

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD
INDUSTRIAL Y REDUCCIÓN DE DESPERDICIO DE ESPUMA EN
LA EMPRESA REFRIGUA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN PABLO YELA CORZO

ASESORADO POR LA INGA. PATRICIA DE LOURDES JUÁREZ JIMÉNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2004

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Inga. Patricia de Lourdes Juárez Jiménez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y REDUCCIÓN DE DESPERDICIO DE ESPUMA EN LA EMPRESA REFRIGUA

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 5 de septiembre de 2003.

Juan Pablo Yela Corzo

AGRADECIMIENTOS A

MI PATRIA: GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

MI ASESORA

Inga. Patricia de Lourdes Juárez Jiménez por sus buenos consejos y apoyo

INGENIERO RODRIGO LUJÁN

Por toda la ayuda brindada en la elaboración de este proyecto que abre muchas puertas en mi vida

LICENCIADO ESTUARDO VALDEZ

Por sus consejos y su valiosa amistad

MIS CATEDRÁTICOS

Por darme los conocimientos necesarios

REFRIGERADORES DE GUATEMALA, S. A. Y AL PERSONAL DE PRODUCCIÓN Y RECURSOS HUMANOS

Por haberme dado la oportunidad y el apoyo para realizar el presente trabajo, por su compañerismo y su cariño

ACTO QUE DEDICO A

DIOS, MARÍA AUXILIADORA Y SAN JUAN BOSCO

Por todas sus bendiciones en mi vida y por darme sabiduría para lograr mi meta

MIS PADRES

Juan Antonio Yela Leal y Gladys Suzette Corzo Ávila de Yela por sus sabios consejos, cariño y sacrificio

MIS HERMANOS

Ing. Rubén Antonio Yela Corzo, Licda. Susan Karina Yela Corzo y Gladys Carolina Yela Corzo por el amor y la unidad que nos tenemos

MIS SOBRINOS

Erick Esturado, Josep Eduardo, Pablo Daniel, Luisa María y Ana Sofía para que recuerden cuanto los amo y como un ejemplo para su futuro

MIS ABUELITOS

María Imelda Leal de Yela (abuelita Julia), Susana Ávila de Corzo y José Rubén Corzo Escobar por su cariño y sus oraciones durante mi carrera

MI PROMETIDA

Inga. Aura Eunice Cabrera Castillo por tu amor, apoyo y comprensión

MIS TÍOS, PRIMOS, CUÑADOS Y SUEGROS

Con cariño y respeto

MIS AMIGOS

Por su amistad y cariño, en especial a Hans Ramazzini, Ing. Juan Alberto Ramos, Ilse de Solís y Aquiles Solís por su ayuda y apoyo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES	1
1.1. Reseña histórica	1
1.1.1. Reconocimientos	4
1.1.2. Certificaciones	4
1.2. Misión y visión de la empresa	5
1.3. Estructura organizacional	7
1.4. Departamento de corte	10
1.5. Departamento de dobléz	11
1.6. Departamento de troquel	11
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Método de las Cinco Eses (5's)	13
2.1.1. <i>Seiri</i> (<i>sort</i> – separar)	15
2.1.2. <i>Seiton</i> (<i>straighten</i> – ordenar)	18
2.1.3. <i>Seiso</i> (<i>scrub</i> – limpiar)	19
2.1.4. <i>Seiketsu</i> (<i>systematize</i> – sistematizar)	20
2.1.5. <i>Shitsuke</i> (<i>standarize</i> – estandarizar)	21
2.2. Beneficios de la aplicación de las Cinco Eses (5's)	23
2.3. Reglamentación legal	24

2.3.1.	Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo	25
2.4.	Condiciones del área de trabajo	26
2.4.1.	Higiene laboral	26
2.4.2.	Prevención contra incendios	28
2.4.3.	La limpieza de los locales	30
2.4.4.	Agua potable	30
2.4.5.	Orden de los locales	30
2.4.6.	Calidad e intensidad de la luz	30
2.4.7.	Ventilación, calefacción y refrigeración	31
2.4.8.	Ruido y vibraciones	31
2.5.	Señalización	32
2.5.1.	Señalización de evacuación	32
2.5.2.	Señalización de los medios de protección	33
2.5.3.	Selección de las señales	33
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	35
3.1.	Historial de accidentes	35
3.2.	Riesgos existentes en los departamentos de corte, doblez y troquel	36
3.2.1.	Condiciones ambientales	36
3.2.2.	Perfil de riesgos	39
3.2.3.	Equipo de protección personal requerido	45
3.2.4.	Situación de las señales	47
3.3.	Evaluación de los conocimientos sobre seguridad por muestreo estadístico	52
3.4.	Resultados obtenidos de la evaluación	54
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA	59
4.1.	Programa de seguridad	59

4.1.1. Obligaciones del trabajador	60
4.1.2. Prohibiciones	61
4.1.3. Recomendaciones sobre la utilización de equipo, herramientas y maquinaria	64
4.1.4. Recomendaciones de orden y limpieza	66
4.1.5. Planes de acciones en emergencia	69
4.2. Reubicación, aumento, revisión y señalización de extintores .	70
4.3. Creación de reportes	77
4.4. Introducción de las Cinco Eses	80
4.5. Costos	82

5. ESTUDIO DEL MÉTODO ACTUAL DEL DESPERDICIO DE ESPUMA	87
5.1. Proceso de elaboración	87
5.2. Propiedades	88
5.2.1. Introducción	88
5.2.2. Estructura celular	89
5.2.3. Densidad	89
5.2.4. Conductividad térmica	89
5.2.5. absorción de agua	90
5.2.6. Resistencia a la transmisión de vapor de agua	91
5.2.7. Estabilidad / Resistencia	92
5.2.8. Reacción al fuego y cambios de temperatura	92
5.2.9. Propiedades eléctricas	93
5.2.10. Propiedades acústicas	94
5.2.11. Propiedades mecánicas	94
5.3. Aplicaciones	96
5.3.1. General	96
5.3.2. Impermeabilización	98
5.4. Normativa	99

5.4.1. Norma UNE	100
5.4.2. Sello INCE	100
5.5. Patología	101
5.5.1. Degradación	101
5.5.2. Despegues	102
5.5.3. Excesivas contracciones o deformaciones de la espuma	103
5.5.4. Aparición de grietas	104
5.6. Molde de madera actual	105
5.7. Corte de planchas de espuma	106
5.8. Desperdicio actual	107
5.9. Cálculo de la cantidad desperdiciada	108
6. PROPUESTA DEL MOLDE NUEVO	111
6.1. Reducción de desperdicio de espuma	111
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	117
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXOS	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Productos fabricados en Refrigeradores de Guatemala, S. A.	1
2	Actividades en Norte América	2
3	Actividades en Centro América	3
4	Actividades en Sur América	3
5	Productos de fabricación	6
6	Organigrama de REFRIGUA a nivel Asamblea General	7
7	Organigrama de REFRIGUA a nivel Gerencia de Producción	8
8	Organigrama de REFRIGUA a nivel Gerencia de Recursos Humanos	9
9	Cortadoras	10
10	Dobladoras	11
11	Troqueladoras	12
12	Selección de las señales	34
13	Localización actual de extintores. Primer nivel	50
14	Localización actual de extintores. Segundo nivel	51
15	Encuesta al personal sobre seguridad e higiene	53
16	Accidentes	54
17	Capacitación	55
18	Uso de extintores	56
19	Actos inseguros	57
20	Diagrama de causa y efecto para manejo de insumos y materia prima	55

21	Diagrama de causa y efecto para los puestos de trabajo y tareas	65
22	Tapones auditivos	67
23	Respirador	68
24	Localización propuesta de extintores. Primer nivel	71
25	Localización propuesta de extintores. Segundo nivel	72
26	Rutas de evacuación. Primer nivel	73
27	Rutas de evacuación. Segundo nivel	74
28	Fuentes de agua potable. Primer nivel	75
29	Fuentes de agua potable. Segundo nivel	76
30	Tanques y bombas	88
31	Resistencia a la compresión	90
32	Resistencia al cizallamiento	95
33	Resistencia a la flexión	95
34	Absorción de agua	95
35	Resistencia a la tracción	95
36	Molde de madera	105
37	Llenado de espuma	106
38	Corte de planchas	106
39	Colocación de trozos	107
40	Desperdicio de espuma	107
41	Transformación de las planchas	108
42	Diagrama de operaciones del molde nuevo	111

TABLAS

I	Temperatura adecuada para el trabajo	31
II	Condiciones ambientales	38
III	Perfil de riesgos	40
IV	Riesgos en el área de trabajo	41
V	Riesgos en el área física	42
VI	Riesgos en proceso tecnológico	43
VII	Medición de la temperatura	44
VIII	Medición del ruido	44
IX	Equipo de protección personal requerido	46
X	Situación de las señales	48
XI	Inventario actual de extintores	49
XII	Inventario propuesto de extintores	70
XIII	Reporte de incidentes de lesiones y enfermedades	77
XIV	Registro de lesiones y enfermedades relacionadas al trabajo	78
XV	Inspección de instalaciones	79
XVI	Costos para extintores	83
XVII	Costos para señalización	83
XVIII	Costos para equipo de protección personal	84
XIX	Costos para medicamentos en clínica	85
XX	Costos de implementación del proyecto de seguridad	86
XXI	Coeficiente de absorción en función de la frecuencia	94
XXII	Desperdicio actual	109
XXIII	Desperdicio con molde nuevo	112
XXIV	Comparación de desperdicio	113
XXV	Costos de fabricación del molde nuevo	113
XXVI	Estabilidad química	121
XXVII	Áreas bajo la curva normal	122

LISTA DE ABREVIATURAS

AE	Almacenamiento y Estiba
AF	Área Física
AP	Apremio al tiempo
AT	Atención
CC	Cooperación y Comunicación
CO	Complejidad
CP	Capacidad
CT	Confort Térmico
ED	Incendios y Desastres
EP	Equipo de Protección personal
ER	Ergonomía
FI	Factor de Inseguridad
IL	Iluminación
KD	Trabajo físico dinámico
KE	Trabajo físico estático
MI	Minuciosidad
MO	Memoria Operativa
MP	Mantenimiento Preventivo
MR	Monotonía, Repetitividad
OL	Orden / Limpieza
PM	Protección de Maquinaria
RA	Radiación
RB	Riesgo Biológico
RE	Riesgo Eléctrico
RQ	Riesgo Químico
RU	Ruido

TM	Transporte y Montacargas
VE	Ventilación
VI	Vibración

GLOSARIO

Accidente	Es un suceso anormal, no deseado que rompe la continuidad del trabajo y puede causar una lesión, enfermedad o daño a la propiedad.
AENOR	Siglas para la Asociación Española de Normalización.
ATEPA	Siglas para la Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado.
Cizallamiento	Un elipsoide de esfuerzos cuando se sobrepasa el umbral de ruptura.
Decibel	Unidad para medir la intensidad del sonido, la cual es la magnitud de la sensación auditiva que llega a los oídos.
Desenergizado	Sin energía, falta de poder.
Diisocianato	Producto derivado del petróleo obtenido de una transformación química.
Elastoméricos	Material de fácil degradación frente al calor y una irreversibilidad del proceso al moldeado.
Fabriles	Industriales, productivos, manufactureros, obreros.

Frecuencia	Es el número de ciclos por unidad de tiempo que tiene una onda.
Hertz	Unidad de medida de la frecuencia.
Ignición	Combustión, inflamación, incendio.
INCE	Sello de calidad creado el 12 de diciembre de 1977, como reconocimiento expreso y periódicamente comprobado de que el material, producto, equipo o sistema utilizable para la construcción o equipamiento que ostenten dicho distintivo de calidad, cumplan las condiciones de fabricación como materia prima idónea, medios de fabricación y control apropiados y calidad estadística de la producción.
Industria	Conjunto de operaciones para la transformación y obtención de productos. Destreza o artificio para hacer una cosa.
Máquina cortadora	Máquina utilizada para el corte de láminas de galvanizado o prepintado.
Máquina dobladora	Máquina utilizada para el doblado de láminas de galvanizado o prepintado.
Máquina troqueladora	Máquina de moldes cortantes empleada en la acuñación de láminas de galvanizado o prepintado.

Perfilación	Tipo de resinas obtenidas por reacción de los diisocianatos sobre los polialcoholes o poliamidas.
Poliuretano	Conjunto de dos componentes líquidos, polioli e isocianato, que mediante reacción química entre ellos dan lugar a la espuma de poliuretano.
Polioli	Mezcla de grupos reactivos OH, conteniendo catalizadores, ignífugos, expandentes y agentes estabilizadores.
Punteadora	Máquina utilizada para efectuar soldadura de punto.
UNE	Es una especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas que aprueba AENOR, organismo reconocido en los ámbitos nacional e internacional, por su actividad normativa.
Wima	Máquina utilizada para realizar la reacción de la espuma de poliuretano.

RESUMEN

Por la falta de un programa de seguridad industrial, se llevó a cabo una investigación en la empresa Refrigeradores de Guatemala, S. A., la cual se nombrará en adelante como REFRIGUA. En dicha empresa se tiene un historial de accidentes graves como amputación de dedos, parte de dedo de la mano y lesión de tendones del brazo; incendios leves provocados por descuidos o desconocimiento del personal, todo esto provocado por actos o condiciones inseguras.

Tal motivo llevó a implementar un programa de seguridad, impulsando el Reglamento Interno de la Empresa, dándolo a conocer tanto a los supervisores como a los operarios. Fueron creadas hojas de recopilación de información en caso de ocurrir algún accidente, para llevar un historial documentado de lo ocurrido, ya que no se contaba con dichas hojas. Así mismo, se cuenta con una hoja de auditoría de inspección de las instalaciones, tomando el ambiente de trabajo, equipo de trabajo y equipo de seguridad. La revisión, cambio y adquisición de extintores fue por medio de un análisis de riesgos de las áreas que más lo necesitaban, así como la implementación de la rotulación de los mismos y de las rutas de evacuación. Se midieron otros riesgos existentes para poderlos corregir con el equipo de protección personal necesario.

El desperdicio provocado por la elaboración de planchas de espuma que se utilizan en la fabricación de los equipos de refrigeración en la planta se disminuyó por medio de la modificación de los moldes de madera, mejorando la densidad de éstas planchas.

OBJETIVOS

Generales

Determinar los riesgos existentes en la planta de producción de la empresa REFRIGUA para reducir los accidentes y costos producidos por éstos, así como la conservación del medio ambiente.

Específicos

1. Dar a conocer el reglamento interno de seguridad e higiene industrial en las áreas de prueba piloto.
2. Controlar el cumplimiento de las normas y reglas de seguridad así como la utilización apropiada del equipo de protección personal.
3. Enseñar a los operarios conceptos básicos de la seguridad industrial para que se encuentren preparados en caso de alguna emergencia.
4. Optimizar el uso de la espuma mediante la reducción de los desperdicios por medio de la utilización un molde nuevo.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de E.P.S. se llevó a cabo en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de equipos de refrigeración comercial, situada en la ciudad de Guatemala. En dicha empresa se permitió un acceso total a las instalaciones, por ello, los datos recopilados permiten el diseño de un programa ajustable a la realidad de la empresa.

En los últimos años la empresa REFRIGUA ha experimentado una serie de accidentes; de los cuales algunos han sido por falta de equipo de protección personal de los trabajadores y otros por las características propias del trabajo. Debido a estos accidentes, surge la necesidad de poseer un ambiente de trabajo saludable y seguro para uno de los puntos más importantes de la empresa: el factor humano.

Con un área de trabajo insegura, los operarios generan un trabajo deficiente que se ve reflejado en la disminución de la productividad, afectando de esta forma la producción.

Los accidentes traen consigo aspectos negativos los cuales pueden ir desde paros innecesarios hasta una suspensión por parte del I.G.S.S. En general, se considera que las lesiones personales constituyen el punto de mayor interés y son la base para determinar el éxito de los esfuerzos encaminados al aumento de la seguridad.

El objetivo principal de este trabajo es diseñar un programa de seguridad industrial que cuente con la estructuración necesaria para poder funcionar como tal, de modo que los operarios realicen sus labores con confianza y tranquilidad.

La conservación del medio ambiente es también de suma importancia, por lo que se realizó un estudio para la reducción de desperdicio de espuma, optimizando materiales y reduciendo su impacto negativo.

1. GENERALIDADES

1.1. Reseña histórica

En el año de 1899 Fogel es fundada en Filadelfia, U. S. A., por la familia del Sr. William Fogel. Nace en ese entonces una marca líder en refrigeración comercial y a la fecha cuenta con más de un siglo de experiencia.

En 1967 se expande hacia Nicaragua en Centro América. Se forma el Grupo Fogel de Centroamérica como una unión entre Fogel U. S. A. y empresarios centroamericanos.

En 1981, Refrigua es fundada en Guatemala por los mismos inversionistas. En 1994, la segunda fábrica y compañía Refco es fundada en Guatemala.

