sobre todo en las salidas de emergencia.

En el cuarto de calderas no existe ningún sistema de iluminación por lo que será también prioritario la colocación del mismo.

5.7.2 Distribución propuesta para la localización de lámparas de emergencia

Entre los lugares donde deben de existir iluminación de emergencia se pueden mencionar:

1. Cuarto de calderas.

Con el fin de poder controlar la presión de la misma y así evitar accidentes mayores.

2. Bodega de materiales inflamables.

Al haber iluminación de emergencia se evitará que algún empleado

encienda un fósforo u otro tipo de instrumento que produzca flama y ponga en riesgos su seguridad y la de sus compañeros de trabajo.

3. Área de pasillos de acceso.

Sobre todo en las áreas que llevan a las salidas de emergencia.

4. Servicios sanitarios.

5. Área de patines de estiba.

Así se evitará el tener que encender algún tipo de instrumento que produzca flama.

6. Planta de maquinado.

Debe de existir para que los trabajadores hagan llegar a la posición de apagado todo el equipo y no correr riesgos si la energía volviera de forma inesperada.

7. Parte exterior de los hornos de secado de madera.

Aquí es de suma importancia para tener visión de la temperatura de secado.

8. Área de pintura y empaque.

Por las características de este lugar no se debe de encender ningún tipo de dispositivo que produzca flama, recordar que aunque la energía eléctrica falte los dispositivos de aire comprimido estarán llenos lo que podría causar serios daños.

9. Área de corte basto.

Aquí donde están las sierras más grandes, y las piezas de madera de gran tamaño, debe de existir iluminación por situaciones como llevar la maquinaria a la posición de apagado, además de poder guiarse por el área de trabajo y no ponerse en el peligro con las piezas a trabajar.

10. Salidas de emergencia.

Aquí debe de existir por que si fuese por algún tipo de incendio la falta de energía eléctrica los trabajadores sabrán hacia donde dirigirse.

11. Barita de entrada.

Por seguridad de las personas y de los bienes materiales.

12. Lugares donde se encuentren mangueras extinguidoras contra incendios, equipo de primeros auxilios, extintores de incendios portátiles, etc.

13. Oficinas.

14. Escaleras.

Estos son algunos de los lugares donde deben de colocarse dispositivos de iluminación de emergencia, pero estos pueden ampliarse según las necesidades posteriores que determine el encargado de seguridad de la empresa.

La colocación será, al menos, de una lámpara de emergencia por cada lugar mencionado.

6. DISMINUCIÓN TÉCNICA DEL RUIDO

6.1 Introducción

En esta parte del trabajo se enfoca el tema del control de ruido ligado tanto a la seguridad como a la higiene industrial, como al mejoramiento del ambiente de trabajo, ya que se ha demostrado que el ruido es causante de problemas de salud y enfermedades "profesionales", así como de una disminución en la productividad de los trabajadores.

Por ser éste un tema no estudiado a fondo en nuestro medio y por existir cierta inquietud en algunos sectores preocupados por el deterioro de la salud en nuestra población debido al ruido, se trata de dar un enfoque general del tema sin descuidar la inmediata aplicación al sector industrial.

Como se menciona en el capítulo III (MEDIDAS DE SEGURIDAD POR RUIDO DE TRABAJO), existen ciertos mecanismos de protección personal para el sistema auditivo, pero estos deben de ser utilizados cuando no existen otras formas de poder solucionar los problemas de ruido.

Los mecanismos de protección personal causan algunas veces molestias al trabajador, por lo cual estos no los utilizan. Debido a esto posteriormente se mencionarán algunos mecanismos o técnicas utilizadas para la disminución significativa del ruido.

6.2 Análisis de la situación actual

Actualmente la planta de producción, especialmente en el Área de maquinado que es donde se presenta la mayor cantidad de ruido no cuenta con ningún método de protección que no sean los tapones auditivos.

Por las condiciones que se presenta como son: de paredes de block, y una altura de aproximadamente de 4.40 metros, el ruido tiende a rebotar en las paredes y el techo, lo que hace que el recinto sea una especie de caja acústica.

Una de las formas que se pueden tomar para la disminución del ruido significativamente, sería la instalación de un techo de tipo curvo de aluminio, el cual debido a su composición de lámina de acero, con un revestimiento de aluminio, azufre y silicio, es una lámina muy resistente a la corrosión, además que estas cubiertas son térmicas, es decir no sufren gran variación de temperatura en los ambientes interiores, es el más térmico que existe de todos los techos y su composición y forma hacen que sea mejor su comportamiento acústico que el techo de dos aguas.

La propagación del sonido en espacios cerrados es el caso más usual que se tiene, y es la característica que presenta nuestra planta de producción. A continuación mencionaremos algunos tipos de mecanismos para la disminución del ruido.

La seguridad, debida al ruido es afectada debido a la falta de concentración y comunicación entre los operarios. Muchas veces debido al ruido los operarios abandonan sus puestos de trabajo, o no realizan este en forma óptima.

Hay que mencionar que a largo plazo el ruido puede ocasionar sordera, y en operaciones de día a día afecta a la eficiencia del trabajador y no permite una recuperación efectiva.

El ruido confuso, es característica de estas empresas, el cual no se desvía significativamente de un cierto valor durante todo el día.

Información proporcionada por la empresa determina que el nivel de ruido es de aproximadamente 115 db, cuando el equipo se encuentra funcionando en conjunto. Se pudo determinar que las maquinas que producen mayor cantidad de ruido son las cepilladoras y las sierras circulares.

Para contrarrestar esta situación se mencionan a continuación dispositivos de protección individual y la implementación de otros mecanismos como los paneles aerens y la espuma acustica.

6.3 Propuesta para la mejora

Para controlar los ruidos existe una técnica que lleva por nombre el de aislamiento de máquinas, este se utiliza cuando se tienen máquinas que producen mucho ruido lo que se hace es aislar las máquinas con tabiques dotados de material que sea aislante al ruido como: fibra de vidrio, duroport, etc. alrededor de la máquina en forma de cubículo lo suficiente grande para que el operador que la manipula tenga el espacio suficiente para su operación.