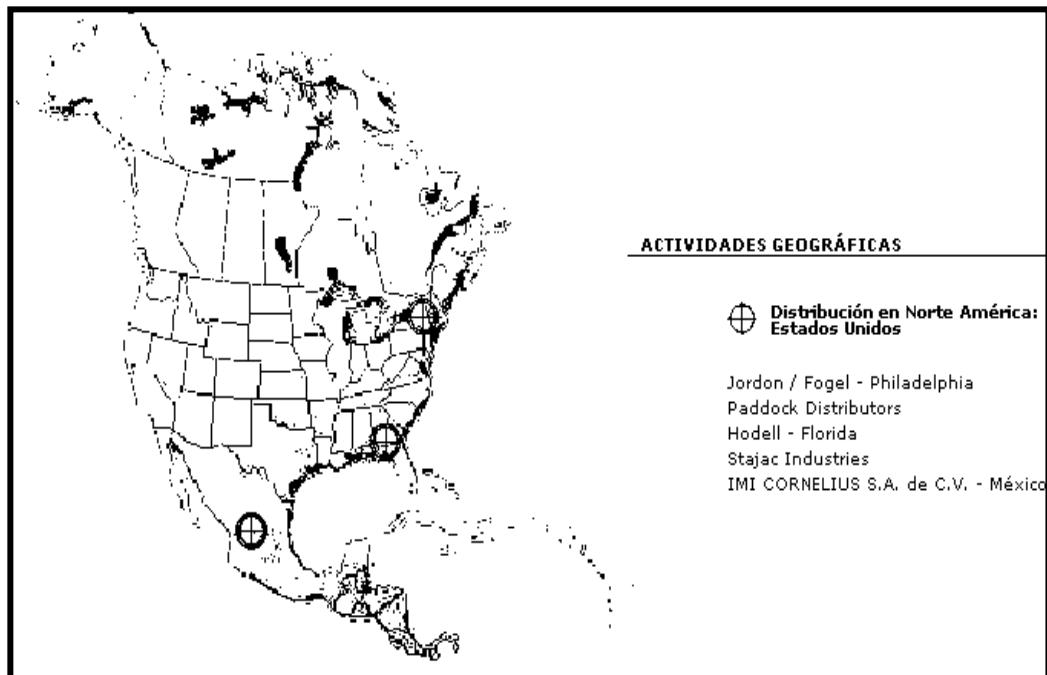
Figura 1. Productos fabricados en Refrigeradores de Guatemala, S. A.



Fuente: www.fogel-group.com

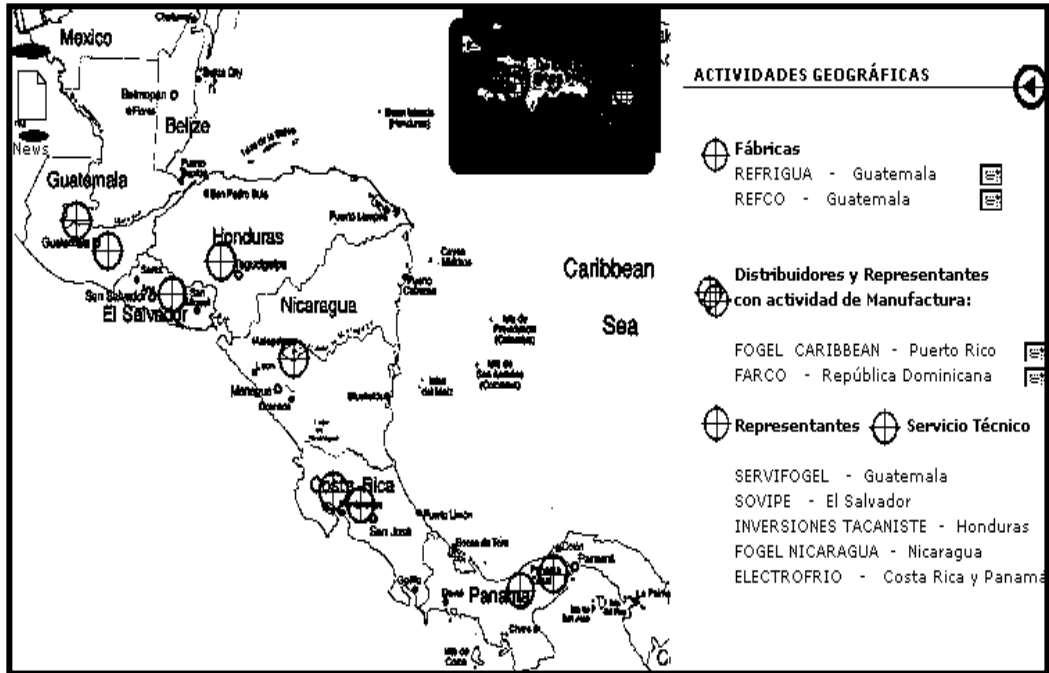
Su capacidad instalada es de 96,000 unidades anuales. Cuenta con más de 100 modelos y el área manufacturera abarca los 32,000 mts². Sus mercados son en Norte América, Centro América y Sur América y el Caribe.

Figura 2. Actividades en Norte América



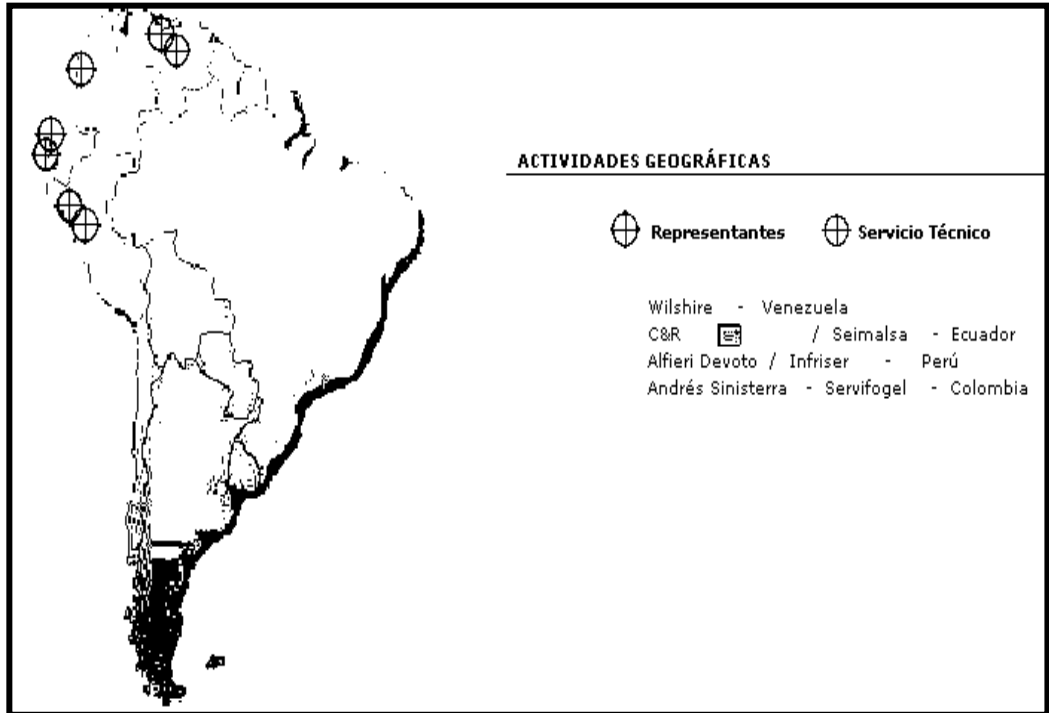
Fuente: www.fogel-group.com

Figura 3. Actividades en Centro América




Fuente: www.fogel-group.com

Figura 4. Actividades en Sur América



Fuente: www.fogel-group.com

1.1.1. Reconocimientos



RECONOCIMIENTOS:

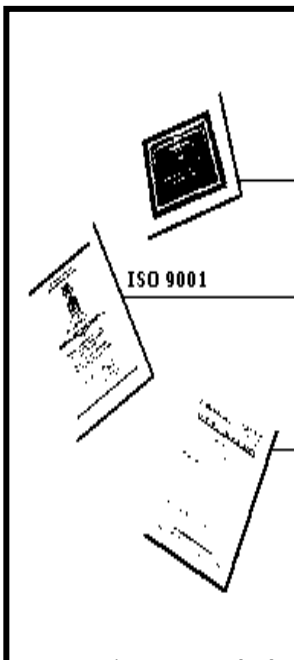
En 1995, GRUPO FOGEL se hizo acreedor del Gran Premio Carlos José Castillo al "Mejor Exportador de Guatemala" y "Mejor Exportador del sector de Manufactura".

En 1996, GRUPO FOGEL recibió un reconocimiento de la ONU y del Gobierno de Guatemala, por ser la primera empresa de refrigeración comercial en Latinoamérica y la segunda en el mundo en países subdesarrollados, en completar al 100% la eliminación de su producción de los CFC's para la protección de la capa de ozono.

En 1998, nuevamente GRUPO FOGEL recibió el reconocimiento como el mejor exportador del sector de Manufacturas.

Fuente: www.fogel-group.com

1.1.2. Certificaciones



CERTIFICACIONES:

En Enero 2001 La Compañía Coca-Cola certifica en Guatemala el Laboratorio del GRUPO FOGEL de Centroamérica.

Refco, S.A. una de las fábricas del GRUPO FOGEL, ha completado el proceso de certificación de ISO 9001 para el aseguramiento de calidad en el diseño, desarrollo, producción y servicio post-venta.

Varios modelos de nuestros enfriadores comerciales han sido aprobados por parte de Underwriters Laboratories Inc. U.L.

Fuente: www.fogel-group.com

1.2. Misión y visión de la empresa

• Misión

Ser una empresa que provee equipos de refrigeración comercial, confiables, duraderos y adaptados a los requerimientos del cliente; para la exhibición, almacenamiento y venta de productos fríos en el continente americano.

Utilizar tecnología de punta y materiales de calidad mundial y capacitar al recurso humano para desempeñarse profesional y éticamente con permanente sentido de urgencia.

Brindar a los clientes entregas a tiempo, asistencia y capacitación técnica mediante un servicio personalizado.

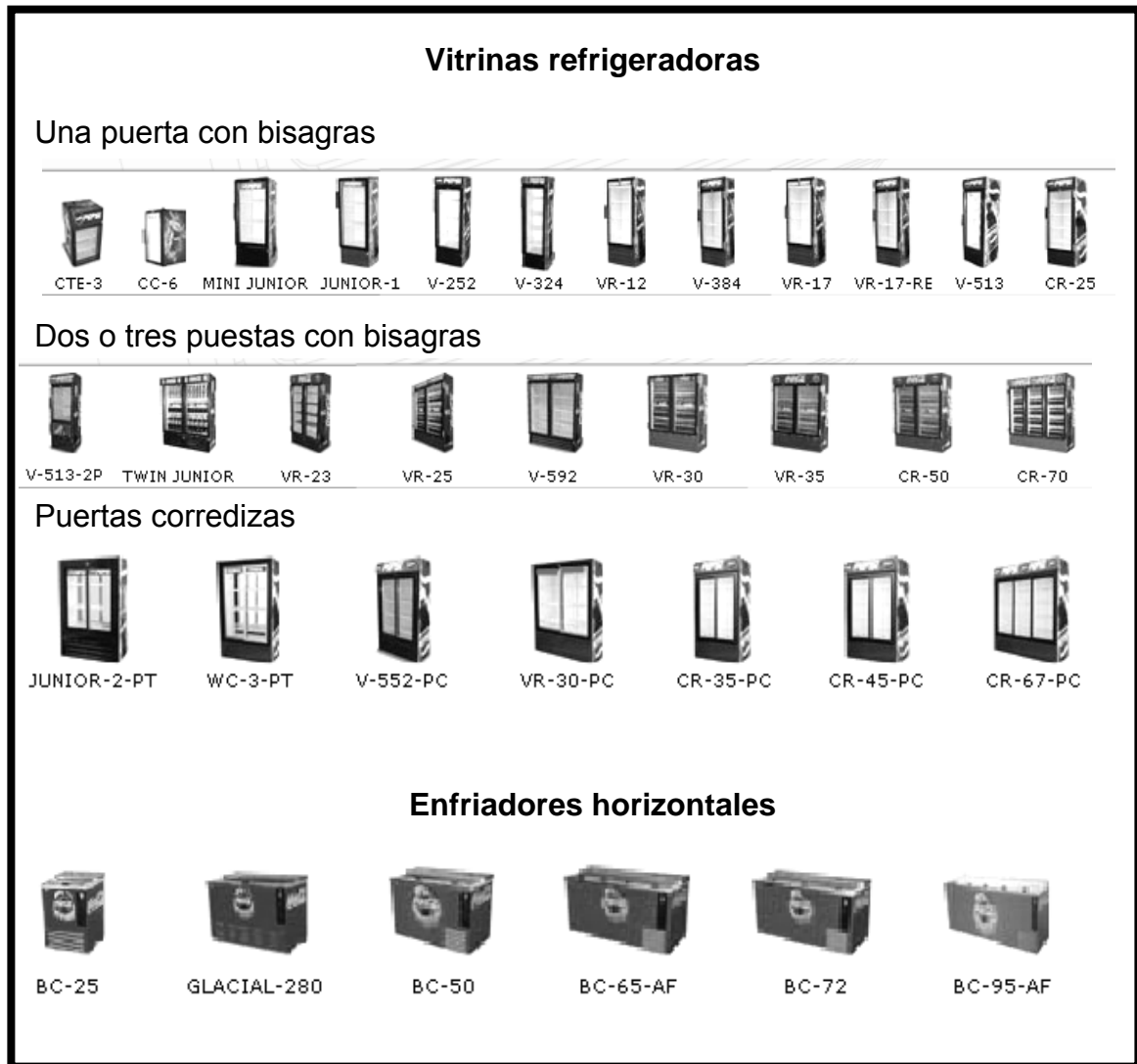
Buscar la satisfacción de los clientes, la rentabilidad de los accionistas y el bienestar de los colaboradores y de la comunidad.

• Visión

Ser el mejor proveedor de equipos de refrigeración comercial adaptados a los requerimientos del cliente para puntos de venta al detalle de productos fríos en América Latina.

Lograr los objetivos propuestos por medio de innovación permanente, calidad, bajo consumo energético de los productos, servicio personalizado, soporte técnico y precios competitivos.

Figura 5. Productos de Fabricación



Fuente: www.fogel-group.com

1.3. Estructura organizacional

Figura 6. Organigrama de REFRIGUA a nivel Asamblea General

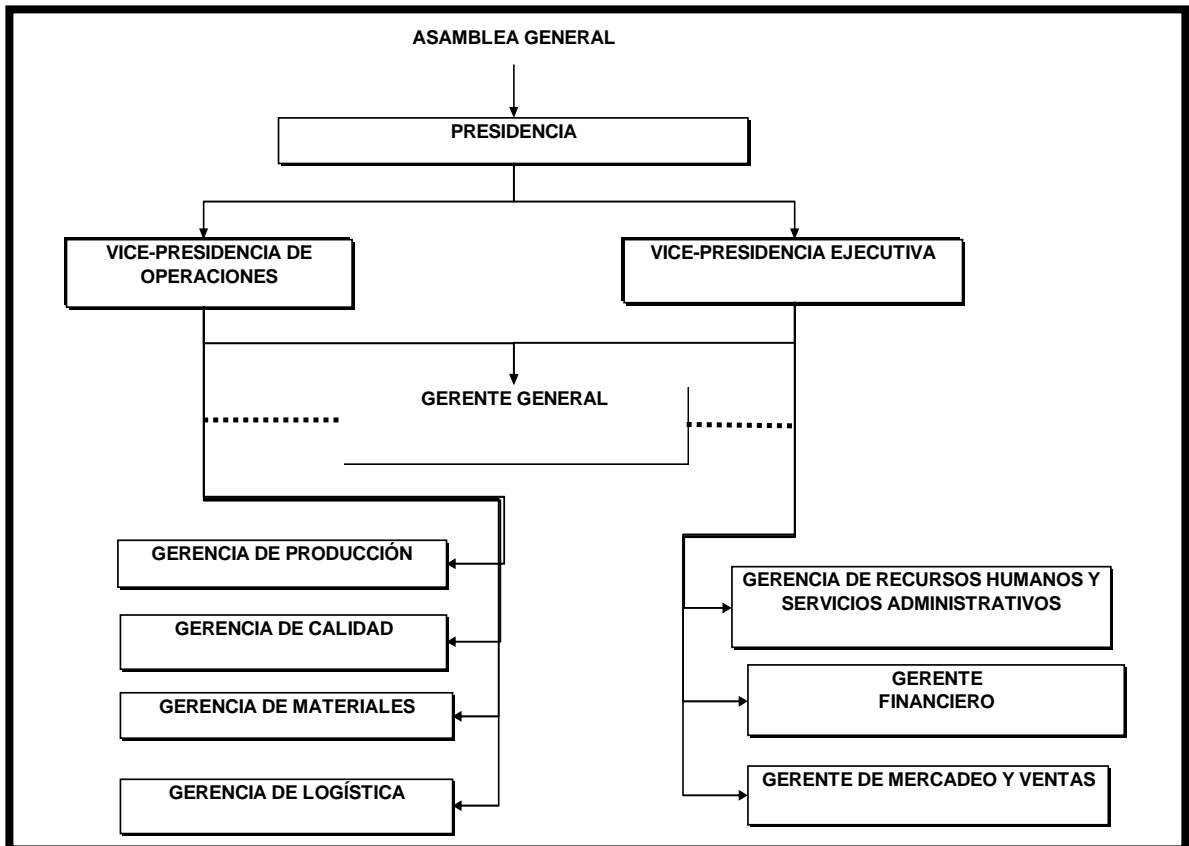


Figura 7. Organigrama de REFRIGUA a nivel Gerencia de Producción

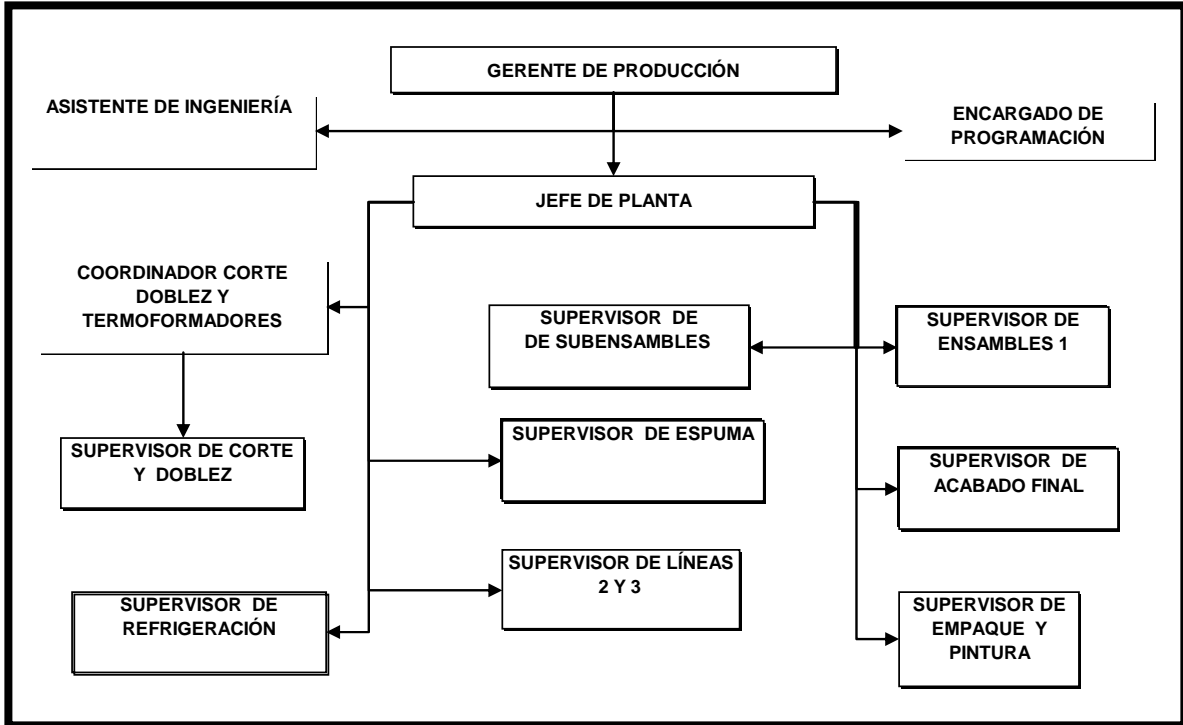
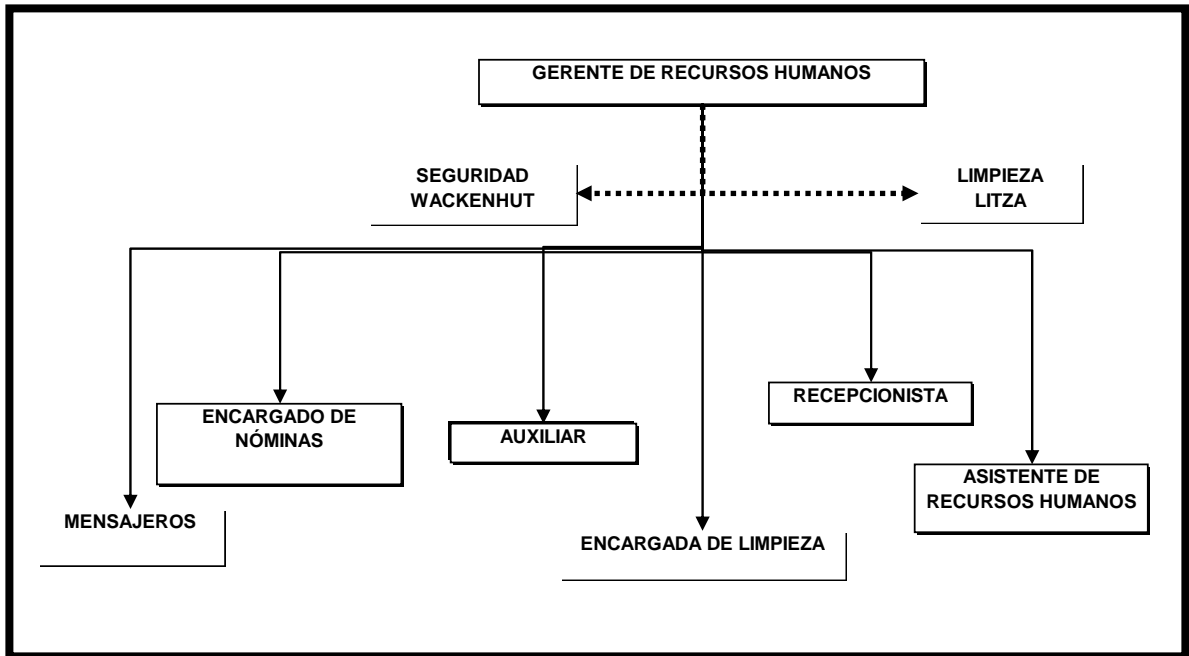


Figura 8. Organigrama de REFRIGUA a nivel Gerencia de Recursos Humanos

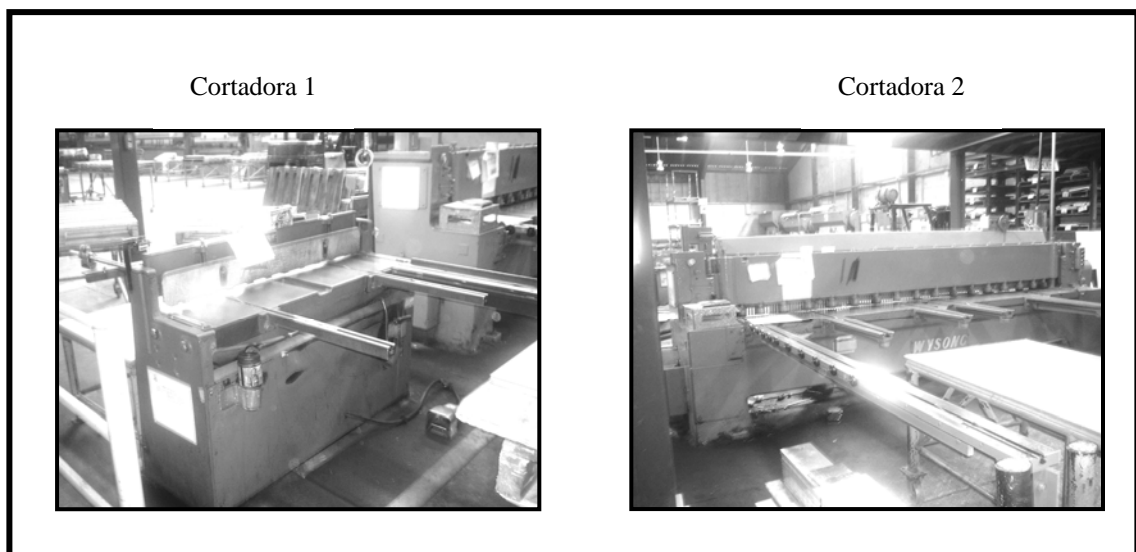


1.4. Departamento de corte

En esta área la máquina transforma las bobinas de lámina galvanizada o láminas prepintadas, según la medida para el modelo de refrigeradora o hielera que se fabricará, conforme los planos y la cantidad solicitada. Las bobinas tienen un largo de 17,000” a 25,000” y un ancho de 48”.

También se cuenta con dos cortadoras medianas para cortes livianos y dos pequeñas para hacer cortes de esquinas. Estas máquinas son hidráulicas. Además, hay dos guillotinas que son manuales. La cantidad de operadores es de quince personas.

Figura 9. Cortadoras

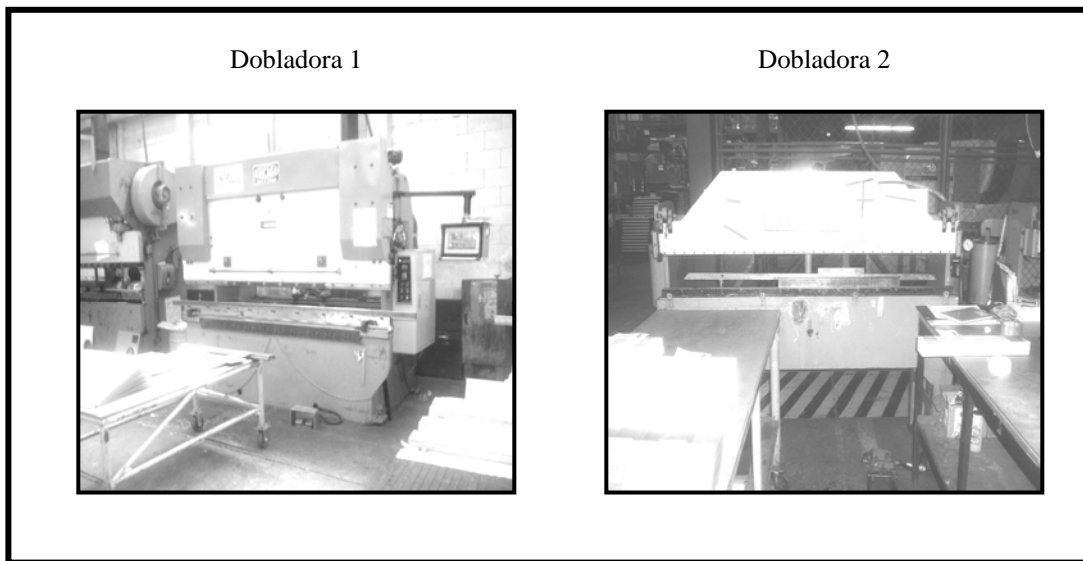


Fuente: Departamento de corte, REFRIGUA, S. A.

1.5. Departamento de dobléz

En esta área se lleva acabo el dobléz de las piezas que requieren dicha operación y dependiendo de la medida, se requiere de uno a dos operarios para su elaboración. Si la máquina a utilizar tiene el suficiente espacio para dos piezas a la vez, se le asignan para una mayor eficiencia. Actualmente se cuenta con veinticinco personas en el departamento.

Figura 10. Dobladoras

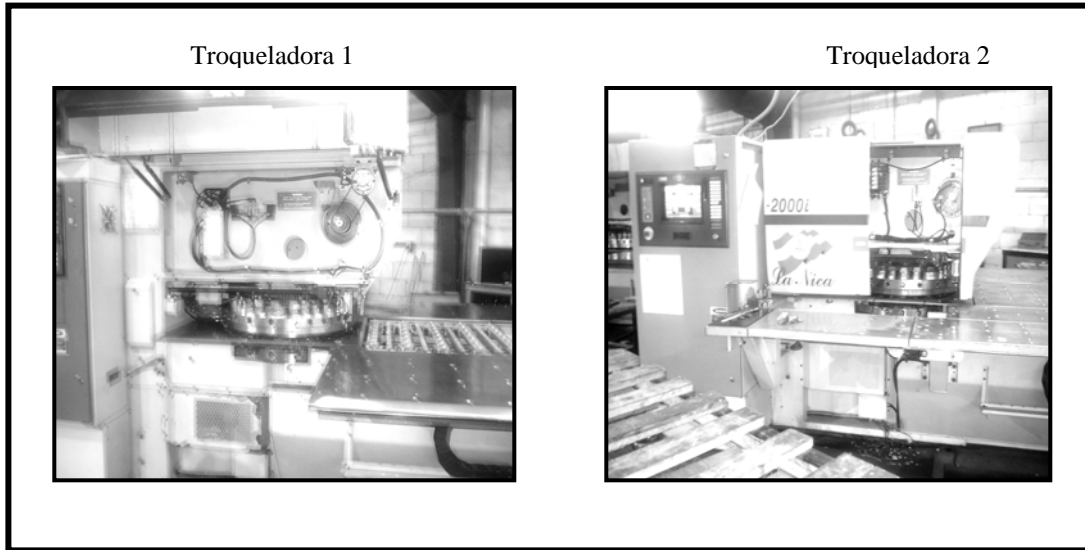


Fuente: Departamento de dobléz, REFRIGUA, S. A.

1.6. Departamento de troquel

Son cuatro máquinas computarizadas que por medidas y distancias ingresadas en computadora, cortan la pieza con gran exactitud y perfección. También se cuenta con dos máquinas hidráulicas semimanuales de poca capacidad y dos manuales para trabajos pequeños. Hay diecisiete operarios laborando en esta área.

Figura 11. Troqueladoras



Fuente: Departamento de troquel, REFRIGUA, S. A.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Método de las Cinco Eses (5 ´s)

Las Cinco Eses son los cinco pasos para un buen mantenimiento del área en la que se labora se desarrollaron mediante un trabajo intensivo en un contexto de manufactura. Las empresas orientadas a los servicios pueden ver con facilidad circunstancias semejantes en sus propias líneas de producción, ya sea que vengan en la forma de solicitud de propuesta, el cierre de un informe financiero, una solicitud de una póliza de seguro de vida o una solicitud de servicios legales por parte de un cliente potencial. Si algún hecho activa el proceso de trabajo en la empresa de servicios, las condiciones que existen en el proceso de trabajo complican el trabajo innecesariamente ¿hay demasiados formatos?; impiden el avance hacia la satisfacción del cliente ¿el volumen del contrato requiere la firma de tres funcionarios?; impiden ciertamente la posibilidad de satisfacer al cliente ¿los gastos generales de la empresa hacen imposible la presentación de ofertas especiales para la realización del trabajo?.

Los cinco pasos del buen mantenimiento, son los siguientes

- a. *Seiri*: diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo y descargar estos últimos.
- b. *Seiton*: disponer en forma ordenada todos los elementos que quedan después del *seiri*.
- c. *Seiso*: mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo.
- d. *Seiketsu*: extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar continuamente los tres pasos anteriores.
- e. *Shitsuke*: construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse con las Cinco Eses mediante el establecimiento de estándares.

En la introducción del mantenimiento, con frecuencia las empresas occidentales prefieren utilizar equivalentes en inglés de las Cinco Eses japonesas, como en una campaña de las Cinco Eses o una campaña de las Cinco Ces.

Campaña de las Cinco Eses

1. *Sort* (separar): separar todo lo innecesario y eliminarlo.
2. *Straighten* (ordenar): poner en orden los elementos esenciales, de manera que se tenga fácil acceso a éstos.
3. *Scrub* (limpiar): limpiar todo, herramientas y lugares de trabajo, removiendo manchas, mugre, desperdicios y erradicando fuentes de suciedad.
4. *Systematize* (sistematizar): llevar a cabo una rutina de limpieza y verificación.
5. *Standarize* (estandarizar): estandarizar los cuatro pasos anteriores para construir un proceso sin fin y que pueda mejorarse.

Campaña de las Cinco Ces

1. *Clear out* (limpiar): determinar qué es necesario e innecesario y deshacerse de esto último.
2. *Configure* (configurar): suministrar un lugar conveniente, seguro y ordenado a cada cosa y mantener cada cosa allí.
3. *Clean and check* (limpiar y verificar): monitorear y restaurar la condición de las áreas de trabajo durante la limpieza.
4. *Conform* (ajustar): fijar el estándar, entrenar y mantener.
5. *Custom and practice* (costumbre y práctica): desarrollar el hábito de mantenimiento de rutinas y esforzarse por un nuevo mejoramiento.

2.1.1. Seiri (sort - separar)

El primer paso del mantenimiento, *seiri*, incluye la clasificación de los artículos del lugar de trabajo en dos categorías -lo necesario y lo innecesario- y eliminar o erradicar del lugar de trabajo esto último.

Debe establecerse un máximo sobre el número de artículos necesarios. En el lugar de trabajo puede encontrarse toda clase de objetos. Una mirada minuciosa revela que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de éstos; muchos otros objetos no se utilizarán nunca o sólo se necesitarán en un futuro distante. El lugar de trabajo está lleno de máquinas sin uso, troqueles y herramientas, productos defectuosos, trabajo en proceso, materias primas, suministros y partes, anaqueles, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, carretas, estantes, tarimas y otros artículos. Un método práctico y fácil consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos 30 días.

Con frecuencia, *seiri* comienza con una campaña de etiquetas rojas. Se selecciona un área del lugar de trabajo como el lugar para el *seiri*. Los miembros del las Cinco Eses designados van al lugar de trabajo con puñados de etiquetas rojas y las colocan sobre los elementos que consideran como innecesarios. Cuanto más grandes sean las etiquetas y mayor sea su número, mejor. Cuando no está claro si se necesita o no un determinado artículo, debe colocarse una etiqueta roja sobre éste. Al final de la campaña, es posible que el área esté cubierta con centenares de etiquetas rojas, lo que lleva a compararla con una arboleda de arces en otoño.

Algunas veces, es posible que los empleados del área de trabajo encuentren etiquetas rojas sobre los artículos que en realidad necesitan.

Para poder conservar estos artículos, ellos deben demostrar la necesidad de hacer esto. De lo contrario, todo lo que tenga una etiqueta roja debe retirarse del lugar. Las cosas que no tengan un uso futuro evidente y que no tengan valor intrínseco, se descartan. Las cosas que no se vayan a necesitar en los próximos 30 días pero que podrían utilizarse en algún momento en el futuro, se llevan a sus correspondientes lugares (como a la bodega, en el caso de suministros). El trabajo en proceso que exceda las necesidades del lugar de trabajo deberá enviarse a la bodega o devolverse al proceso responsable de producir el excedente.

En el proceso de *seiri* pueden obtenerse percepciones valiosas sobre la forma como la empresa conduce su negocio. La campaña de etiquetas rojas deja como resultado una montaña de artículos innecesarios, y los empleados se enfrentan a incómodas preguntas como: ¿Cuánto dinero se inmoviliza en productos prematuramente fabricados?.

Tanto los gerentes como los operadores tienen que ver estas extravagancias en el lugar de trabajo para poder creerlo. Esta es una forma práctica de que los gerentes puedan echar una mirada a la forma como las personas trabajan. Al encontrar un montón de suministros, por ejemplo, el gerente debe preguntarse ¿Qué tipo de sistema se tiene para hacer pedidos a los proveedores? ¿Qué tipo de información utiliza el personal de compras para hacer pedidos? ¿Qué tipo de comunicación se mantiene entre programación de producción y producción? o, ¿Hace pedidos el staff responsable de las compras simplemente cuando piensa que ha llegado el momento de hacerlo?.

Los gerentes deben ser igualmente rigurosos cuando observan que el trabajo en proceso se ha realizado con mucha anticipación: ¿Por qué el personal continúa produciendo trabajo en proceso del que no hay una necesidad inmediata? ¿Con base en cuál tipo de información comienzan ellos la producción?. Esta situación indica deficiencias fundamentales en el sistema, como el hecho de tener un control insuficiente entre producción y compras en el lugar de trabajo. También revela una flexibilidad insuficiente para enfrentar los cambios en la programación de producción.