La técnica de aislar las áreas o máquinas que producen demasiado ruido es una de los métodos más usados en nuestro medio, pues es un método sencillo de aplicar y de lo más económico que existe, sin embargo hay que tomar en cuenta que no siempre se puede aplicar esta técnica por las limitaciones que existen en las áreas de trabajo ya en la realidad, pues con frecuencia las distribuciones de maquinaria no contemplan el estudio de ruidos, esto se hace cuando con el tiempo se quejan los trabajadores y se tiene la necesidad de ver que soluciones se le buscan al problema.

Se debe tomar en cuenta que cuando se aíslan, los tabiques que conforman la separación de las máquinas, los roedores atacan directamente la fibra de vidrio, y el duroport, por lo que se debe de tomar medidas precautorias cuando se apliquen.

Otro método con la implementación de paneles aerens, o de tipo triangular. Al situarse estos en puntos claves la disminución del ruido se verá reducida considerablemente. No hay que escatimar esfuerzos en la solución de estos problemas, los cuales afectan al trabajador físicamente y reduce nuestra productividad.

Los datos técnicos de los paneles aerens y los absorbedores de tipo triangular son presentados a continuación.

6.4 Implementación de otros mecanismos

6.4.1 Colocación de paneles aéreos

La técnica utilizada en la industria para reducir los niveles de ruido en áreas donde aislar no es posible, es el colgar paneles aéreos con materiales absorbentes de las ondas sonoras, existen muchos nombres comerciales en la industria de estos productos sin embargo la base de estos materiales sigue siendo **fibra de vidrio y el duroport**, las dimensiones de los paneles dependerá de la cantidad de ondas sonoras que se quieran absorber y la altura a la cual se colgarán, dependerá también de las condiciones de trabajo imperantes en el área donde se colocarán.

6.4.1.1 Paneles verticales de cielo

Estos son paneles gruesos, cuadrados y unidades acústicamente eficientes, diseñados para interrumpir el ruido reduciendo los niveles de ruido o el reverbero de las ondas sonoras.

Este tipo de paneles se usan frecuentemente donde hay restricciones de espacio y no permiten usar paredes acústicas, estos paneles tienen una orilla frecuentemente de acero o hierro que le sirven de marco, la superficie de ambos lados son de material mineral absorbente y son finalizadas con una capa de pintura blanca de vinyl-latex, para que se puedan lavar con facilidad, estos paneles vienen dotados con colgadores o grapas para sustentarlos en el techo para que su instalación sea fácil.

Estas unidades las venden casas comerciales que se dedican a este ramo y las venden en paquetes de cinco unidades de dos pies por dos pies por 3/4 de pulgada de anchos aunque bajo pedidos especiales las pueden elaborar del tamaño que uno desee, el peso aproximado de los paneles estándar es más o menos de 7 libras por unidad.

A continuación se presenta un esquema del panel mencionado anteriormente.

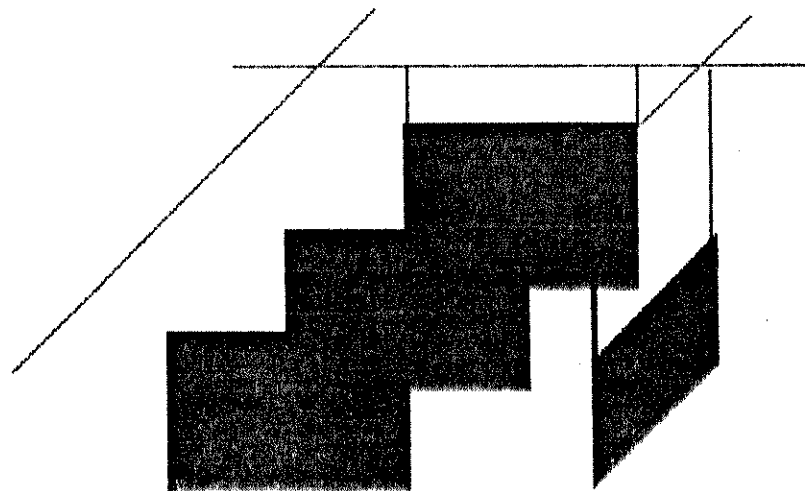


Gráfico 15.
Paneles de techo.

6.4.1.2 Ventanales protectores de ruido

Estos ventanales son usados como barreras de inserción entre los trabajadores o áreas de trabajo y las fuentes emisoras de ruido interrumpiendo parcialmente las ondas sonoras al absorber el ruido de la fuente original al personal que trabaja en el área.

Los paneles son resistentes a los golpes y son de material mineral de fibra de vidrio absorbente a las ondas sonoras por ambos lados con una capa de 10 milésimas de pintura de vinyl-latex de color blanco, para que se pueda lavar fácilmente. Las orillas o marcos son de aluminio anodizado de color negro.

Estos sistemas son sumamente versátiles y su colocación es sumamente fácil. Las ventanas básicas son de cuatro pies por seis pies, que se pueden completar con dos pies por seis pies de material transparente y resistente a los rayones para una visión clara entre los paneles, esto puede producir de seis pies a ocho pies de ventana visión, que son muy conveniente entre los ambientes, pudiéndose conectar unos con otros con pines, para hacer paneles continuos, inclusive simular paredes, el peso de cada panel de cuatro pies por seis pies es de 75 libras aproximadamente.

6.4.1.3 Absorvedores tipo triangular

Estos son construidos con materiales minerales muy eficientes de fibra de vidrio, diseñados para absorber directamente de ambos lados del panel de las fuentes emisoras de ruidos.

Estas deben instalarse en áreas restringidas de espacio o en áreas donde están restringidos los demás métodos de absorción de sonidos.

Estos paneles tienen pintado las orillas que le sirven de marco y pueden armarse fácilmente en el lugar de trabajo, están pintadas con pintura color blanco de vinyl-latex para que se les pueda dar fácilmente mantenimiento de limpieza, en la parte superior tienen colgadores para que se puedan instalar, las dimensiones estándar de cada panel son de un pie de ancho por once pies de profundidad por tres pies de largo, siendo su peso de 7.3 libras por unidad.