Al final de la campaña de etiquetas rojas, todos los gerentes -incluidos el presidente y el gerente de planta lo mismo que los administradores del lugar de trabajo- deben reunirse y echar un buen vistazo al montón de suministros, trabajo en proceso y otros artículos para corregir el sistema que dio lugar a este despilfarro.

La eliminación de artículos innecesarios mediante la campaña de etiquetas rojas también deja espacio libre, lo que incrementa la flexibilidad en el uso del área de trabajo, porque una vez descartados los artículos innecesarios, sólo queda lo que se necesita. En esta etapa debe determinarse el número máximo de artículos que deben permanecer en el área: partes y suministros, trabajo en proceso, etc.

2.1.2. *Seiton* (*straighten* - ordenar)

Una vez que se ha llevado a cabo el *seiri*, todos los artículos innecesarios se han retirado del área, dejando solamente el número mínimo necesario. Pero estos artículos que se necesitan, tales como herramientas, pueden ser elementos que no tengan uso si se almacenan demasiado lejos de la estación de trabajo o en un lugar donde no pueden encontrarse. Esto lleva a la siguiente etapa de las Cinco Eses, *Seiton*.

Seiton significa clasificar los artículos por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para hacer esto, cada artículo debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados. Debe especificarse no sólo la ubicación, sino también el número máximo de artículos que se permite en el área. Por ejemplo, el trabajo en proceso no puede producirse en cantidades ilimitadas. Por el contrario, debe delinearse claramente el espacio en el suelo para las cajas que contienen el trabajo (pintando un rectángulo para demarcar el área) y debe indicarse un número máximo tolerable de cajas, por ejemplo, cinco. Puede colgarse un objeto pesado en el techo encima de las cajas para impedir que se apilen más de cinco. Cuando se ha alcanzado el nivel máximo permitido de inventario, debe detenerse la producción en el proceso anterior; no hay necesidad de producir más de lo que puede consumir el proceso siguiente. De esta forma, *seiton* garantiza el flujo de un número mínimo de artículos en el área de estación a estación, sobre la base de primeros en entrar, primeros en salir.

Los artículos que se dejan en el lugar de trabajo deben colocarse en el área designada. En otras palabras, cada artículo debe tener su propia ubicación y, viceversa, cada espacio en el área también debe tener su destino señalado.

La colocación de elementos tales como suministros, trabajo en proceso, tomas de agua, herramientas, moldes y carretas deben señalarse por su ubicación o con marcas especiales. Las marcas en el piso o en las estaciones de trabajo indican las ubicaciones apropiadas del trabajo en proceso, herramientas, entre otras. Al pintar un rectángulo en el piso para delinear el área para las cajas que contienen trabajo en proceso, por ejemplo, se crea un espacio suficiente para almacenar el volumen máximo de artículos. Al mismo tiempo, cualquier desviación del número de cajas señaladas se hace evidente instantáneamente. (Las personas familiarizadas con el sistema justo a tiempo reconocerán que esta es la primera etapa de introducción de un sistema de producción de atracción). Las herramientas deben colocarse al alcance de la mano y deben ser fáciles de recoger y regresar a su sitio. Sus siluetas podrían pintarse en la superficie donde se supone que deben almacenarse. Esto facilita saber cuándo se encuentran en uso.

El pasillo también debería señalizarse claramente con pintura. Al igual que otros espacios se designan para suministros y trabajos en proceso, el destino del pasillo es el tránsito: no debe dejarse nada allí. El pasillo debe estar completamente despejado de manera que se destaque cualquier objeto que se deje allí, lo que permite a los supervisores observar instantáneamente la anomalía y emprender así la correspondiente acción correctiva.

2.1.3. *Seiso* (scrub - limpiar)

Seiso significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas las máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo. También hay un axioma que dice: *Seiso* significa verificar. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento.

Cuando la máquina esta cubierta de aceite, hollín y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina se puede detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta que se esté formando en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos. Una vez reconocidos estos problemas, pueden solucionarse con facilidad.

Se dice que la mayor parte de las averías en las máquinas comienzan con vibraciones (debido a tuercas y tornillos flojos), con la introducción de partículas extrañas como polvo (como resultado de grietas en el techo, por ejemplo), o con una lubricación o engrase inadecuados. Por esta razón, *seiso* constituye una gran experiencia de aprendizaje para los operadores, ya que pueden hacer muchos descubrimientos útiles mientras limpian las máquinas.

2.1.4. *Seiketsu* (systematize - sistematizar)

Seiketsu significa mantener la limpieza de la persona por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes y zapatos de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. Otra interpretación de *seiketsu* es continuar trabajando en *seiri*, *seiton* y *seiso* en forma continua y todos los días.

Por ejemplo, es fácil ejecutar el proceso de *seiri* una vez y realizar algunos mejoramientos, pero sin un esfuerzo por continuar tales actividades, muy pronto la situación volverá a lo que era originalmente. Es fácil hacer una vez la campaña en el área.

Pero realizarla continuamente, día tras día, es un asunto completamente diferente. La gerencia debe diseñar sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad de *seiri*, *seiton* y *seiso*. El compromiso, respaldo e involucramiento de la gerencia en las Cinco Eses se vuelve algo esencial. Por ejemplo, los gerentes deben determinar con qué frecuencia se debe llevar a cabo *seiri*, *seiton* y *seiso*, y qué personas deben estar involucradas. Esto debe ser parte del programa anual de planeación.

2.1.5. *Shitsuke* (standarize - estandarizar)

Shitsuke significa autodisciplina. Las personas que continuamente practican *seiri*, *seiton*, *seiso* y *seiketsu*, personas que han adquirido el hábito de hacer de estas actividades su trabajo diario, adquieren autodisciplina.

Las Cinco Eses pueden considerarse como una filosofía y una forma de vida en el trabajo diario. La esencia de las Cinco Eses es seguir lo que se ha acordado. Se comienza por descartar lo que no se necesita en el área (*seiri*) y luego se disponen todos los artículos innecesarios en el lugar de trabajo en una forma ordenada (*seiton*).

Posteriormente, debe conservarse un ambiente limpio, de manera que puedan identificarse con facilidad las anomalías (*seiso*), y los tres pasos anteriores deben mantenerse sobre una base continua (*shitsuke*). Los empleados deben acatar las normas establecidas y acordadas en cada paso, y para el momento en que llegan a *shitsuke* tendrán la disciplina para seguir tales normas en su trabajo diario. Esta es la razón por la que el último paso de las Cinco Eses recibe el nombre de autodisciplina.

En esta etapa final, la gerencia debe haber establecido los estándares para cada paso de las Cinco Eses, y asegurarse de que el área esté siguiendo dichos estándares. Los estándares deben abarcar formas de evaluar el progreso en cada uno de los cinco pasos.

Existen cinco maneras de evaluar el nivel de las Cinco Eses en cada etapa

- Autoevaluación
- Evaluación por parte de un consultor experto
- Evaluación por parte de un superior
- Una combinación de los tres puntos anteriores
- Competencia entre grupos del área

El gerente de planta debe organizar un concurso entre los trabajadores; posteriormente, éste puede revisar el estado de las Cinco Eses en cada área y seleccionar la mejor y la peor de éstas. La mejor área puede recibir un premio u otro reconocimiento, mientras que la peor se le entrega una escoba y un balde. Este último grupo tendrá un incentivo para realizar un mejor trabajo, de manera que otro grupo sea el que reciba estos elementos en una próxima ocasión.

Con el fin de revisar el progreso alcanzado, los gerentes de planta y los administradores del área deben realizar una evaluación en forma regular. Solamente después de aprobado el trabajo en el primer paso, los trabajadores podrán seguir al paso siguiente. Este proceso proporciona un sentimiento de logro.

Una vez completo el *seiso*, la atención de la gerencia debe centrarse en un nuevo horizonte específicamente, mantener y garantizar el *momentum* y el entusiasmo.

Después de haber trabajado intensamente *seiri*, *seiton* y *seiso*, y de haber visto los mejoramientos en el área, los empleados empiezan a pensar: "¡Lo hemos logrado!" y se rebajan y lo toman con calma por un rato (o lo que es peor, suspenden sus esfuerzos por completo). Las poderosas fuerzas que están en juego en el área tratan de ejercer presión sobre las condiciones para que vuelvan a su estado anterior, lo que hace imperativo que la gerencia construya un sistema que asegure la continuidad de las actividades de las Cinco Eses.

2.2. Beneficios de la aplicación de las Cinco Eses (5 ´s)

La implementación de una estrategia de Cinco Eses es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategia de las Cinco Eses son

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Acerca a la compañía a la implantación de modelos de calidad total y aseguramiento de la calidad

2.3. Reglamentación legal

Los gobiernos centroamericanos de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica, se reunieron en 1923 para celebrar la convención que unificaría las leyes protectoras de los obreros y los trabajadores. De esta forma comenzó el esfuerzo común para unificar y mejorar las condiciones de trabajo.

Tal convención implantó el seguro obligatorio para garantizar el sustento a los trabajadores y a sus familiares, en caso de enfermedad o incapacidad permanente o accidental para efectuar sus labores diarias. Guatemala ratificó el Decreto Legislativo número 1385, el 20 de mayo de 1925, mismo que se publicó en el diario oficial El Guatemalteco para su cumplimiento.

El derecho de trabajo en Guatemala avanzó considerablemente a partir de estas primeras manifestaciones para codificar las normas de trabajo. Posteriormente, el Código de Trabajo de la República de Guatemala reafirmó estos principios; entró en vigor el 16 de agosto de 1961 y fue reformado con el Decreto 1441 del 5 de mayo de 1971. Este contiene las medidas de seguridad e higiene industrial en el trabajo en su capítulo único. En el título quinto, higiene y seguridad en el trabajo, capítulo único, desde el artículo 197 al 205, la legislación acerca del tema para la República de Guatemala, teniendo como ente regulador la Inspección General de Trabajo (Ministerio de Trabajo y Previsión Social) y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (I.G.S.S.). En estos artículos se hace general la responsabilidad del patrono de adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida y la salud de los trabajadores.

Código de trabajo (DECRETO NÚMERO 1441)

Se ha referido el título quinto Higiene y seguridad en el trabajo del Código de Trabajo (1996), Capítulo Único, Higiene y seguridad en el trabajo, los artículos 197 al 205.

2.3.1. Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo

El Ministerio de Trabajo y Previsión Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, han creado el reglamento con el fin de proteger la vida, la salud y la integridad corporal de los trabajadores y esto se ha tomado de base para la implementación del plan, tomando en cuenta lo siguiente:

TÍTULO I

- DISPOSICIONES GENERALES
- OBLIGACIONES DE LOS PATRONOS
- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

TÍTULO II

- CONDICIONES GENERALES DE LOS LOCALES Y AMBIENTE DE TRABAJO
- APARATOS ELEVADORES-TRANSPORTE, MONTACARGAS, GRUAS Y ELEVADORES

TÍTULO III

- PROTECCIÓN PERSONAL

TÍTULO V

- BOTIQUÍN Y ENFERMERÍA

TÍTULO VI

- SANCIONES

2.4. Condiciones del área de trabajo

2.4.1. Higiene laboral

Se define como una técnica que se aplica contra los posibles riesgos de enfermedades profesionales. Esta se basa en la preservación de la salud de las personas trabajadoras entre los factores medio ambientales nocivos o fuertemente alterados.

A continuación se mencionan los daños profesionales a los cuales un empleado de la empresa puede estar expuesto y no son precisamente sólo los accidentes.

- Daños profesionales: son aquellas situaciones y contingentes de peligro, motivadas por la acción de un trabajo y que se materializan en un perjuicio o sufrimiento concreto. Los daños profesionales pueden llegar a ser realidad y producir consecuencias tangibles en la integridad y la salud de las personas trabajadoras, llegando con cierta frecuencia incluso al fallecimiento.

- Actos y condiciones inseguras: el acto inseguro es un comportamiento de las personas que vulnera el procedimiento aceptado como seguro y posibilita que suceda el accidente. La condición insegura es una manifestación de los factores materiales inseguros que, de forma inmediata, pueden propiciar accidentes o incidentes.

- Accidentes de trabajo: un accidente de trabajo es un acontecimiento normalmente violento, ocasionado por una causa externa, produciendo a la persona trabajadora lesiones corporales, y en muchas ocasiones hasta la muerte. Entre las causas de un accidente se encuentran:
- Causas materiales: constituidas por aquellas que son ajenas al hombre, tales como las que proceden de las máquinas, instalaciones, aparatos, materiales, piezas, tanto en sí mismas como en cuanto a su manejo. Entran en este grupo los motores, transmisiones, transportes en general, explosiones e incendios en toda su extensa gama, electrocuciones de todo orden, golpes y caídas, heridas por objetos cortantes, punzantes o rugosos.
 - Causas personales: en las que el factor desencadenante es de orden humano, tales como las debidas a las imprudencias, omisión, olvido, despreocupación, ignorancia, osadía, timidez, cólera, lentitud de reflejos, falta de información, torpeza, formas de operar incorrectas e inseguras, miedo excesivo, condiciones ambientales desfavorables (frío o calor excesivos, falta de luz, exceso de ruido, etc.)
 - Causas fortuitas: desde luego muy frecuentes, que por su misma naturaleza, y precisamente por ella, son de muy difícil, por no decir imposible, previsión, especialmente en cuanto al momento de su ocurrencia, entre ellas pueden citarse los estruendos repentinos o inesperados, capaces de causar sobresaltos peligrosos.

- Equipo de protección personal: la protección personal está constituida por aquellos elementos que utiliza el trabajador con el objeto de disminuir o evitar las lesiones o pérdidas de salud susceptibles de ser originadas por los accidentes y exposiciones a enfermedades profesionales. En la actualidad existen gran variedad de prendas y equipos para las diferentes partes del cuerpo a proteger, según los peligros que puede originar el trabajo que se realiza. Dentro del equipo de protección personal se encuentra: anteojos, tapones para los oídos, mascarillas, cinchos para levantar cargas pesadas, delantales de cuero, botas con punteras, entre otros.

2.4.2. Prevención contra incendios

- Prevención activa: es la atención con carácter de continuidad hacia las causas de los incendios y adopción de las medidas para su eliminación y control. Las acciones preventivas se pueden desglosarlas en tres fuentes:
 - sobre las materias primas y el proceso
 - sobre los focos de ignición
 - sobre el comportamiento en general

En el primer caso se tiene especialmente presentes que los materiales combustibles, los residuos y basura deben ser retirados frecuentemente a lugares seguros.

Respecto a los focos de ignición además de la prohibición de no fumar se tiene en cuenta estas posibilidades: mantenimiento periódico de instalaciones eléctricas, mantenimiento periódico de máquinas y su lubricación y regulación estricta de trabajos que requieren llamas abiertas.

En cuanto al comportamiento en general, los empleados deberán conocer que los peligros de incendios, de los focos de ignición, de los procedimientos en el manejo, es una responsabilidad directa de los mandos y a ellos habrá que atribuir los principales éxitos por los comportamientos seguros y medidas preventivas contra incendios.

- Extinción de incendios: los agentes más adecuados a cada tipo de fuego son los siguientes
 - a. Madera, papel, goma, plásticos y tejidos. Para esta clase de fuego se utilizan los extintores que aplican agua a chorro o pulverizada.
 - b. Etanol, metanol, gasolina, parafina y cera de parafina. Se utilizan extintores que contiene bióxido de carbono, polvos químicos secos, espuma, y líquidos vaporizantes.
 - c. Intervienen escapes de gas, escapes de gas licuado, o cuando dicho gas se vierte (gases de petróleo líquido). Se utilizan extintores que contienen espuma de polvos químicos secos.
- Capacitación al personal: la constante capacitación al recurso humano hace que éstos se sientan tomados en cuenta por parte de la empresa. Simulacros de evacuaciones y actividades adicionales pueden generar en el empleado una identificación con su trabajo.

2.4.3. La limpieza de los locales

Es la primera condición esencial para la salud de los trabajadores. Es indispensable para la salud que todos los talleres y locales de la empresa se mantengan en condiciones higiénicas. La basura que se acumula debe recogerse a diario en todos los lugares de trabajo, pasillos y escaleras.

2.4.4. Agua potable

El personal deberá tener a su disposición un abastecimiento adecuado de agua potable, limpia y fresca.

2.4.5. Orden de los locales

El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. Tener material regado, productos semiacabados amontonados en los pisos y bancos de muchas empresas, representa dinero parado que bien pudiera utilizarse para reducir costos y aumentar la productividad.

2.4.6. Calidad e intensidad de la luz

La buena luz acelera la producción. Es esencial para la salud, seguridad y eficiencia de los trabajadores. Además de la intensidad del alumbrado, hay que tener en cuenta la calidad de la luz, el deslumbramiento por localización de las fuentes luminosas, los contrastes de colores y de brillantez, el parpadeo de las lámparas y las sombras producidas.

2.4.7. Ventilación, calefacción y refrigeración

Se ha comprobado que la necesidad de oxígeno para la respiración humana aumenta casi proporcionalmente a la intensidad del trabajo.

Por eso deben dotarse los centros fabriles de ventilación natural adecuada, y si no fuera suficiente, hacerlo por medio de ventiladores o extractores de aire, no sólo para proporcionar a los obreros aire puro necesario para su respiración, sino también para la renovación periódica de la atmósfera de la fábrica.

Tabla I. Temperatura adecuada para el trabajo

Trabajo	(°F)	(°C)
Intenso	55.4	13.0
Moderado	59.0	15.0
Sedentario	64.4	18.0

A medida que la temperatura se aleja de la indicada, disminuye el rendimiento del trabajo.

2.4.8. Ruido y vibraciones

El ruido es causa frecuente de fatiga, irritación y pérdida de producción. Además, el ruido intermitente o constante tiende también a excitar emocionalmente a un trabajador, alterando su estado de ánimo y dificultando que realice un trabajo de precisión. Hay varios procedimientos para reducir el ruido, entre ellos montar las máquinas ruidosas sobre bases elásticas. Forrando las paredes y techos con material apropiado para atenuar el sonido al grado que se desee.

El ruido puede ser excesivo por su intensidad, por su frecuencia o por ambas cosas. Se calcula que la intensidad máxima tolerable por el oído es de 85 decibeles.

2.5. Señalización

Debido a que pueden ocurrir eventos inesperados como un incendio o un temblor, en la planta se debe contar con una adecuada señalización para facilitar a los operarios su evacuación o la ubicación de algún extintor.

2.5.1. Señalización de evacuación

Toda salida de recinto, planta o edificio estará debidamente señalizada, ésta será fácilmente visible e identificable desde todos los puntos del recinto, desde todos los pasillos generales y desde todos los puntos de planta baja. Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos a seguir desde todo origen de evacuación, hasta el punto donde sea visible la salida o la señal que la indica. Todas las señales deberán disponerse de forma coherente con la asignación de ocupantes a cada salida.

Deben de utilizarse los rótulos siguientes

SALIDA para indicar una salida de uso habitual.

SALIDA DE EMERGENCIA indica una salida prevista para uso exclusivo en tal situación.

ESCALERA PARA INCENDIOS indica una escalera prevista para casos de incendio.

En todos los recorridos señalizados, toda puerta que sea de salida, que no tenga ninguna indicación relativa a la función del recinto al que da acceso y que pueda inducir a error en la evacuación, deberá indicarse con el rótulo SIN SALIDA.

2.5.2. Señalización de los medios de protección

Debe señalizarse todo medio de protección contra incendios de utilización manual, que no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona de trabajo, pasillo o espacio diáfano protegido por el medio, de tal forma que desde ese punto la señal resulte suficientemente visible.

2.5.3. Selección de las señales

Según las características del edificio o local en que las señales de evacuación han de instalarse, y especialmente según el uso de la misma y el nivel de información de las personas que nos ocupan, puede seleccionarse el medio de señalización más adecuado entre los definidos en esta norma.

Figura 12. Selección de las señales



Fuente: www.señalizaciónindustrial.com.ar

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Historial de accidentes

- En agosto del año 2000 el operario "A" jugando, asusto al operario "B". Este por reacción lastimó al operario "A" con su cuchilla, ocasionándole una abertura de 5 cm. en el brazo, viéndose expuesto el hueso. Fue curado en la enfermería y luego se tuvo que ir al I.G.S.S.
- Antonio Vásquez, en junio de 2002, trabajaba en ensamble de equipos, pero por necesidad de personal fue llevado al departamento de espumado de equipo. Ahí le salpicó espuma líquida en los ojos por no tener gafas protectoras. Se le trasladó al I.G.S.S. Actualmente le cuesta un poco ver y padece de dolores de cabeza.
- Edwin Topos se quitó un falange del dedo índice con un dado de la troqueladora manual. Fue trasladado de urgencia al I.G.S.S. En la actualidad, trabaja en una troqueladora más grande, siempre manual y superó el accidente, adquiriendo experiencia y mayor responsabilidad en su trabajo.
- Carlos Pérez se cortó un pedazo de yema con la máquina cortadora manual. Fue atendido en la enfermería de REFRIGUA. Actualmente trabaja en una de las troqueladoras computarizadas.
- Marvin Cristales se prensó la mano con la máquina dobladora. Lo suspendió el I.G.S.S. por 3 meses. Se rehabilitó y trabaja como operador en una máquina dobladora.

- René Morales se prensó la mano con la máquina dobladora. Se le atrofiaron los dedos de esa mano y tiene dificultades para trabajar. Se le han asignado trabajos sencillos.
- Carlos Pérez en marzo de 2003 con la cortadora de perfiles se quitó un pedazo de dedo. Tuvo que ser llevado al I.G.S.S.
- Cesar Arellano en junio de 2003 se prensó con una pared de las wymas, área de espuma, tres dedos de la mano. Se fue al I.G.S.S., se está recuperando, sin problemas en los dedos. Sigue laborando en el mismo departamento.

3.2. Riesgos existentes en los departamentos de corte, dobléz y troquel

Se deben analizar las condiciones ambientales, así como los riesgos tanto en el área de trabajo como en el área física y en sus procesos tecnológicos. Para poder determinar si es necesario el uso del equipo de protección personal, se debe hacer una medición apropiada del ruido y la temperatura en éstas áreas.

3.2.1. Condiciones ambientales

Se puede observar en la tabla II, que los techos y los pisos del área física exterior e interior, tienen ciertas deficiencias, no así las paredes. Se carece de comedor, cocina, duchas y vestidores. Los inodoros y lavamanos tienen buena iluminación, se encuentran en buen estado y poseen una higiene correcta, pero no son suficientes para la cantidad de personal que labora en la empresa. Los bebederos están distribuidos correctamente por medio de botes de agua pura.

Los drenajes son suficientes y se le da mantenimiento continuo. Dentro de la planta la basura es clasificada por depósitos especiales y luego es recolectada por los camiones municipales. No se entierra ni se quema.

La empresa no produce contaminación de malos olores, materia orgánica, aerosoles, fibras, polvos o químicos líquidos. Aunque produce contaminación térmica, ruido, humos y gases que afectan en cierta parte a las casa vecinas, además de otros desechos como madera y lámina, que son vendidas reduciendo su desperdicio. En el caso de la espuma sólida, ésta no es reutilizable hasta el momento. No existen insectos, arácnidos, roedores o plaguicidas a pesar de la proximidad comunitaria.

Se utiliza combustible, gas propano y electricidad como energía. El abastecimiento de agua es municipal, aunque no se le realiza examen bacteriológico, químico o cloración.

Tabla II. Condiciones ambientales

ÁREA FÍSICA		AMBIENTALES		ABASTECIMIENTO DE AGUA	
<i>Exterior</i>		Independencia	Mala	<i>Fuente</i>	
Techos	Mala	Amplitud	Mala	Municipal	Mala
Paredes	Buena	Estado	Mala	Sellada con bomba	Buena
Pisos	Mala	Higiene	Buena	<i>Potable</i>	
<i>Interior</i>		Orden	Mala	Cantidad suficiente	Sí hay
Techos	Mala	Iluminación	Buena	Examen bacteriológico	No hay
Paredes	Buena	Ventilación	Mala	Examen químico	No hay
Pisos	Mala	ALIMENTOS		Cloración	No hay
COMEDOR		Almacenamiento	-----	<i>Red</i>	
Existente	No hay	Conservación	-----	Cañerías	Buena
Higiene	-----	Manipulación	-----	Chorros	Buena
Desinfección	-----	Hábitos de higiene personal	-----	Depósitos	Mala
Utensilios / equipo	-----	Control sanitario personal	-----	Conexión industrial	-----
Mobiliario	-----	COCINA		BEBEDEROS	
VESTIDORES		Existentes	No hay	Existentes	Sí hay
Existentes	No hay	Local adecuado	-----	Ubicación	Buena
Higiene y orden	-----	Local en buen estado	-----	Estado	Buena
Casilleros suficientes	-----	Higiénica	-----	Higiene	Buena
Iluminación	-----	Utensilios adecuados	-----	Filtro / mantenimiento	Buena
Ventilación	-----	Estado del mobiliario	-----	Agua potable	Buena
INODOROS		DUCHAS		LAVAMANOS	
Existentes	Sí hay	Existentes	No hay	Existentes	Sí hay
Suficientes (1x25 personas)	No hay	Agua potable	-----	Suficientes (1x25 personas)	No hay
Estado	Buena	Agua caliente	-----	Ubicación	Mala
Higiene	Buena	Estado	-----	Estado	Buena
Iluminación	Buena	Higiene	-----	Higiene	Buena
Ventilación	Mala	Iluminación	-----	Agua potable	No hay
DRENAJES		Ventilación	-----	COMBUSTIBLE O ENERGÍA UTILIZADOS	
Cubiertos	Sí hay	Ducha automática	No hay	Carbon / lena	No hay
Suficientes	Sí hay	Lava ojos	No hay	Gasolina	Sí hay
Mantenimiento	Sí hay	CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR LA		Gas propano	Sí hay
DISPOSICIÓN DE DESECHOS INDUSTRIALES		Ruido	Sí hay	Bunker	No hay
Aguas residuales	No hay	Térmica	Sí hay	Electricidad	Sí hay
Aguas industriales	No hay	Químicos, sólidos, líquidos	No hay	OTROS	
Desechos sólidos	Buena	Polvos	No hay	Proximidad comunitaria	Sí hay
Medidas de control	Sí hay	Fibras	No hay	Insectos, arácnidos	No hay
BASURA		Humos	Sí hay	Roedores	No hay
Recolector	Sí hay	Gases	Sí hay	Plaguicidas	No hay
Tiran	Sí	Vapores	No hay		
Queman	No	Aerosoles	No hay		
Entierran	No	Materia orgánica	No hay		
		Malos olores	No hay		

3.2.2. Perfil de riesgos

En la tabla III se ve que el mayor riesgo en el departamento de metales es el ruido, debido a las dobladoras y troqueladoras. No utilizar el equipo de protección personal puede ser perjudicial para cada operario.

El almacenamiento y estiba de material constituye un riesgo que no se puede pasar por alto, específicamente en el área de doblado, en la cual las tarimas deben encontrarse bien apiladas para evitar accidentes. Los montacargas son parte importante en la estiba de las tarimas, pero constituyen otro riesgo ya que circulan dentro de las áreas de trabajo. La atención en las operaciones diarias es importante, ya que la falta de esta ha provocado accidentes graves. Debido a que la maquinaria muchas veces es manejada conjuntamente, la cooperación y la comunicación en las áreas de corte y doblado, constituyen un factor importante para la elaboración de las piezas, así como el orden del lugar de trabajo, su constante limpieza y un mantenimiento preventivo constante. Para todo lo anterior, es indispensable que el operario conozca y mantenga presente los aspectos que pueden atentar su seguridad y para ello la constante capacitación y evaluación de su trabajo debe formar algo importante para la empresa.

Tabla III. Perfil de riesgos

AREA				AREA					
Abreviatura	RIESGO	Corte	Doblez	Troquel	Abreviatura	RIESGO	Corte	Doblez	Troquel
AE	Almacenamiento y Estiba	Medio	Medio	Medio	MI	Minuciosidad	Medio	Medio	Medio
AF	Área Física	Medio	Medio	Medio	MO	Memoria Operativa	Medio	Medio	Medio
AP	Apremio de tiempo	Medio	Medio	Medio	MP	Mantenimiento Preventivo	Medio	Medio	Medio
AT	Atención	Medio	Medio	Medio	MR	Monotonía, Repetitividad	Medio	Medio	Medio
CO	Complejidad	Medio	Medio	Medio	OL	Orden y Limpieza	Medio	Medio	Medio
CC	Cooperación y Comunicación	Medio	Medio	Medio	PM	Protección de Maquinaria	Medio	Medio	Medio
CT	Confort Térmico	Medio	Medio	Medio	RA	Radiación	Nulo	Nulo	Nulo
CP	Capacitación	Medio	Medio	Medio	RB	Riesgo Biológico	Nulo	Nulo	Nulo
ED	Incendios y Desastres	Bajo	Bajo	Bajo	RE	Riesgo Eléctrico	Bajo	Nulo	Bajo
EP	Equipo de Protección Personal	Medio	Medio	Medio	RQ	Riesgo Químico	Nulo	Nulo	Nulo
ER	Ergonomía	Medio	Medio	Medio	RU	Ruido	Medio	Medio	Medio
FI	Factores de Inseguridad	Medio	Medio	Medio	TM	Transporte y Montacargas	Medio	Medio	Medio
IL	Iluminación	Bajo	Bajo	Bajo	VE	Ventilación	Bajo	Bajo	Bajo
KD	Trabajo físico dinámico	Bajo	Bajo	Bajo	VI	Vibración	Bajo	Bajo	Bajo
KE	Trabajo físico estático	Medio	Medio	Medio					

Clasificación

Nulo	Medio
Bajo	Crítico

Tabla IV. Riesgos en el área de trabajo

En esta tabla se encuentran los riesgos que existen en el área de metales según las máquinas y herramientas utilizadas tomando en cuenta el número de trabajadores expuestos y el horario de trabajo.

Tabla V. Riesgos en el área física

Área	Riesgos	Causa
Corte	Falta de orden y limpieza	Manejo de materiales
	Falta de ventilación	Calor emanado por la maquinaria
	Ergonomía	Levantado de piezas, posición de trabajo
Doblez	Falta de orden y limpieza	Manejo de materiales
	Falta de ventilación	Calor emanado por la maquinaria
	Ergonomía	Levantado de piezas, posición de trabajo
	Ruido	Maquinaria
Troquel	Falta de orden y limpieza	Manejo de materiales
	Falta de ventilación	Calor emanado por la maquinaria
	Ergonomía	Levantado de piezas, posición de trabajo
	Ruido	Maquinaria

La falta de orden y limpieza es por el material y las herramientas dejadas en las áreas de trabajo, la falta de ventilación es provocada por el mal funcionamiento de los extractores de aire.

Tabla VI. Riesgos en el proceso tecnológico

Área	Riesgos	Causa
Corte	Apremio de tiempo	Secuencia de operaciones
	Atención	La operación mal efectuada ocasiona golpes severos
	Capacitación	Inducción a la seguridad e higiene
	Equipo de protección personal	El operario debe contar con botas punta de acero, guantes y gabacha. Lentes en algunos casos
	Factores de inseguridad	Manipulación de lámina
	Monotonía y repetitividad	La operación no varía a lo largo de la jornada
	Transporte y montacargas	Transporte de tarimas con piezas metálicas
Doblez	Almacenamiento y estiba	Almacenamiento de piezas metálicas
	Apremio de tiempo	Secuencia de operaciones
	Atención	El proceso se desarrolla rápidamente La operación mal efectuada ocasiona golpes severos
	Capacitación	Inducción a la seguridad e higiene
	Equipo de protección personal	El operario debe contar con botas punta de acero, guantes y gabacha
	Factores de inseguridad	Manipulación de lámina
	Monotonía y repetitividad	La operación no varía a lo largo de la jornada
	Transporte y montacargas	Transporte de tarimas con piezas metálicas
Troquel	Apremio de tiempo	Secuencia de operaciones
	Atención	El proceso se desarrolla rápidamente La operación mal efectuada ocasiona golpes severos
	Capacitación	Inducción a la seguridad e higiene Capacitación técnica
	Equipo de protección personal	El operario debe contar con botas punta de acero, guantes y gabacha. Lentes en algunos casos
	Factores de inseguridad	Manipulación de lámina
	Monotonía y repetitividad	La operación no varía a lo largo de la jornada
	Protección de maquinaria	Troqueladoras computarizadas

La capacitación en los diferentes puestos de trabajo forma parte importante para la buena utilización del equipo de seguridad, ya que la falta de este puede provocar accidentes lamentables. La atención en las operaciones efectuadas constituye un factor que puede ser determinante en el momento de un accidente y como prevención del mismo.

Tabla VII. Medición de la temperatura

Área	Nombre	Temperatura		Comentarios
		7:30 - 12:30	1:00 - 4:30	
Corte	Cortadora 1	21.2°C	26.3°C	Buena circulación de aire, temperatura agradable
Corte	Cortadora 2 y 3	22.3°C	25.5°C	
Dobleza	Dobladora 4 y 5	32.3°C	32.0°C	La temperatura se mantiene constante debido a las salidas de aire
Dobleza	Dobladora 3	32.5°C	30.7°C	
Dobleza	Dobladora 2	30.9°C	30.3°C	La temperatura aumenta debido a la maquinaria que se utiliza
Dobleza	Dobladora 1	30.5°C	31.2°C	
Dobleza	Dobladora 6 y 7	31.6°C	30.5°C	Temperatura aceptable y constante
Corte	Cortadora 4 y 5	31.5°C	30.2°C	Temperatura aceptable y constante
Troquel	Troqueladora 1	31.1°C	33.2°C	Mayor calor por la tarde ya que las máquinas están bajo el mezanine de las oficinas de producción
Troquel	Troqueladora 2	31.2°C	33.2°C	
Troquel	Troqueladora 3	31.6°C	33.2°C	
Troquel	Troqueladora 4 - 7	24.3°C	29.3°C	Buena circulación de aire

Medición realizada con *Thermo - Hygro* marca Radio Shack

Tabla VIII. Medición del ruido

Maquina / Herramienta	Nombre	Rango		dB	Cant.	Comentarios
		90	100			
Cortadora	Cortadora 1	+5	-4	95	1	Es necesario usar tapones auditivos reusables con cordón 1270, fabricados con materiales hipoalergénicos. Brindan una efectiva e higiénica protección a los trabajadores que se desempeñan en áreas donde los niveles de ruido superan los 85 dB(A) por día. La tasa de reducción de ruido (NRR) calculada a partir de los valores de atenuación es de 25.0 dB, cuando los tapones están correctamente colocados.
Cortadora	Cortadora 2	+2	-7	92	1	
Cortadora	Cortadora 3	+1	-8	91	1	
Dobladora	Dobladora 2	+9	-1	99	1	
Troqueladora	Troqueladora 1	+3	-6	93	1	
Dobladora	Dobladora 3	+5	-4	95	1	
Dobladora	Dobladora 1	+4	-5	94	1	
Dobladora	Dobladora 4	+4	-5	94	1	
Dobladora	Dobladora 5	+3	-6	93	1	
Dobladora	Dobladora 6 y 7	+5	-4	95	1	
Cortadora	Cortadora 4 y 5	+4	-5	94	1	
Troqueladora	Troqueladora 2	+5	-4	95	1	
Troqueladora	Troqueladora 3	+4	-5	94	1	
Troqueladora	Troqueladora 6	+8	-1	99	1	
Troqueladora	Troqueladora 7	0	----	90	1	
Troqueladora	Troqueladora 8	-1	----	89	1	
Barreno / Destornillador	-----	----	0	100	----	Es necesario usar orejeras 1440 3M. La tasa de reducción de ruido (NRR) calculada a partir de los valores de atenuación es de 23.0 dB, cuando los protectores están correctamente colocados.
Troqueladora	Troqueladora 9	----	+4	104	1	


Medición realizada con decibelímetro marca Radio Shack en frecuencia "A" y rango 60-120 dB.