Ver figura a continuación.

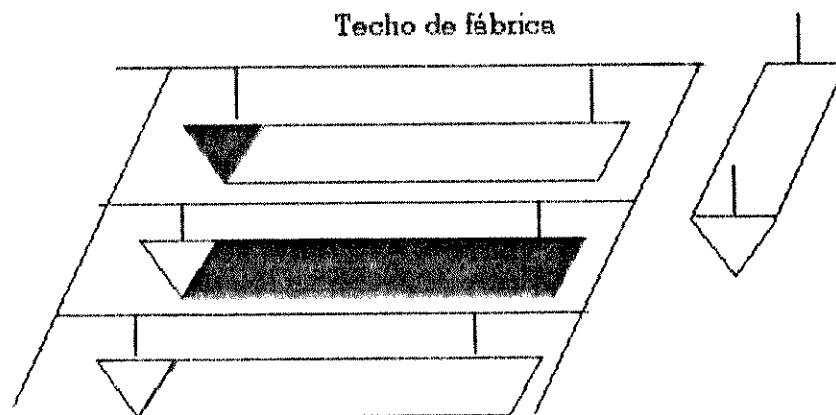


Gráfico 16.
Panel triangular.

6.4.1.4 Absorvedores triangulares continuos

Este tipo absorvedor de sonidos, es uno de los sistemas más eficientes y mas versátiles para el control del revervedero del sonido (rebote de ondas sonoras), estos son ensamblados en el lugar de trabajo en cordones continuos tan largos como se necesiten, tienen marcos de acero pintados con color negro, los paneles son de material mineral de fibra de vidrio y pintados con pintura blanca de vinyl-latex para su fácil mantenimiento, la superficie de estos paneles son resistentes a los golpes, ya que se pueden diseñar con mayor profundidad para obtener mayor rugosidad en la superficie.

Estos se pueden colgar a la estructura del edificio, mediante colgadores manuales. Este tipo de paneles interfiere en lo mínimo con las luces del edificio, accesos del edificio, etc. El tamaño de los paneles estándar de este tipo son de 2 pies de ancho por 13 de profundidad, el largo lo decide el usuario según sus necesidades.

Ver esquema representativo a continuación.

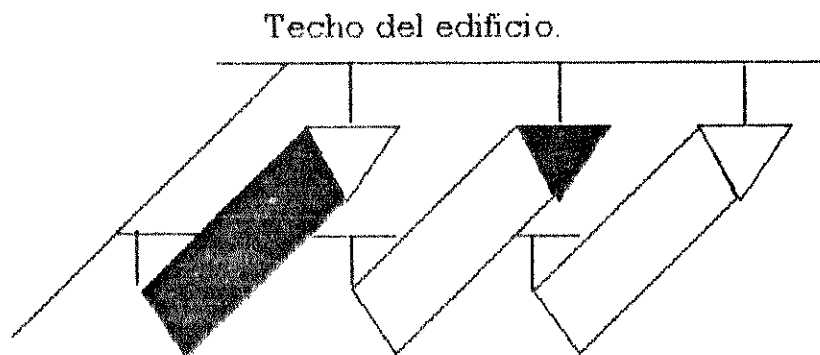


Gráfico 17.
Paneles colgantes.

6.4.1.5 Espuma acústica

Este es un material flexible de poro abierto muy utilizado como aislante de sonidos, lo aplican al diseñar bocinas de sonido, esta espuma va colocada en la parte interior de la caja de la bocina, también es utilizada pegada a un respaldo rígido como planchas a la par de la maquinaria que hace mucho ruido en su funcionamiento.

Reduce el revervedero de las ondas provocadas por la máquina sin tener que estar en un cubículo cerrado, esta espuma acústica, utilizada con los otros sistemas de reducción del ruido es sumamente efectiva para reducir el mismo, esta espuma se coloca muy cerca del punto que produce el ruido, ya sea colocándola en una tabla como respaldo o simplemente pegada con algún adhesivo al punto emisor del ruido. Cuando se maneja este tipo de espumas acústicas se debe tener el cuidado con el manejo de la misma ya que da un picor en la piel, debido a su origen mineral.

CONCLUSIONES

1. Es necesaria la creación de un departamento específico que se ocupe de la seguridad del trabajador y de las instalaciones físicas de la planta.
2. Deben crearse reglas de trabajo para cada operación, tomando en cuenta la dificultad que presenta, y la destreza que debe de tener la persona que la realice.
3. Las reglas de trabajo deben cumplirse al pie de la letra y no deben ser infringidas por ninguna persona, debido a que pueden poner en peligro su seguridad personal y la del grupo.
4. Deben hacerse análisis de cada puesto de trabajo y verificar que el método que se esta empleando es el mas adecuado.
5. Crear un plan de evaluación periódica de las instalaciones y el equipo.
6. Poner en práctica el diseño creado para las líneas de producción en el área de ensamble, lo cual traerá, un mayor aprovechamiento de las instalaciones y una mayor productividad, al haber menores retrasos y traslados innecesarios.
7. Dotar el equipo de calderas de todos los mecanismos de seguridad mencionados anteriormente, para disminuir al máximo los riesgos.
8. Crear guardas de seguridad para los equipos que presentan riesgos en su uso, manejo y partes mecánicas de transmisión de fuerza.
9. Empezar un plan para la adquisición de un sistema de pararrayos para la planta y sus alrededores.
10. Mejorar el sistema de iluminación en las áreas de trabajo analizadas.
11. Implantación de un plan para la seguridad de los operarios, personal de oficina, y las instalaciones físicas.
12. Colocar absorbedores de ruido de tipo triangular o paneles aéreos, además de aislar las máquinas con espuma acústica que lo permitan en su estructura, para la reducción del ruido y hacer agradable a los operarios su estancia en el lugar de trabajo.
13. Disponer de un sistema de iluminación para los sitios claves como: pasillos, gradas, planta de maquinado, ensamble, bodegas, salidas de emergencia, dado que al presentarse una eventualidad el personal pueda abandonar las instalaciones de una forma rápida y segura.
14. Implementar la colocación de sistemas de extintores fijos y móviles según las necesidades y áreas de trabajo, así como reacondicionar los existentes.

RECOMENDACIONES

1. Debe implementarse el departamento de seguridad industrial, ya que si bien la inversión inicial es grande, ésta será menor que las pérdidas que se pueden sufrir al ocurrir siniestros en la fábrica.

2. Realizar el cambio de las líneas de producción en el área de ensamble, para un mejor aprovechamiento del espacio y la reducción de costos, al eliminar los traslados y las demoras producidas por los cuellos de botella.

3. Crear las reglas de trabajo que gobiernen a todos los empleados de la empresa.

4. Dotar del equipo de protección personal a cada trabajador, según sea el ambiente de trabajo y obligarlo a su uso.

5. Señalizar claramente los lugares donde se encuentran dispositivos o equipos contra incendios y las salidas de emergencia.

6. Capacitar a los trabajadores en el uso y manejo de los sistemas contra incendios.

7. Instalar el equipo contra incendios adecuado a la labor de producción que se realice.

8. Implementar el sistema de pararrayos, para la protección del elemento humano y las instalaciones de la empresa.

9. Realizar cambios en el sistema de iluminación en las áreas estudiadas, utilizando el método de rendimiento, ya que es el más económico en consumo de energía eléctrica.

10. Colocar el sistema de iluminación de emergencia en los lugares mencionados como: gradas, salidas de emergencia, pasillos, cuarto de caldera, etc.

11. Realizar otros estudios para la disminución del ruido desde su fuente de origen.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blake, Roland P, **Seguridad Industrial**. Mexico: Editorial Diana, 1984.
2. Grimaldi, John V, **La seguridad industrial, su administración**. Mexico: Editorial Alfaomega, 1991.
3. Cordón, Mario Rene, **Guía para la administración de un programa de seguridad e higiene industrial**. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1983.
4. Martínez Ovando, José Francisco, **Control de ruido en maquinaria y edificios industriales**. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1985.
5. Fuentes Tinti, Jorge Alfredo, **Seguridad industrial y manejo de materiales en un taller mecánico**. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1984.
6. Duque Ortiz, Hebert Alberto, **Protección contra descargas atmosféricas por medio de pararrayos ionizantes**. Tesis Ing. Elec. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1990.
7. Esquivel Duarte, Carlos Enrique, **Protección contra descargas atmosféricas**. Tesis Ing. Elec. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1976.
8. Oliva Zuleta, Carlos Fernando, **Técnicas para la distribución de maquinaria**. Tesis Ing. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1988.
9. Torres, Sergio, **Ingeniería de plantas**. Tesis Ing. Ind. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1985.

ANEXO

CÁLCULOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE ILUMINACION REQUERIDOS

Area de maquinado

Método de cavidad zonal

1. Cálculo de las reflectancias (F).

Pcielo \longrightarrow 60 %, lámina de zinc, claro.

Fpiso \longrightarrow 40 %, piso de cemento verde, semi claro.

Fparedes \longrightarrow 35 %, paredes de block sin pintura, oscuras.
135 % = 45 % promedio de reflectancia.

2. Nivel de iluminación (E).

Aquí se realizan labores de gran contraste o tamaño.

E = 100-150-200 lux

Se analizan los factores de peso como son:

Edad promedio de los trabajadores < 40 años se asigna	-1
Exactitud en el trabajo, se le asigna	0
Reflectancia (F)	0
	-1

Se escoge el valor medio que es E=150 lux.

3. Factor de mantenimiento (F.M.)

F.M. = 0.7 (bueno)

4. Relación de cavidades:

a. Fcc= Relación de cavidad de cielo

$$Fcc = 5(0.90)(70+45) / 70 \times 45 = 517.5/3,150 = 0.16$$

b. Fca= Relación de cavidad de ambiente

$$Fca = 5(2.50)(70+45) / 70 \times 45 = 1,437.50/3,150 = 0.4563$$

c. Fcp= Relación cavidad de piso

$$Fcp = 5(1)(70+45) / 70 \times 45 = 575/3,150 = 0.18$$

5. Reflectancia efectiva cavidad de cielo Fcc.

Pcielo= 60 %

Fparedes= 35 %

Fcc= 0.16

Fcc= 67 %, según tabla.

6. Reflectancia de cavidad de piso Fcp.

Fpiso= 40 %

Fparedes= 35 %

Fcp= 0.18

Fcp= 48 %, según tabla.

7. Coeficiente de utilización K.

Fcc= 66 %

Fparedes= 40 %

Fca= 0.45

K= 0.78 por interpolación de Lagrange's

Debido a que Fcp = 48% y es mayor que el 20% se aplica el factor de corrección (F.C.), que es igual a 1.07.

El coeficiente K corregido es igual a:

$$K = 0.708 \times 1.07 = 0.757$$

8. Espaciamento máximo (E.M.)

$$E.M. = 1.5(hca) =$$

$$E.M. = 1.5(2.50) = 3.75$$

9. Número de luminarias.

$$\text{No. luminarias a lo largo} = 70/3.75 = 18.66 = 19 \text{ luminarias.}$$

$$\text{No. luminarias a lo ancho} = 45/3.75 = 12 \text{ luminarias.}$$

$$\text{No. total de luminarias} = 19 \times 12 = 228 \text{ luminarias.}$$

10. Distribución de luminarias.

$$* \text{ A lo largo} = 70/19 = 3.68 \text{ metros.}$$

$$\text{Distancia entre pared y luminaria} = 3.68/2 = 1.84 \text{ metros.}$$

$$* \text{ A lo ancho} = 45/12 = 3.75 \text{ metros.}$$

$$\text{Distancia entre pared y luminaria} = 3.75/2 = 1.87 \text{ metros.}$$

11. Flujo total (Qt), cantidad de lúmenes requeridos para la iluminación del área de trabajo.

$$Qt = E \times \text{Área} / K \times F.M. =$$

$$Qt = 150 \times 3,150 / 0.757 \times 0.7 = 472,500/0.5299 = 891,678 \text{ lúmenes}$$

12. Flujo por luminaria a instalar (Ql).

$$Ql = 891,678/228 = 3,911 \text{ lúmenes por luminaria.}$$

13. Conclusión.

Se pueden colocar una lámpara fluorescentes slimline de 56 watts y 4,400 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas.