3.2.3. Equipo de protección personal requerido

En la tabla IX se tiene el equipo de seguridad que se requiere en las diferentes áreas de la empresa, poniendo énfasis en el área de metales, en donde se cuenta con la mayoría de equipo, excluyendo la protección respiratoria. Se puede ver que esta área cuenta con un total de 57 personas que utilizan el equipo auditivo y botas con punta de acero. Por el tipo de insumo que es la lámina, deben utilizar guantes o guanteletas para la protección de las manos. En el área de corte es obligación portar gafas protectoras ya que las bobinas de lámina tienen a lastimar al operario en el momento de colocarlas en las máquinas.

La gabacha es utilizada mayormente en el área de corte para evitar desgarros de la ropa y lastimarse alguna parte del tronco del cuerpo.

Tabla IX. Equipo de protección personal requerido

 Área	Actividad	Gabacha	Tapones auditivos	Zapato con punta de acero	Guantes	Gafas protectores	Protección respiratoria	Cinturón
METALES	Corte	10	15	15	10	3	-	8
	Troquel	-	17	17	17	-	-	-
	Doblez	-	25	25	25	-	-	-
	Total metales	10	57	57	52	3	-	8
ENSAMBLE 1	Línea A	-	-	14	14	2	-	-
	Línea B	-	-	14	14	2	-	-
	Línea C	-	-	6	6	-	-	-
	Total del ensamble 1	-	-	34	34	4	-	-
ESPUMA	Línea A	-	-	6	5	2	1	1
	Línea B	-	-	6	5	2	-	1
	Línea C	-	-	4	4	2	-	1
	Total de espuma	-	-	16	14	6	1	3
ENSAMBLE 2	Línea A	-	-	11	11	1	-	1
	Línea B	-	-	9	2	-	-	2
	Línea C	-	-	5	1	1	-	1
	Total del ensamble 2	-	-	25	14	2	-	4
ENSAMBLE 3	Línea A	-	-	5	-	3	-	-
	Línea B	-	-	6	2	2	-	1
	Línea C	-	-	5	-	-	-	1
	Total del ensamble 3	-	-	16	2	5	-	2
SUBENSAMBLE	SERIGRAFÍA	1	-	4	-	-	-	-
	SOLDADURA	4	-	4	4	4	-	-
	PUNTEADORA	1	1	1	1	1	-	-
	MULLIONS	-	-	2	-	-	-	-
	PERFILES	-	-	3	-	-	-	-
	RÓTULOS	-	-	1	-	-	-	-
	CORTE DE ACRÍLICOS	-	-	2	-	-	-	-
	CORTE DE ESPUMA	1	1	1	-	1	1	-
Total del subensamble	7	2	18	5	6	1	-	
ENSAMBLE DE PUERTAS	Línea A	-	6	6	3	4	-	2
	Línea B	-	5	5	3	4	-	2
	Línea C	-	5	5	1	2	-	2
	Total de puertas	-	16	16	7	10	-	6
REFRIGERACIÓN	Línea A	-	-	5	5	3	-	2
	Línea B-C	-	-	5	5	3	-	2
	Total de refrigeración	-	-	10	10	6	-	4
UNIDADES CONDENSADORAS	Línea A	3	-	3	1	1	-	-
	Línea B	3	-	3	1	1	-	1
	Línea C	-	-	1	-	-	-	-
	Total de unidades	6	-	7	2	2	-	1
COBRE	Línea A	1	-	4	4	4	-	-
	Línea B	-	-	4	4	4	-	-
	Línea C	-	-	2	2	2	-	-
	Total de cobre	1	-	10	10	10	-	-
TOTALES		24	75	209	150	54	2	28

3.2.4. Situación de las señales

Actualmente no se cuenta con señalización completa de los extintores y las rutas de evacuación, pero se poseen rótulos que indica alto voltaje, utilización de equipo de protección personal en cada área.

Las señales de salida y de salida de emergencia se situarán, siempre que sea posible, sobre los dinteles del hueco de señalización o, si no fuera posible, muy próximas a él, de modo que no exista confusión en cuanto a la localización del mismo. Debido a que actualmente no se cuenta con ellas, se implementarán rutas de evacuación.

Las señales de tramos de recorrido de evacuación se situarán de modo que, desde cualquier punto susceptible de ser ocupado por personas, sean visibles, al menos una señal que permita iniciar o continuar la evacuación por vía, sin dudas, confusiones ni vacilaciones.

La altura del borde inferior de las señales en tramos de recorrido de evacuación estará preferentemente comprendida entre 2m y 2.50 m, pudiendo alterarse esta altura por razones de tráfico en la vía u otras que lo justifiquen.

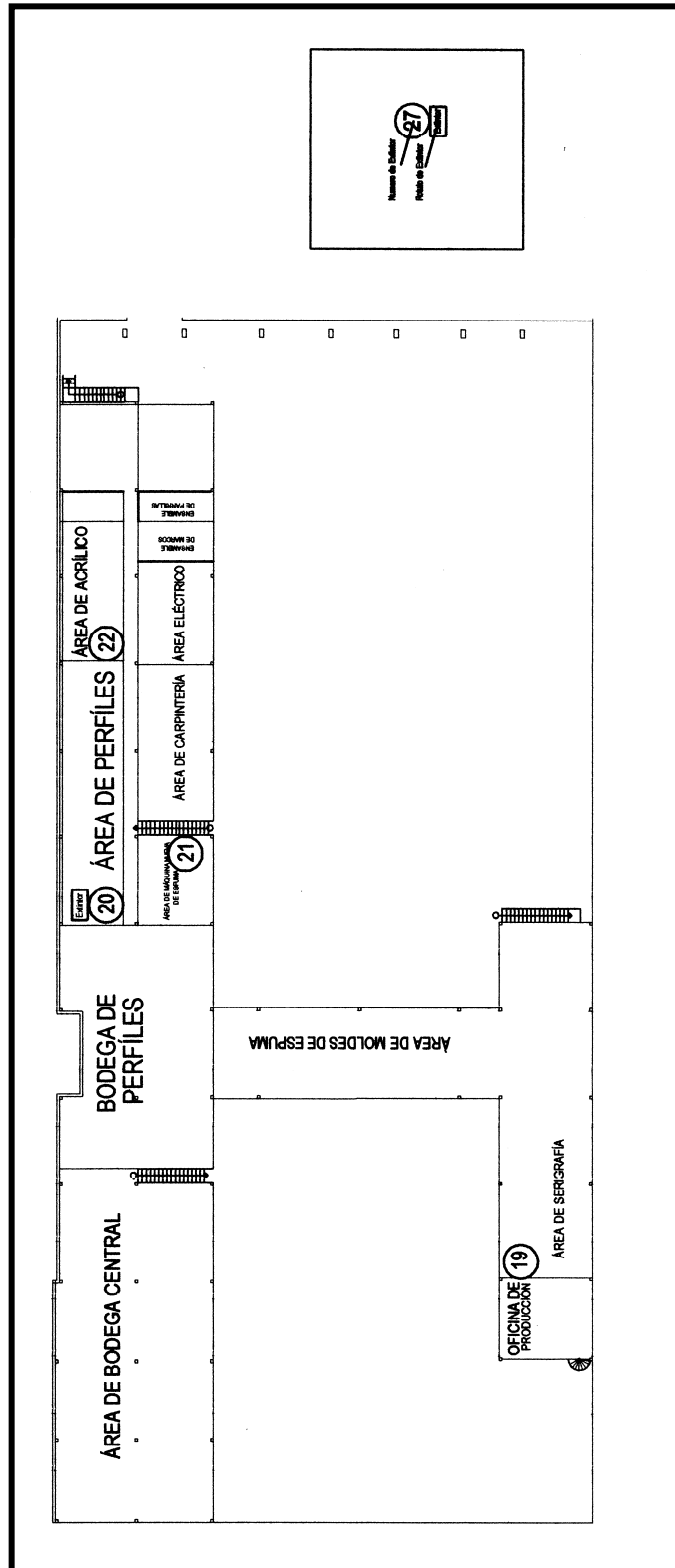
Tabla X. Situación de las señales

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión, de emergencia y evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
Amarillo o anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Tabla XI. Inventario actual de extintores

Datos obtenidos en la planta de producción de REFRIGUA, S. A.

Figura 14. Localización actual de extintores. Segundo nivel



3.3. Evaluación de los conocimientos sobre seguridad por muestreo estadístico

Con el fin de determinar cual es el grado de conocimiento que poseen los operarios del área de metales en la planta, se han realizado 40 encuestas, dado que el total de analizados son 57 operarios. Para determinar el tamaño de la muestra total se procedió a emplear la siguiente fórmula estadística, por medio de un muestreo no probabilístico por estudios complejos

n	Tamaño de la muestra total	?
N	Tamaño de la población	57
Z	Nivel de confianza*	1.96
p y q	Variabilidad del fenómeno	.8 y .2
E	Precisión	10%

Fórmula

$$n = \frac{\frac{Z^2 * q}{E^2 * p}}{1 + \frac{1}{N} * \left\{ \frac{Z^2 * q}{E^2 * p} - 1 \right\}}$$

Sustituyendo

$$n = \frac{\frac{(1.96)^2 * (0.2)}{(.10)^2 * (0.8)}}{1 + \frac{1}{209} * \left\{ \frac{(1.96)^2 * (0.2)}{(.10)^2 * (0.8)} - 1 \right\}}$$

Resolviendo

$$n = \frac{96.04}{1 + 0.0175439 * \left\{ 96.04 - 1 \right\}}$$

$$n = \frac{96.04}{2.667368421}$$


$$n = 36.0055249$$

Se aumentará un 10% para fines de control de calidad

$$n = 39.6060773 = 40$$

* Según tabla XXVII. Áreas bajo la curva normal. Ver anexos.

Figura 15. Encuesta al personal sobre seguridad e higiene



Número de encuesta _____

Nombre de la persona encuestada _____

Edad _____ años Hombre Mujer

Años de servicio _____ Tiempo en ese trabajo _____

Título u ocupación _____

Departamento _____

¿Ha tenido algún accidente en REFRIGUA? Sí No _____

¿Que parte del cuerpo afectó? Brazo Pierna Pie Cabeza Rodilla Oído

Mano Ojo Cuello Dedo Nariz Otro _____

Grado del accidente Leve Medio Alto Grave

Hubo algún agente indirecto relacionado con el accidente (objeto, sustancia, material, equipo, maquinaria) _____

¿Cuál fue el acto o condición insegura? _____

Factores personales (fatiga, actitud impropia, falta de conocimiento, reacción lenta) _____

¿Ha recibido en REFRIGUA u otra empresa algún curso sobre Seguridad e Higiene? Sí No

Mencione los equipos de protección personal que conoce

Lentes Casco Mascarilla Orejeras Guantes Botas Overol Cinturón

Otros: _____

¿Ha usado alguna vez un extintor? Sí No _____

¿Ha notado alguna situación insegura últimamente? Sí No ¿Cuál? _____

¿A quién debería informarle si observa una situación insegura? _____

Ordene de mayor a menor los acto inseguros Tornillo tirado en el suelo Tarima mal apilada

Aceite derramado Trabajar sin equipo de protección Encender un fósforo dentro de la planta

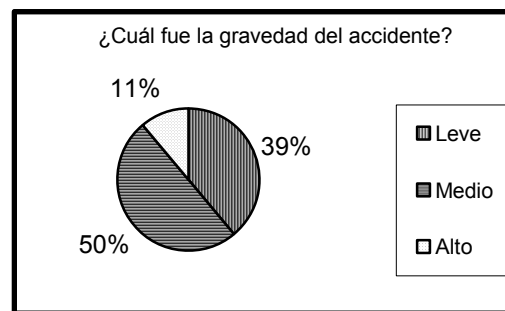
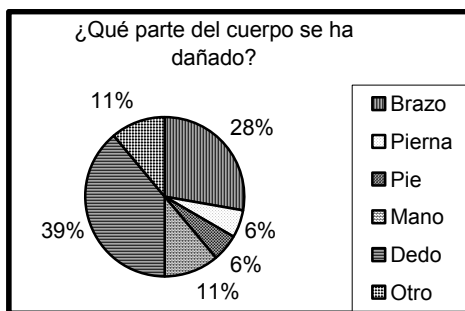
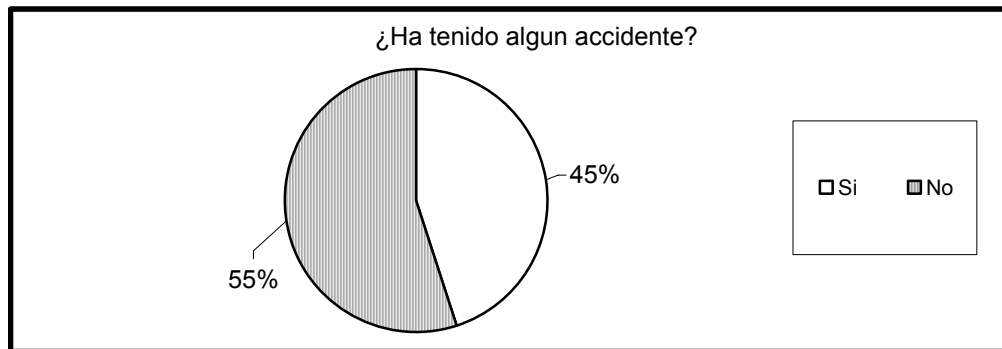
Enumere de 1 a 5 las siguientes responsabilidades según su importancia

Seguridad Calidad Moral Costos Producción Todas son importantes

3.4. Resultados obtenidos de la evaluación

Figura 16. Accidentes

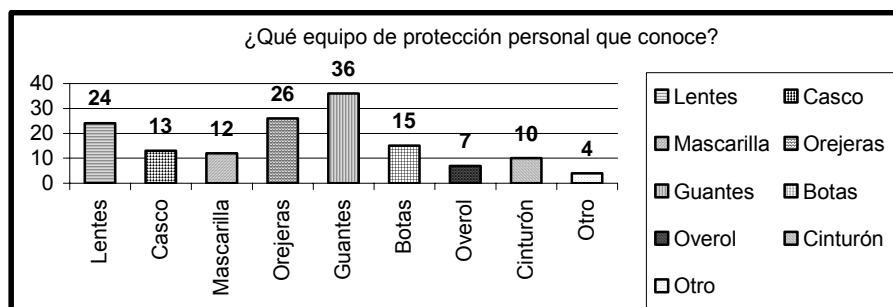
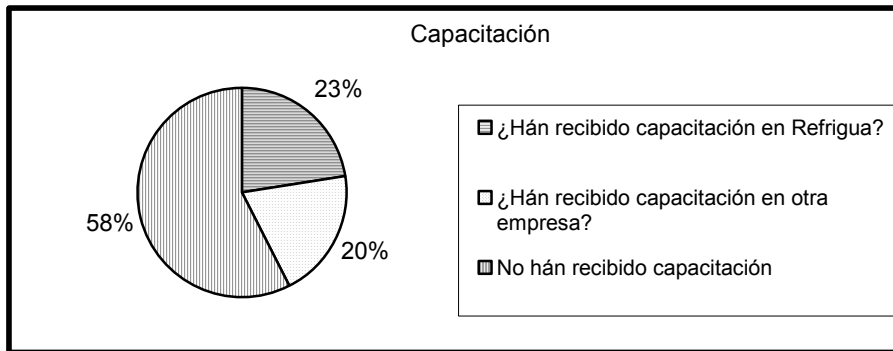
Promedio de edad	Promedio de servicio	Promedio de tiempo	Si ha tenido accidente	No ha tenido accidente	¿Qué parte del cuerpo se ha dañado?						¿Cuál fue la gravedad del accidente?		
					Brazo	Pierna	Pie	Mano	Dedo	Otro	Leve	Medio	Alto
29.8	4.7068	3.56667	18	22	5	1	1	2	7	2	7	9	2
			45%	55%	28%	6%	6%	11%	39%	11%	39%	50%	11%
			40		18						18		



En las siguientes figuras se puede ver que el personal tiene un promedio de 30 años de edad y que ha tenido algún tipo de accidente, dañándose principalmente los dedos o brazos por alguna cortada de mediana gravedad.

Figura 17. Capacitación

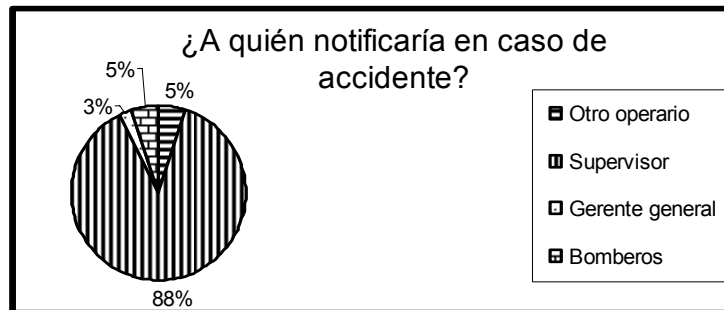
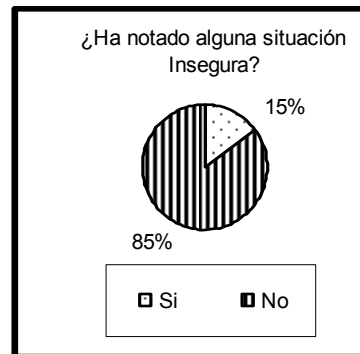
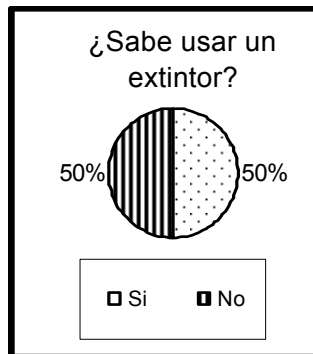
¿Hán recibido capacitación en Refrigua?	¿Hán recibido capacitación en otra empresa?	No han recibido capacitación	¿Qué equipo de protección personal conoce?								
9	8	23	Lentes	Casco	Mascarilla	Orejas	Guantes	Botas	Overol	Cinturón	Otro
23%	20%	58%	24	13	12	26	36	15	7	10	4
40											



Se puede observar que la mayoría del personal no ha recibido ningún tipo de capacitación, por tal razón no conocen la variedad de equipo de protección personal que puede aplicarse en su área.