Método de rendimiento o utilización

1. Nivel de reflectancias (P)

Pcielo \longrightarrow 60 %, lámina de zinc, claro.

Ppiso \longrightarrow 40 %, piso de cemento verde, semi claro.

Pparedes \longrightarrow 35 %, paredes de block sin pintura, oscuras.

$$135 \% = 45 \% \text{ promedio de reflectancia.}$$

2. Nivel de iluminación (E).

Aquí se realizan labores de gran contraste o tamaño.

C = 100-150-200 lux

Se analizan los factores de peso como son:

Edad promedio de los trabajadores < 40 años se asigna -1

Exactitud en el trabajo, se le asigna 0

Reflectancia(P) 0

-1

Se escoge el valor medio que es E=150 lux.

3. Altura de montaje (hm)

$hm = h - hpt$; donde h= 4.40 metros y hpt= 1.0 metro

$$hm = 4.40 - 1.0 = 3.40 \text{ metros.}$$

4. Relación de ambiente (RR)

$$RR = 70 \text{ mts} \times 45 \text{ mts} / 3.40 (70 + 45) = 8.05$$

5. Tipo de iluminación a utilizar.
Iluminación General.

6. Factor de mantenimiento (F.M.)
F.M. = 0.7 (bueno)

7. Coeficiente de utilización (CU)
Alumbrado —————> general
Techo —————> claro
Paredes —————> obscuro
Piso —————> semi claro
RR —————> 8.05
K, por interpolación de Lagrange's = 0.82

8. Esparcimiento máximo.
E.M.=1.5 (3.40)=5.10 metros

9. Número de luminarias.
No. luminarias a lo largo = $70/5.10=14$
No. luminarias a lo ancho = $45/5.10=9$
Número total de luminarias $14 \times 9=126$ luminarias.

10. Distribución de luminarias.
* A lo largo= $70/14=5$ metros
Distancia entre pared y luminaria= $5/2=2.5$ metros.
* A lo ancho= $45.0/9=5$ metros
Distancia entre pared y luminaria= $5/2= 2.5$ metros.

11. Flujo total (Qt).
 $Qt = E \times \text{Área} / K \times F.M. = 150 \times 3,150 / 0.82 \times 0.7 = 823,171$ lúmenes

12. Flujo por luminaria (Ql).
 $Ql = 823,171 / 126 = 7,350$ lúmenes por luminaria

13. Conclusión.
Se pueden colocar dos lámparas fluorescentes slimline de 56 watts y 4,400 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas.

Área de lijado, ensamble y herrajes

Método de cavidad zonal

1. Cálculo de las reflectancias (P).
Pcielo ———> 70 %, lámina de zinc, claro.
Ppiso ———> 50 %, piso de cemento verde, semi claro.
Pparedes —> 60 %, paredes de block sin pintura, claro.
180 % = 60 % promedio de reflectancia.

2. Nivel de iluminación (E).
Aquí se realizan labores de gran contraste o tamaño.
E = 100-150-200 lux
Se analizan los factores de peso como son:

Edad promedio de los trabajadores < 40 años se asigna	-1
Exactitud en el trabajo, se le asigna	+1
Reflectancia(P)	<u>0</u>
	0

Sé escoje el valor medio que es $E=150$ lux.

3. Factor de mantenimiento (F.M.)

F.M. = 0.7 (bueno)

4. Relación de cavidades:

a. Rcc= Relación de cavidad de cielo

$$R_{cc} = 5(1.90)(24.10+45) / 24.10 \times 45 = 656.45/1,084.5=0.605$$

b. Rca= Relación de cavidad de ambiente

$$R_{ca} = 5(2.50)(24.10+45) / 24.10 \times 45 = 863.75/1,084.5=0.796$$

c. Rcp= Relación cavidad de piso

$$R_{cp} = 5(1)(24.10+45) / 24.10 \times 45 = 345.5/1,084.5 = 0.318$$

5. Reflectancia efectiva cavidad de cielo Fcc.

Fcielo= 70 %

Fparedes= 60 %

Rcc= 0.605

Fcc= 65 %, según tabla.

6. Reflectancia de cavidad de piso Fcp.

Fpiso= 50 %

Fparedes= 60 %

Rcp= 0.318

Fcp= 49 %, según tabla.

7. Coeficiente de utilización K.

Fcc= 65 %

Fparedes= 60 %

Rca= 0.80

K= 0.72 por interpolación de Lagrange's

Debido a que Fcp = 49% y es mayor que el 20% se aplica el factor de corrección (F.C.), que es igual a 1.08.

El coeficiente K corregido es igual a:

$$K = 0.72 \times 1.08 = 0.777$$

8. Espaciamiento máximo (E.M.)

$$E.M. = 1.5(hca) =$$

$$E.M. = 1.5(2.50) = 3.75$$

9. Número de luminarias.

$$\text{No. luminarias a lo largo} = 24.10/3.75=6.42= 7 \text{ luminarias.}$$

$$\text{No. luminarias a lo ancho} = 45/3.75=12 \text{ luminarias.}$$

$$\text{No. total de luminarias} = 7 \times 12 = 84 \text{ luminarias.}$$

10. Distribución de luminarias.

$$* \Delta \text{ lo largo} = 24.10/7 = 3.44 \text{ metros.}$$

$$\text{Distancia entre pared y luminaria} = 3.44/2 = 1.72 \text{ metros.}$$

$$* \Delta \text{ lo ancho} = 45/12 = 3.75 \text{ metros.}$$

$$\text{Distancia entre pared y luminaria} = 3.75/2 = 1.87 \text{ metros.}$$

11. Flujo total (Qt), cantidad de lúmenes requeridos para la iluminación el Área de trabajo.

$$Qt = E \times \text{Área} / K \times F.M. =$$

$$Qt = 150 \times 1,084.5 / 0.777 \times 0.7 = 162,675 / 0.544 = 299,035 \text{ lúmenes.}$$

12. Flujo por luminaria a instalar (Ql).

$$Ql = 299,035 / 84 = 3,560 \text{ lúmenes por lámpara.}$$

13. Conclusión.

Se puede colocar una lámpara fluorescentes slimline de 56 watts y 4,400 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas.

Método de rendimiento o utilización

1. Nivel de reflectancias (P)

Pcielo \longrightarrow 70 %, lámina de zinc, claro.

Ppiso \longrightarrow 50 %, piso de cemento verde, semi claro.

Pparedes \longrightarrow 60 %, paredes de block sin pintura, claro.

180 % = 60 % promedio de reflectancia.

2. Nivel de iluminación (E).

Aquí se realizan labores de gran contraste o tamaño.

C = 100-150-200 lux

Se analizan los factores de peso como son:

Edad promedio de los trabajadores < 40 años se asigna -1

Exactitud en el trabajo, se le asigna +1

Reflectancia(P) $\frac{0}{0}$

Se escoge el valor medio que es E=150 lux.

3. Altura de montaje (hm)

hm = h - hpt ; donde h= 5.40 metros y hpt= 1.0 metro

$$hm = 5.40 - 1.0 = 4.40 \text{ metros.}$$

4. Relación de ambiente (RA)

$$RA = 24.10 \text{ mts} \times 45 \text{ mts} / 4.40 (24.10 + 45) = 3.57$$

5. Tipo de iluminación a utilizar.

Iluminación General.

6. Factor de mantenimiento (F.M.)

F.M. = 0.7 (bueno)

7. Coeficiente de utilización (K)

Alumbrado \longrightarrow general

Techo \longrightarrow claro

Paredes \longrightarrow claro

Piso \longrightarrow semi claro

RA \longrightarrow 3.57

K, por interpolación de Lagrange's = 0.6728

8. Espaciamiento máximo.

$$E.M. = 1.5 (4.40) = 6.60 \text{ metros}$$

9. Número de luminarias.

No. luminarias a lo largo = $24.10/6.60=3.65 = 4$

No. luminarias a lo ancho = $45/6.60=6.81 = 7$

Número total de luminarias $4 \times 7=28$ luminarias.

10 Distribución de luminarias.

* A lo largo= $24.10/4=6.02$ metros

Distancia entre pared y luminaria= $6.02/2=3.01$ metros.

* A lo ancho= $45.0/7=6.42$ metros

Distancia entre pared y luminaria= $6.42/2= 3.21$ metros.

11. Flujo total (Ot).

$Ot = E \times \text{Área} / K \times F.M. =$

$Ot=150 \times 1,084.5/0.6728 \times 0.7= 162,675/.47096 = 345,412$ lúmenes

12. Flujo por luminaria (Ol).

$Ol=345,412/28=12,336$ lúmenes por luminaria

13. Conclusión.

Se pueden colocar dos lámparas fluorescentes slimline de 73.5 watts y 6,300 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas.

Área de pintura final y empaque

Método de cavidad zonal

1. Cálculo de las reflectancias (F).

Pcielo \longrightarrow 70 %, lámina de zinc, claro.

Ppiso \longrightarrow 60 %, piso de cemento verde, semi claro.

Pparedes \longrightarrow 70 %, paredes de block sin pintura, claro.

200 % = 67 % promedio de reflectancia.

2. Nivel de iluminación (E).

Aquí se realizan labores de gran contraste o tamaño.

E = 100-150-200 lux

Se analizan los factores de peso como son:

Edad promedio de los trabajadores < 40 años se asigna -1

Exactitud en el trabajo, se le asigna -1

Reflectancia(F) 0

-2

Se escoge el valor menor que es E=100 lux.

3. Factor de mantenimiento (F.M.)

F.M. = 0.7 (bueno)

4. Relación de cavidades:

a. Rcc= Relación de cavidad de cielo

$Rcc= 5(1.90) (35.94+52.18) / 35.94 \times 52.18 = 837.14/1,875.35=0.44$

b. Rca= Relación de cavidad de ambiente

$Rca= 5(2.50) (35.94+52.18) / 35.94 \times 52.18 =1,101.5/1,875.35=0.59$

c. Rcp= Relación cavidad de piso

$Rcp= 5(1) (35.94+52.18) / 35.94 \times 52.18 = 440.6/1,875.35 = 0.24$

5. Reflectancia efectiva cavidad de cielo P_{cc} .

P_{cielo}	70 %
$P_{paredes}$	70 %
R_{cc}	0.44
P_{cc}	67 %, según tabla.

6. Reflectancia de cavidad de piso P_{cp} .

P_{piso}	60 %
$P_{paredes}$	70 %
R_{cp}	0.24
P_{cp}	68 %, según tabla.

7. Coeficiente de utilización K .

P_{cc}	67 %
$P_{paredes}$	70 %
R_{ca}	0.59
K	0.73 por interpolación de Lagrange's

Debido a que $P_{cp} = 68\%$ y es mayor que el 20% se aplica el factor de corrección (F.C.), que es igual a 1.08.