Figura 18. Uso de extintores

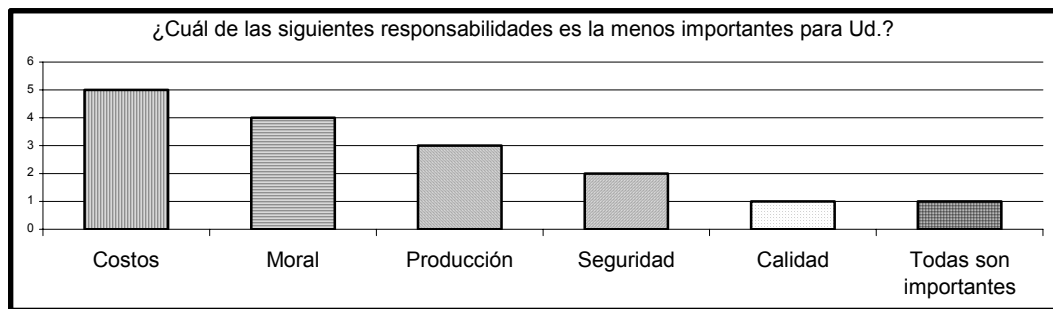
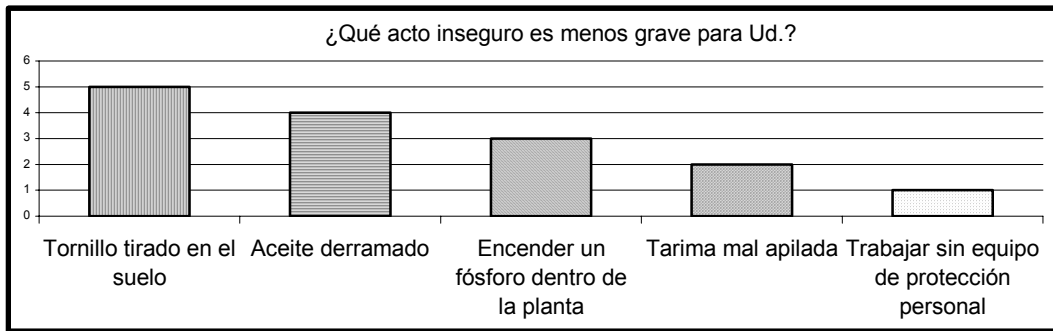
¿Han usado extintor		¿Han notado situaciones		¿A quién notificaría en caso de accidente?			
Sí	No	Sí	No	Otro operario	Supervisor	Gerente general	Bomberos
20	20	6	34	2	35	1	2
50%	50%	15%	85%	5%	88%	3%	5%
40		40		40			



La figura número 18 muestra que la mitad de los trabajadores han tenido la oportunidad de recibir algún tipo de curso sobre el uso de extintores, pero pocos pueden determinar algún acto o situación insegura dentro de la empresa. Muchos de ellos notificarían a su supervisor de alguna situación, para que éste tome las medidas necesarias.

Figura 19. Actos inseguros

Tornillo tirado en el suelo	Aceite derramado	Encender un fósforo dentro de la planta	Tarima mal apilada	Trabajar sin equipo de protección personal	¿Cuál de las siguientes responsabilidades son menos importantes para Ud.?					
					Costos	Moral	Producción	Seguridad	Calidad	Todas son importantes
166	130	120	103	81	176	143	104	84	78	1
PROMEDIO										
33.2	26	24	20.6	16.2	4.51	3.67	2.67	2.15	2	
5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	1



Se puede observar que gran parte del personal sabe que trabajar sin equipo de protección personal es la mayor causa de los accidentes en una empresa. Colocar mal una tarima y encender un fósforo dentro de la planta, son factores determinantes en la prevención de un accidente.

Las cinco responsabilidades: costos, moral, producción, seguridad y calidad, deben ir de la mano y no se le puede dar más o menos importancia a ninguna de ellas. Todas son importantes, lo cual no es conocido por los operario.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA

4.1. Programa de seguridad

La faceta más importante de cuantas comprenden el establecimiento de una organización de seguridad empresarial, es sin duda la del plan o programa que ha de seguirse para la realización práctica de su acción preventiva. En tal sentido es necesario para este estudio justificar la necesidad de existencia de un plan, examinar qué condiciones debe satisfacer, pasar una revisión superficial a sus diversos aspectos y considerar ciertos detalles complementarios de interés y utilidad para su desarrollo.

Para toda acción humana es necesaria la preexistencia de un programa, que rija, gobierne y sirva de directriz a la acción a desarrollar, los resultados podrán ser mejores o peores, pero no cabe duda que los obtenidos siguiendo una trayectoria preconcebida siempre superarán a los de una acción desarrollada desordenadamente.

El plan deberá ser cuidadosamente estudiado de antemano en todos sus aspectos y detalles. Debe comprender todos y cada uno de los puntos de primordial interés para la seguridad de la empresa. Ha de ser proporcionado y adecuado a la empresa, sin pecar de demasiado sencillo o de excesivamente complejo. Debe de ser posible su aplicación y realización en todos los puntos necesarios. Deberá permitir un fácil, cómodo y seguro control de su aplicación para poder acudir a subsanar sus posibles fallos. Una vez lanzado un plan, se debe atener rigurosamente sus directrices mientras no haya necesidad justificada de su modificación.

El programa de seguridad a cargo del coordinador de seguridad industrial está conformado por las siguientes fases

- Implementación del reglamento de seguridad industrial de la empresa
- Reubicación, aumento, revisión y señalización de extintores
- Plano de rutas de evacuación
- Ubicación de fuentes de agua potable
- Creación de reportes
 - Reportes de incidentes de lesiones y enfermedades
 - Hoja de trabajo relacionada con lesiones y enfermedades
 - Reporte de inspección de instalaciones
- Introducción de las Cinco Eses
- Costos

4.1.1. Obligaciones del trabajador

Con fundamento en el Código de Trabajo vigente en Guatemala (Capítulo VI, artículo 63, inciso e), el Reglamento sobre Protección de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (Capítulo VI, sección II) y a las normas elementales de prevención de seguridad, se establecen los siguientes lineamientos que deberán ser impartidos a todos los trabajadores.

- a. Cooperar en forma adecuada con las normas y procedimientos dictados en el presente reglamento a través de la Comisión de Seguridad, sección de Control de Pérdidas y aprobadas por el Comité Central.
- b. Cumplir fielmente con todas las normas de seguridad e higiene que contenga este Reglamento de Seguridad Industrial.
- c. Utilizar y cuidar apropiadamente la indumentaria de trabajo que la Empresa proporcione.

- d. Utilizar y cuidar apropiadamente el equipo de protección personal que le sea proporcionado en función de área, puesto y tarea asignada, sin poder retirarlos de la Empresa, salvo autorización especial de seguridad. Cuando el trabajador es cambiado de puesto, tarea o área, tiene la obligación de devolver el equipo asignado.
- e. Reportar lo más pronto posible a su jefe inmediato todo incidente, accidente, acto o condición insegura que se observe en la maquinaria, equipo, herramienta y área de trabajo.

4.1.2. Prohibiciones

- a. Ingresar o efectuar tareas en las instalaciones de la empresa bajo efectos de bebidas alcohólicas, drogas, estupefacientes o en condiciones de discapacidad física.
- b. Fumar en áreas no permitidas: líneas de producción, ensambles, empaque, área de prueba, departamento de cobre, bodegas de almacenaje, bodega de inflamables (gases), bodega de materiales, bodega de producto terminado, bodega de repuestos, talleres y sobre todo el departamento de espuma.
- c. Hacer fuego en el interior de la planta, o algún área cercana a materiales combustibles, excepto en los lugares que para tal efecto se asignen.
- d. Efectuar trabajos sin el debido entrenamiento y autorización previos, tales como: reparación mecánica, instalaciones, sistemas eléctricos y/o electrónicos, etc.
- e. Quitar, modificar o guardar accesorios de protección, instalados en maquinaria o instalaciones, excepto con el propósito de mantenimiento preventivo o reparaciones.

- f. Utilizar líquidos inflamables o sustancias tóxicas para limpieza de equipos, maquinaria y/o instalaciones.
- g. Usar prendas como anillos, esclavas o pulseras, relojes, prendedores o cadenas, mientras se trabaja en maquinaria o sistemas energizados que puedan poner en peligro su integridad física.
- h. Retirarse, ausentarse o desentenderse de la maquinaria o equipo cuya operación esté a su cargo, sin autorización superior.
- i. Portar o utilizar cualquier tipo de arma, ya sea de fuego, punzo cortante, contundente o química, dentro de la planta.
- j. Tener actitudes indebidas, hacer movimientos acrobáticos o afrentar físicamente contra cualquier trabajador en áreas de trabajo que pongan en peligro al personal que labora en dichos lugares.
- k. Bloquear el acceso a extintores, camillas, salidas de emergencia, paneles eléctricos, pasillos o escaleras de emergencia; así como, retirar o destruir el equipo contra incendios de sus respectivos puestos, que ponga en riesgo la seguridad del área o la pronta utilización de tales dispositivos.
- l. Transportar pasajeros, levantar cargas o utilizar para otro efecto todos los vehículos que no han sido señalados para ello; tales como: montacargas, carretas y plataformas hidráulicas.
- m. Utilizar los servicios de aire comprimido, vacío, utensilios o equipo, cuya aplicación sea inapropiada.
- n. Ingresar a las áreas o puestos de trabajo, sin el equipo de protección personal y bajo las medidas de seguridad dispuestas para tal área.
- o. Realizar operaciones de corte, maquinado o soldadura, sin la autorización ni el equipo correspondiente, o realizar los mismos en máquinas o tuberías sujetas a presión o vacío, conteniendo gases inflamables o productos químicos de manejo especial.

- p. Ningún trabajador deberá utilizar u operar maquinaria, equipo o herramienta sin el conocimiento respectivo, que no le hayan sido asignadas, o cuya operación sea exclusiva de personal debidamente autorizado, salvo en casos cuyo jefe inmediato le autorice o supervise.
- q. Por ningún motivo se debe ingresar a los puestos de trabajo con alimentos y/o bebidas, para eso hay horas estipuladas que deberán respetarse.
- r. No se permitirá a ningún trabajador, el ingreso o ejecución de trabajos en la subestación eléctrica de la Planta, los cuales ejecutará únicamente EEGSA y/o COMEGSA
- s. Todo trabajador (a) deberá presentar un arreglo personal adecuado, evitando que situaciones como: cinta de calzado sueltas, partes demasiado largas de camisas, faldas o abrigos, cabello largo y suelto, corbatas sin gancho o lentes sin cinta sostenedora; puedan provocar accidentes que le ocasionen lesiones físicas.

4.1.3. Recomendaciones sobre la utilización de equipo, herramienta y maquinaria

	Causa	Efecto
a.	El equipo o maquinaria no deberá ser reparado o lubricado cuando se encuentre en marcha, primero debe ser detenido y si es necesario, desenergizado	Si alguna máquina o equipo es trabajado mientras esté en marcha puede provocar que la persona que lo está reparando sufra un accidente
b.	Las operaciones de limpieza y ajuste de ciertos equipos del Departamento de Producción, que se realizan en marcha, deben supervisarse, evitando todo riesgo que ponga en peligro la integridad física de los trabajadores	Antes de una limpieza o ajuste de equipos que deben ser hechos mientras éstos se encuentran en marcha deben estar supervisados por personal competente para evitar accidentes graves
c.	Las máquinas deben estar provistas de paro de emergencia y dispositivos y accesorios de seguridad recomendados por el fabricante. El operador debe reportar de inmediato si algún dispositivo tuviera falla. Entiéndase; botones, interruptor y luces piloto	Si algún botón, interruptor o luz piloto no funciona correctamente puede provocar que la maquinaria sufra desperfectos en su funcionamiento o hasta dañar al operador
d.	La herramienta asignada a un trabajador debe garantizar condiciones seguras de operación. Toda herramienta en mal estado debe ser retirada	Al utilizar una herramienta en mal estado, ésta puede provocar daños a una o varias personas cercanas
e.	Toda máquina o herramienta al ponerse en marcha y durante todo ese tiempo, debe utilizarse con las protecciones, tales como: guardas, señalización, pantallas, aislamiento, etc. propios de ésta; además del equipo de protección personal del operador, proporcionado acorde al área donde trabaje	La falta de protección, tanto de la maquinaria como del personal puede llevar a graves accidentes en las áreas de trabajo
f.	En las operaciones de soldadura eléctrica o autógena, debe utilizarse ropa y equipo apropiado de protección personal, además de biombos o pantallas que protejan a las demás personas que se encuentren en el área; y en general cumplir con los requerimientos de seguridad industrial como: tierra física, manómetros y válvulas de seguridad	La falta de algunos de estos requerimientos puede afectar directamente al trabajo como a las personas que se encuentran en las áreas de soldadura y en algunas ocasiones, el efecto no es inmediato, sino a largo plazo, después de varios años de trabajo
g.	Todo trabajo de operación, mantenimiento y montaje de sistemas, circuitos o equipo eléctrico debe ser realizado por el taller eléctrico de Refrigeradores de Guatemala, S.A., quien debe realizarlo con las medidas de seguridad que amerite	Si alguna persona no competente en el área realiza trabajos para los cuales no está capacitada, puede dañarse y dañar el equipo
h.	Todas las herramientas, equipos de protección, escaleras, etc., que se utilicen, deben ser las adecuadas para cada tipo de trabajo. Si son adquiridas a un proveedor deberán tener al menos dos certificaciones de seguridad y si son fabricados deberán seguir la norma	No utilizar herramientas o equipo de protección adecuados, puede causar daños a las integridad de otras personas, como a la del mismo trabajador
i.	Todos los diseños, remodelaciones y proyectos deben estar acorde a las normas establecidas nacional e internacionalmente de las áreas: civil, eléctrica, mecánica o seguridad	Al realizar este tipo de trabajos debe planificarse adecuadamente la forma de trabajo para evitar inversiones mayores en el futuro
j.	Los pilotos de vehículos, deben respetar las diferentes normas y señalizaciones de seguridad creados para tal efecto, además de utilizar los equipos de seguridad instalados, como cinturones, cascos, extintores, etc	Conducir a altas velocidades provoca accidentes muy comunes en las empresas. Además, cuando los pilotos no utilizan su equipo especial y cinturones
k.	Los operadores de montacargas deben conocer exactamente las limitaciones de su máquina, como: capacidad de carga, cintura de carga y relación peso-altura	Ciertos montacargas no están diseñados para levantar cargas que son de gran peso o de dimensiones muy grandes y pueden volcarse

Figura 20. Diagrama de causa y efecto para manejo de insumos y materia prima

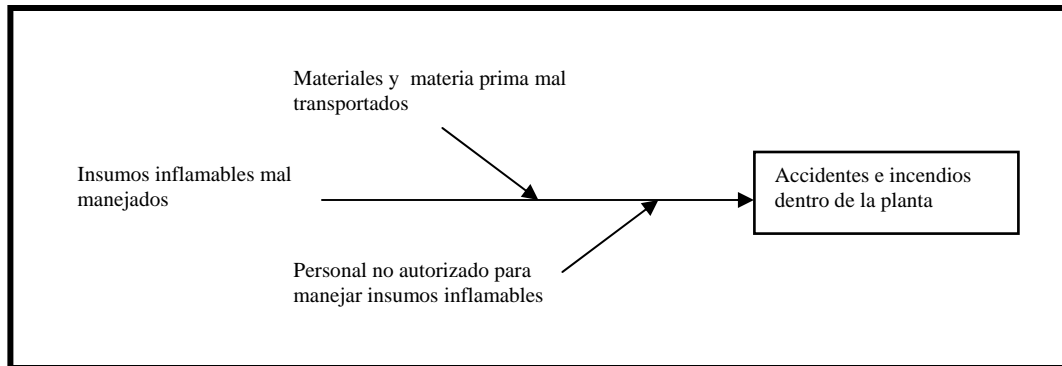
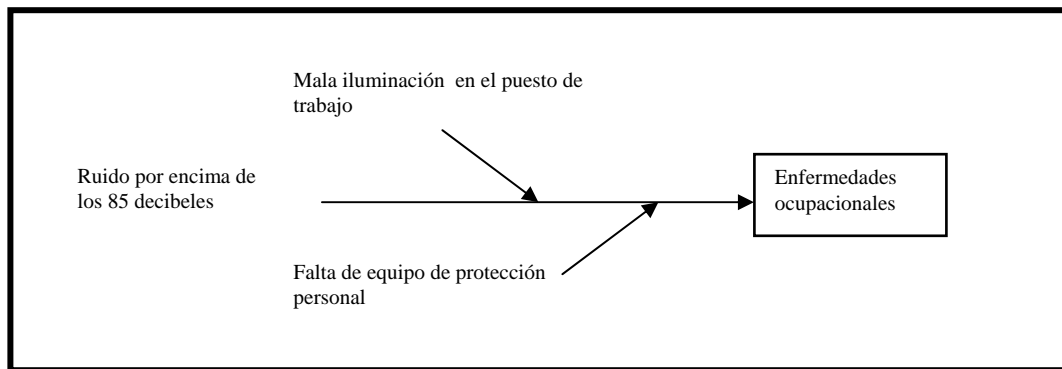