El coeficiente K corregido es igual a:

$$K = 0.73 \times 1.08 = 0.7884$$

8. Espaciamiento máximo (E.M.)

$$E.M. = 1.5(hca) =$$
$$E.M. = 1.5(2.50) = 3.75$$

9. Número de luminarias.

$$\text{No. luminarias a lo largo} = 35.94/3.75 = 10 \text{ luminarias.}$$
$$\text{No. luminarias a lo ancho} = 52.18/3.75 = 14 \text{ luminarias.}$$
$$\text{No. total de luminarias} = 10 \times 14 = 140 \text{ luminarias.}$$

10. Distribución de luminarias.

$$\begin{aligned} * \text{ A lo largo} &= 35.94/10 = 3.59 \text{ metros.} \\ \text{Distancia entre pared y luminaria} &= 3.59/2 = 1.79 \text{ metros.} \\ * \text{ A lo ancho} &= 52.18/14 = 3.73 \text{ metros.} \\ \text{Distancia entre pared y luminaria} &= 3.73/2 = 1.86 \text{ metros.} \end{aligned}$$

11. Flujo total (O_t), cantidad de lúmenes requeridos para la iluminación del área de trabajo.

$$O_t = O_t = E \times \text{área} / K \times F.M. =$$
$$O_t = 100 \times 1,875.35 / 0.7884 \times 0.7 = 187,535 / 0.55188 = 338,197 \text{ lúmenes.}$$

12. Flujo por luminaria a instalar (O_l).

$$O_l = 338,197 / 140 = 2,414 \text{ lúmenes por lámpara.}$$

13. Conclusión.

Se puede colocar una lámpara fluorescentes slimline de 38.5 watts y 2,900 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas.

Método de rendimiento o utilización

1. Nivel de reflectancias (F)

P_{cielo}	→ 70 %, lámina de zinc, claro.
P_{piso}	→ 60 %, piso de cemento verde, semi claro.
$P_{paredes}$	→ 70 %, paredes de block sin pintura, claro.
	200 % = 67 % promedio de reflectancia.

2. Nivel de iluminación (E).

Aquí se realizan labores de gran contraste o tamaño.

$E = 100-150-200$ lux

Se analizan los factores de peso como son:

Edad promedio de los trabajadores < 40 años se asigna -1

Exactitud en el trabajo, se le asigna -1

Reflectancia(P) 0

-2

Se escoge el valor menor que es $E=100$ lux.

3. Altura de montaje (hm)

$hm = h - hpt$; donde $h = 5.40$ metros y $hpt = 1.0$ metro

$hm = 5.40 - 1.0 = 4.40$ metros.

4. Relación de ambiente (RR)

$RR = 35.94 \text{ mts} \times 52.18 \text{ mts} / 4.40 (35.94 + 52.18) = 4.84$

5. Tipo de iluminación a utilizar.

Iluminación General.

6. Factor de mantenimiento (F.M.)

F.M. = 0.7 (bueno)

7. Coeficiente de utilización (K)

Alumbrado -----> general

Techo -----> claro

Paredes -----> claro

Piso -----> semi claro

RR -----> 4.84

K, por interpolación de lagrange's = 0.73

8. Espaciamiento máximo.

E.M. = $1.5 (4.40) = 6.60$ metros

9. Número de luminarias.

No. luminarias a lo largo = $35.94 / 6.60 = 5.44 = 6$

No. luminarias a lo ancho = $52.18 / 6.60 = 7.90 = 8$

Número total de luminarias $6 \times 8 = 48$ luminarias.

10 Distribución de luminarias.

* A lo largo = $35.94 / 6 = 5.99$ metros

Distancia entre pared y luminaria = $5.99 / 2 = 2.99$ metros.

* A lo ancho = $52.18 / 8 = 6.52$ metros

Distancia entre pared y luminaria = $6.52 / 2 = 3.26$ metros.

11. Flujo total (Qt).

$Qt = E \times \text{Área} / K \times F.M. =$

$Qt = 100 \times 1,875.35 / 0.73 \times 0.7 = 187,535 / 0.511 = 366,996$ lúmenes

12. Flujo por luminaria (Ql).

$Ql = 366,996 / 48 = 7,646$ lúmenes por luminaria

13 Conclusión.

Se pueden colocar una lámpara fluorescente high output de 110 watts y 9,300 lúmenes, con una duración aproximada de 12,000 horas.

APÉNDICE

Factores de peso

	-1	0	+1
Edad	<40	40-55	>55
Velocidad o exactitud	no importa	importante	crítico
Reflectancia alrededores	> 70%	30-70 %	< 30%

Si los factores de peso suman:

- 2 o -3 usar el valor inferior
- 1 o +1 usar el valor medio
- +2 o +3 usar el valor superior

Color: Coef. De reflexión

	%	
Blanco	75-85	claros
marfil	70-75	
col. Palidos	60-70	
amarillo	55-65	semiclaros
marrón claro	45-55	
verde claro	40-50	
gris	30-50	
azul	25-35	oscuros
rojo	15-20	
marrón oscuro	10-15	

Lámpara	W	lúmenes iniciales	vida útil horas
Incandescente estándar	25	230	2,500
" "	40	450	1,500
" "	60	890	1,000
" "	75	1,200	850
" "	100	1,700	750
" "	150	2,850	750
Fluorescente estándar	20	1,220	9,000
" "	40	3,200	18,000
Fluorescente high output	85	6,450	12,000
" "	110	9,000	12,000
" slimline	38.5	2,900	12,000
" "	56	4,400	12,000
" "	73.5	6,900	12,000
" tipo " U "	40	3,000	12,000

Nota: Datos del catálogo Westinghouse 1973.

Reflectance rise or fall	90				80				70			50			30				10		
% Refl. Based	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	7
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	7
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	6
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	6
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	6
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	6
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	6
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	9	6
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	6
RCC 2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5
RCP 2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	4
4.0	78	58	44	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	4
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	4
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4

**TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACIÓN
PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 10%**

p_{cc}	80				70				50			30			10			
	p_p	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RCA	1	.92	.93	.93	.94	.93	.94	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.98	.98	.99	.99	.99
	2	.93	.94	.95	.96	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.98	.98	.98	.99	.99	.99
	3	.94	.95	.96	.97	.94	.96	.97	.97	.97	.97	.98	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	4	.94	.96	.97	.98	.95	.96	.97	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	5	.95	.96	.98	.98	.95	.97	.98	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	1.0
	6	.95	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	1.0
	7	.96	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	8	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	9	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	10	.96	.98	.99	.99	.97	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0	.99	.99	1.0

**TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACIÓN
PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 30%**

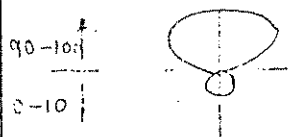
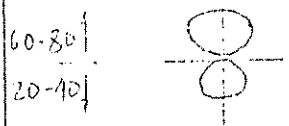

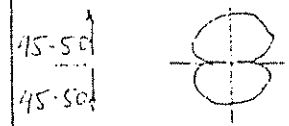
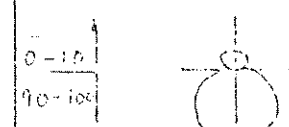
p_{cc}	80				70				50			30			10			
	p_p	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
RCA	1	1.09	1.08	1.07	1.07	1.08	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01
	2	1.08	1.07	1.05	1.05	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01
	3	1.07	1.05	1.04	1.03	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00
	4	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	5	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	6	1.05	1.03	1.02	1.01	1.05	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
	7	1.05	1.03	1.02	1.01	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	8	1.04	1.03	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00
	9	1.04	1.02	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00
	10	1.04	1.02	1.01	1.01	1.03	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00

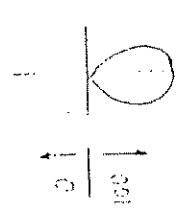
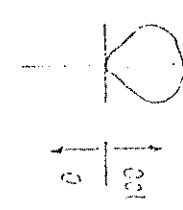
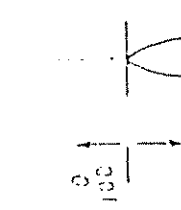
p_{cc} = porcentaje de reflectancia efectiva de cavidad cielo

p_p = porcentaje de reflectancia de paredes

RCA = Relación de Cavidad de Ambiente

TABLA DE COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN (K)

Distribución Típica	Techo	claro ~		semiclaro		claro	
	Paredes	claro	semicl.	claro	oscuro	claro	oscuro
	Piso	oscuro		claro		semiclaro	
	RR						
I 	0.6	.27	.21	.17	.11	.28	.22
	1.0	.39	.33	.26	.28	.42	.35
	2.0	.55	.49	.36	.29	.60	.52
	3.0	.61	.56	.40	.34	.69	.62
	5.0	.68	.64	.44	.39	.78	.72
SI 	0.6	.24	.19	.17	.11	.24	.19
	1.0	.35	.30	.26	.19	.37	.31
	2.0	.49	.44	.36	.29	.53	.47
	3.0	.55	.50	.40	.34	.61	.55
	5.0	.60	.57	.45	.39	.68	.63
SD 	0.6	.34	.28	.31	.24	.35	.29
	1.0	.48	.42	.44	.36	.50	.43
	2.0	.64	.59	.58	.51	.69	.62
	3.0	.70	.66	.63	.57	.78	.72
	5.0	.75	.72	.68	.63	.86	.81
G 	0.6	.26	.21	.23	.16	.27	.22
	1.0	.38	.33	.33	.26	.40	.34
	2.0	.53	.48	.44	.38	.57	.51
	3.0	.59	.55	.49	.44	.65	.59
	5.0	.64	.61	.54	.49	.73	.68
D 	0.6	.34	.28	.33	.24	.35	.28
	1.0	.49	.42	.47	.37	.51	.43
	2.0	.65	.60	.63	.55	.71	.64
	3.0	.72	.67	.69	.63	.80	.74
	5.0	.78	.75	.75	.71	.89	.85

Distribución típica	p _{cc}	80			70			50			30			10					
		70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10		
Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, p _{cp} = 20																			
	RCA																		
 Tipo A	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68	
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.65	.69	.66	.68	.66	.64	.64	.65	.63	.62
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.55	.61	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.49	.55	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.45	.49	.47	.49	.54	.50	.48	.49	.49	.47
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.41	.48	.47	.44	.46	.42	.39	.45	.45	.43
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.37	.44	.43	.40	.43	.39	.36	.41	.41	.39
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.33	.44	.40	.36	.40	.35	.33	.41	.38	.35
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.29	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.25	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27
 Tipo B	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59	
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.52	.59	.54	.57	.55	.53	.53	.55	.54	.52
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.42	.54	.50	.52	.49	.47	.47	.51	.48	.46
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.37	.49	.45	.47	.44	.44	.41	.46	.44	.41
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.32	.44	.40	.43	.39	.36	.41	.38	.36	.32
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.29	.40	.35	.39	.35	.32	.38	.34	.34	.32
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.25	.36	.32	.35	.31	.28	.34	.31	.31	.28
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.22	.32	.28	.32	.28	.25	.31	.27	.27	.24
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.19	.29	.25	.29	.24	.21	.28	.24	.24	.21
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.15	.27	.22	.26	.22	.19	.25	.22	.22	.19
 Tipo C	1	.98	.96	.95	.95	.98	.96	.95	.95	.92	.91	.90	.90	.87	.87	.86	.86	.85	
	2	.94	.91	.89	.89	.94	.91	.89	.89	.89	.87	.86	.86	.83	.83	.83	.82	.82	.80
	3	.90	.87	.85	.85	.90	.87	.85	.85	.85	.84	.83	.83	.80	.80	.81	.81	.79	.78
	4	.87	.83	.81	.81	.87	.83	.81	.81	.81	.81	.80	.80	.76	.76	.77	.77	.77	.75
	5	.83	.80	.77	.77	.83	.80	.77	.75	.72	.81	.76	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.73
	6	.81	.77	.75	.75	.81	.77	.75	.72	.69	.79	.76	.73	.71	.71	.72	.72	.72	.70
	7	.78	.74	.72	.72	.78	.74	.72	.69	.67	.76	.73	.71	.69	.66	.74	.70	.70	.68
	8	.75	.72	.69	.69	.75	.72	.69	.67	.64	.74	.71	.69	.66	.63	.70	.68	.68	.66
	9	.73	.69	.67	.67	.73	.69	.67	.64	.61	.72	.68	.66	.63	.60	.68	.66	.66	.64
	10	.70	.67	.64	.64	.70	.67	.64	.61	.58	.69	.66	.64	.61	.58	.66	.63	.63	.61