Figura 21. Diagrama de causa y efecto para los puestos de trabajo y tareas



4.1.4. Recomendaciones de orden y limpieza

	Causa	Efecto
a.	Es obligación de todos los trabajadores responsabilizarse y colaborar para mantener las instalaciones, calles, pasillos, bodegas y oficinas de la Empresa en orden y limpieza	El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. Tener material regado y productos semiacabados amontonados en los pisos puede provocar accidentes
b.	Todas las áreas señalizadas como de emergencia, ruta de evacuación, escaleras o puertas de seguridad, deben mantenerse libres de todo obstáculo	En el momento de un accidente o emergencia suele ocurrir que el equipo necesario esté bloqueado, impidiendo actuar rápidamente
c.	Deben existir depósitos exclusivos para el desecho de utensilios provenientes de diferentes tareas, tales como: materiales inflamables, tóxicos, metálicos, vidrios, papeles, etc., para evitar riesgos de fuegos, lesiones y procurar su reciclaje o correcto procedimiento de extracción	Colocando cada uno de estos desperdicios éstos se pueden manejar de mejor manera y así evitar que existan algún riesgo de incendio
d.	El material clasificado como tóxico, combustible o altamente peligroso, debe almacenarse y manejarse acorde a normas específicas de seguridad establecidas por el fabricante o instituciones expertas en esa materia	Un material considerado como altamente peligroso posee mayor riesgo de provocar un incendio dentro de la planta, por lo cual debe manejarse prudentemente, almacenándose en áreas especiales y restringidas a personal capacitado
e.	El programa de fumigación anual, tiene como propósito proteger la salubridad de los puestos de trabajo, productos, insumos, instalaciones y equipo; utilizando los productos fumigantes adecuados y procedimientos necesarios	Prevenir plagas es importante para la salud de las personas que laboran en la planta, ya que el agua y los alimentos, deben estar libres de animales roedores o insectos
f.	Los productos utilizados con propósitos antisépticos, detergentes, desinfectantes y de limpieza para todas las áreas de la empresa, deberán ser sujetos a revisión y clasificación por parte de la sección de control de pérdidas y las gerencias respectivas	Un producto antiséptico, detergente, desinfectante o de limpieza debe ser chequeado antes de su uso, para preveer que estos puedan provocar incendios o contaminación de alimentos que afecten la salud de los trabajadores

Figura 22. Tapones auditivos




Fuente: 3M de Guatemala

Figura 23. Respirador

Respirador 8210 (N95)

Hoja Técnica



Descripción

El respirador libre de mantenimiento 3M 8210 brinda una efectiva, confortable e higiénica protección respiratoria contra polvos y partículas líquidas sin aceite. Es fabricado con un Medio Filtrante Electroestático Avanzado, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia del filtro con menor caída de presión. Su forma convexa, el diseño de sus bandas elásticas, la espuma de sellado y el clip de aluminio para el ajuste a la nariz aseguran un excelente sello adaptándose a un amplio rango de tamaños de cara.

Aplicaciones

• Triturado	• Cementos
• Lijado	• Construcción
• Aserrado	• Agroquímicos
• Carpintería	• Minería
• Empacado	• Alimenticia

- No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19.5 %.
- No usar en atmósferas en las que el contaminante esté en concentraciones IDLH (inmediatamente peligrosas para la vida y la salud).

Limitaciones de uso

Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, hierro y sílice libre producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: esmerilado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales) y neblinas a base de líquidos no aceitosos.

- No usar en atmósferas que contengan vapores y gases tóxicos, Asbestos o polvo proveniente de lavado con chorro de arena.

Aprobaciones

Aprobado por la National Institute for Occupational Safety And Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación N95 de la norma 42CFR84.

Características

• Cintas elásticas:	Elastómero color amarillo
• Clip metálico:	Aluminio
• Espuma interna:	Poliuretano
• Elemento filtrante:	Tela no tejida de polipropileno y poliéster.
• Peso apróx.:	10g.
• Color:	Blanco

Concentraciones Límites

- No usar cuando las concentraciones sean mayores a 10 veces el límite de exposición o menor de 0,05 mg/m³

Fuente: 3M de Guatemala

4.1.5. Planes de acciones en emergencias

Refrigeradores de Guatemala, S. A., tiene un plan general de emergencias, el cual define la organización, acciones y medios necesarios para tomar las acciones correspondientes ante la ocurrencia de situaciones de peligro en sus instalaciones.

Los siguientes lineamientos están considerados de la siguiente forma

- a. Todo trabajador debe estar plenamente consciente de su involucramiento en la efectividad del plan de emergencia.
- b. Acorde a la emergencia que se presente, se encontrará nombrando previamente un jefe y subjefe de protección por área (jefe de piso), que serán responsables de la evacuación, atención y rescate del personal del área. En este caso serán los encargados de cada área.
- c. Se deben realizar simulacros para casos de incendio, terremoto u otro tipo de emergencia que se presente, previéndose en forma amplia todos los detalles y estableciendo funciones que deberán cumplir cada persona, destino y ubicación final.
- d. Debe existir un sistema de sirena de emergencia, la cual pueda ser escuchada e identificada por todo el personal en planta.
- e. Se debe tener definido por escrito al coordinador de seguridad industrial, como el responsable de la revisión y mantenimiento del equipo a utilizarse en caso de emergencia, ya que él velará por la seguridad de los operarios y de la planta.
- f. Es responsabilidad de todos los trabajadores de Refrigeradores de Guatemala, S.A., participar en simulacros, conformar brigadas y cumplir con estas disposiciones de seguridad.

4.2. Reubicación, aumento, revisión y señalización de extintores

Tabla XII. Inventario propuesto de extintores

Número	Rótulo	Tipo	Lbs.	Área	Número	Rótulo	Tipo	Lbs.	Área
1	Sí	ABC	10	Garita	18	Sí	ABC	10	Cámara térmica
2	Sí	CO2	5	Oficinas	19	Sí	CO2	5	Soldadura de bases
3	Sí	CO2	5	Oficinas	20	Sí	ABC	20	Ensamble 3 B
4	Sí	CO2	5	Oficinas	21	Sí	ABC	20	Ensamble unidades
5	Sí	CO2	5	Oficinas	22	Sí	CO2	5	Fosa 1 A
6	Sí	ABC	10	Reparaciones	23	Sí	ABC	20	Fosa 1 B
7	Sí	ABC	10	Línea nueva	24	Sí	CO2	5	Fosa 2 A
8	Sí	ABC	10	Espumado de Puertas	25	Sí	ABC	10	Moldes de madera
9	Sí	ABC	10	Ensamble línea congeladores	26	Sí	ABC	10	Serigrafía
10	Sí	CO2	5	Troquel	27	Sí	CO2	5	Oficina de producción
11	Sí	CO2	5	Troquel	28	Sí	ABC	20	Bodega central
12	Sí	CO2	5	Termoformado	29	Sí	ABC	20	Bodega central
13	Sí	ABC	10	Corte	30	Sí	ABC	20	Bodega de perfiles
14	Sí	CO2	5	Oficina de bodega central	31	Sí	CO2	5	Máquina de espuma
15	Sí	ABC	20	Bodega central	32	Sí	ABC	10	Carpintería
16	Sí	CO2	5	Corte	33	Sí	ABC	10	Acrílicos
17	Sí	CO2	5	Compresores	34	Sí	ABC	10	Prueba de puertas

Guatemala, octubre 2003

Figura 25. Localización propuesta para los extintores. Segundo nivel

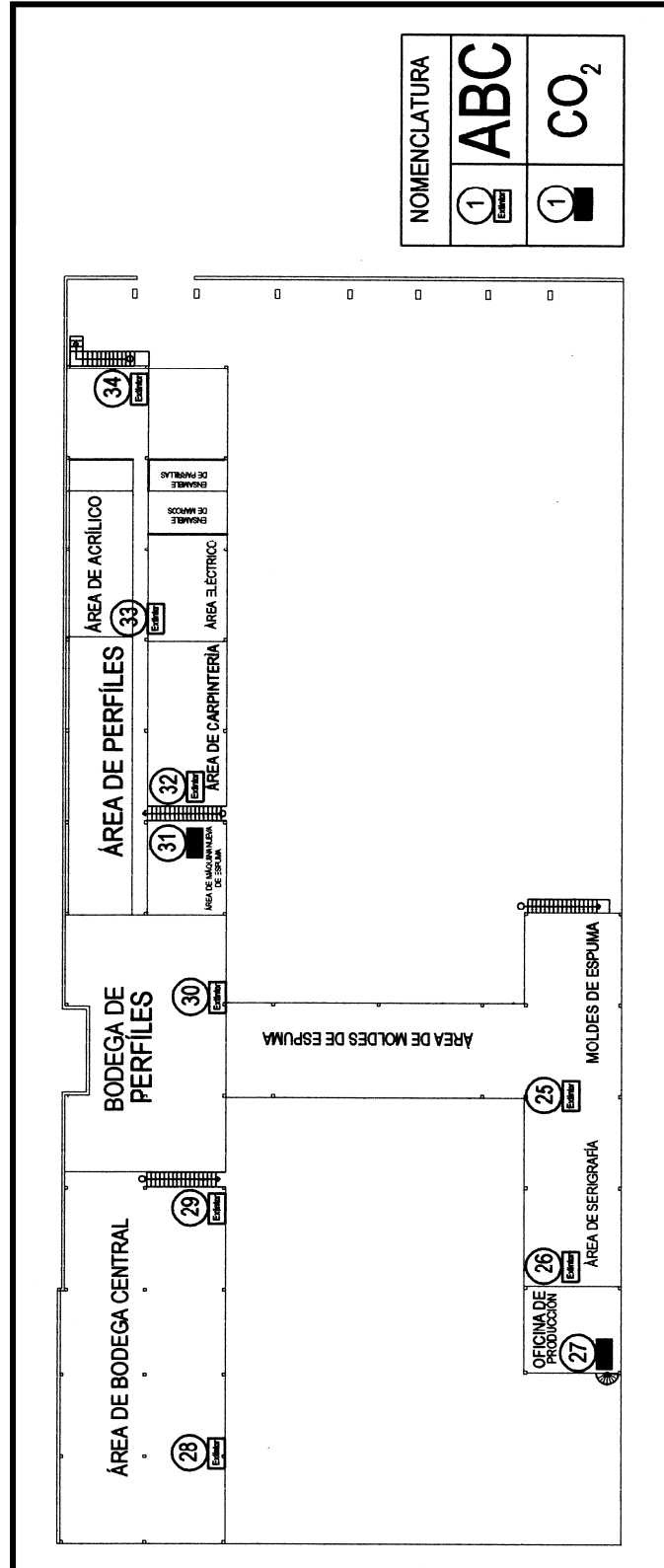


Figura 26. Rutas de evacuación. Primer nivel

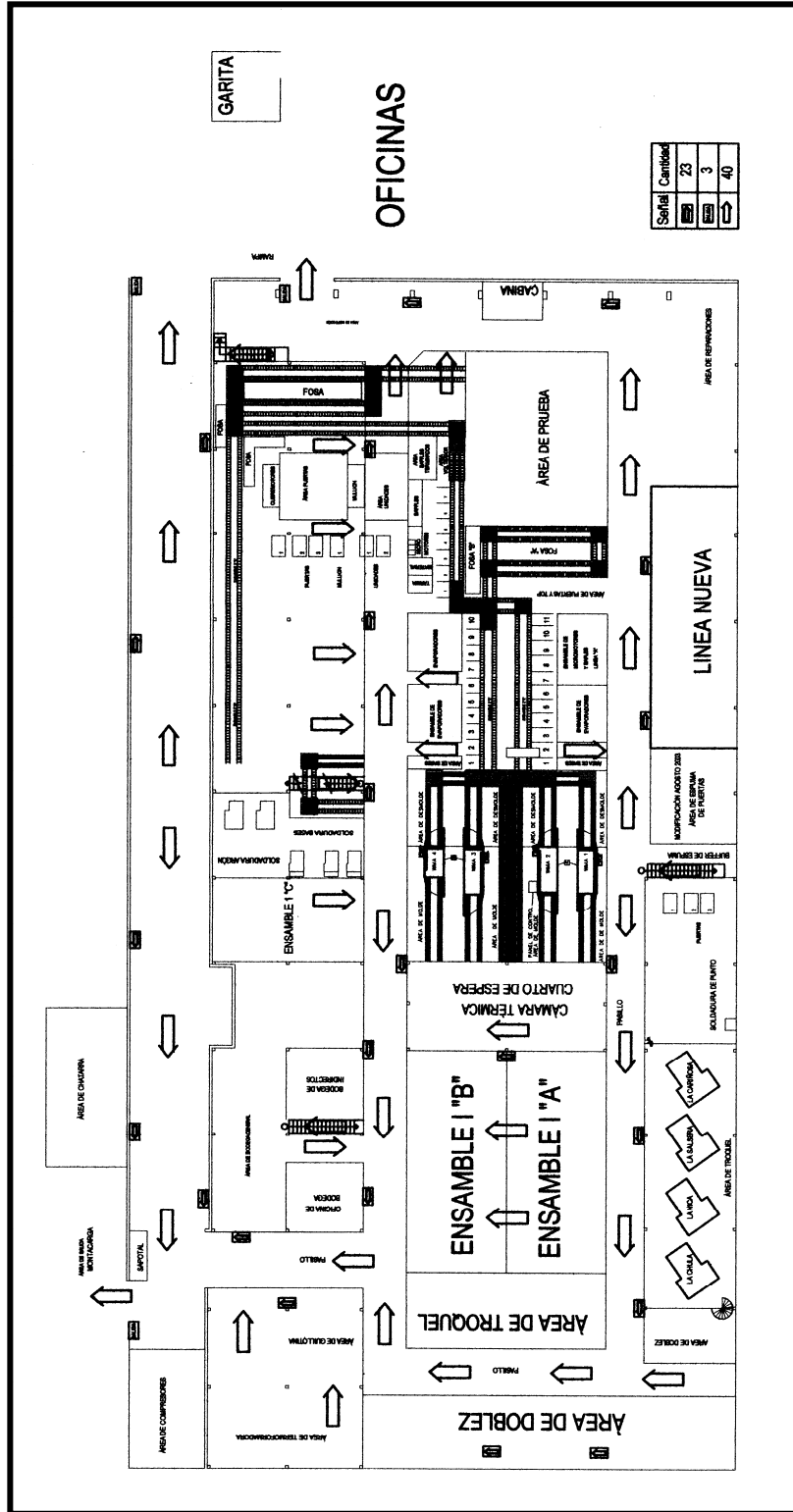


Figura 27. Rutas de evacuación. Segundo nivel

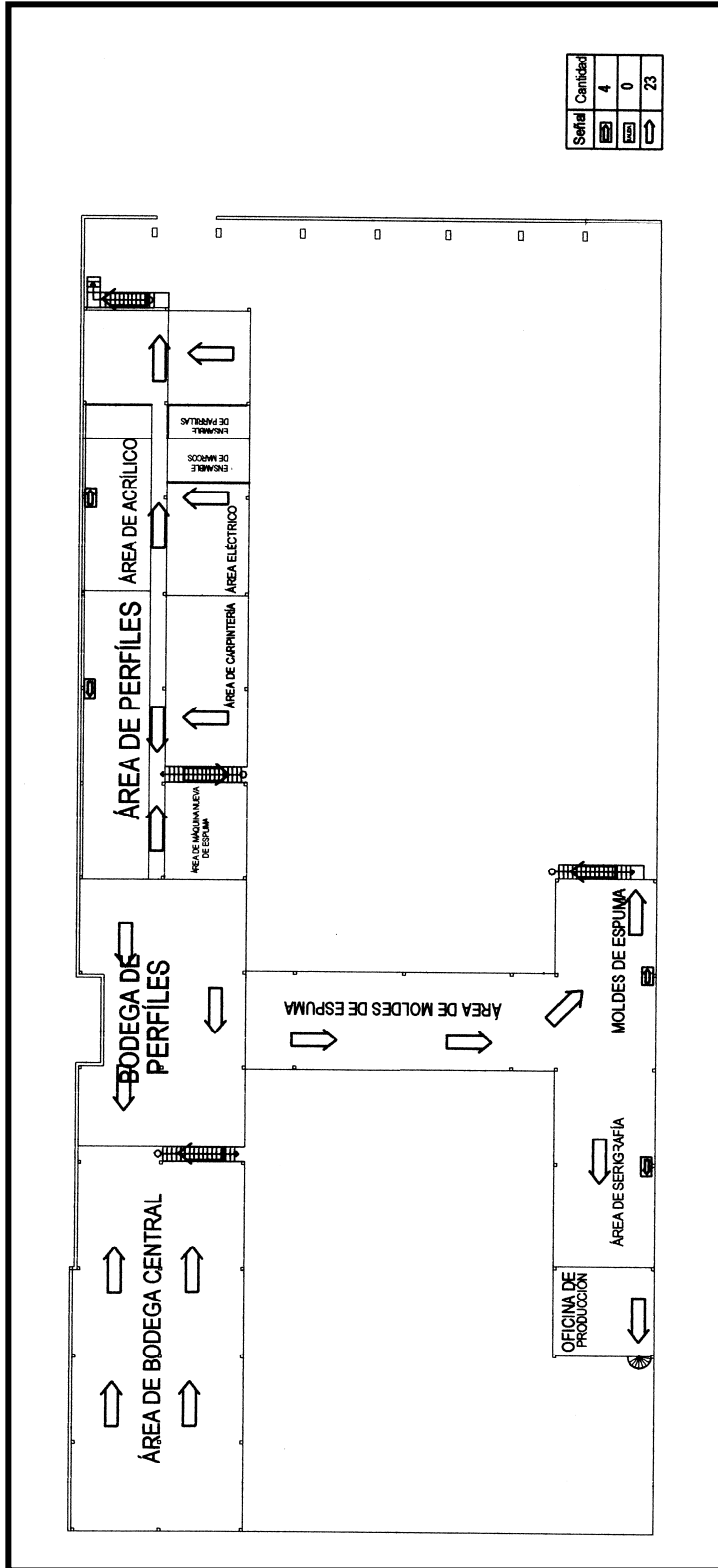
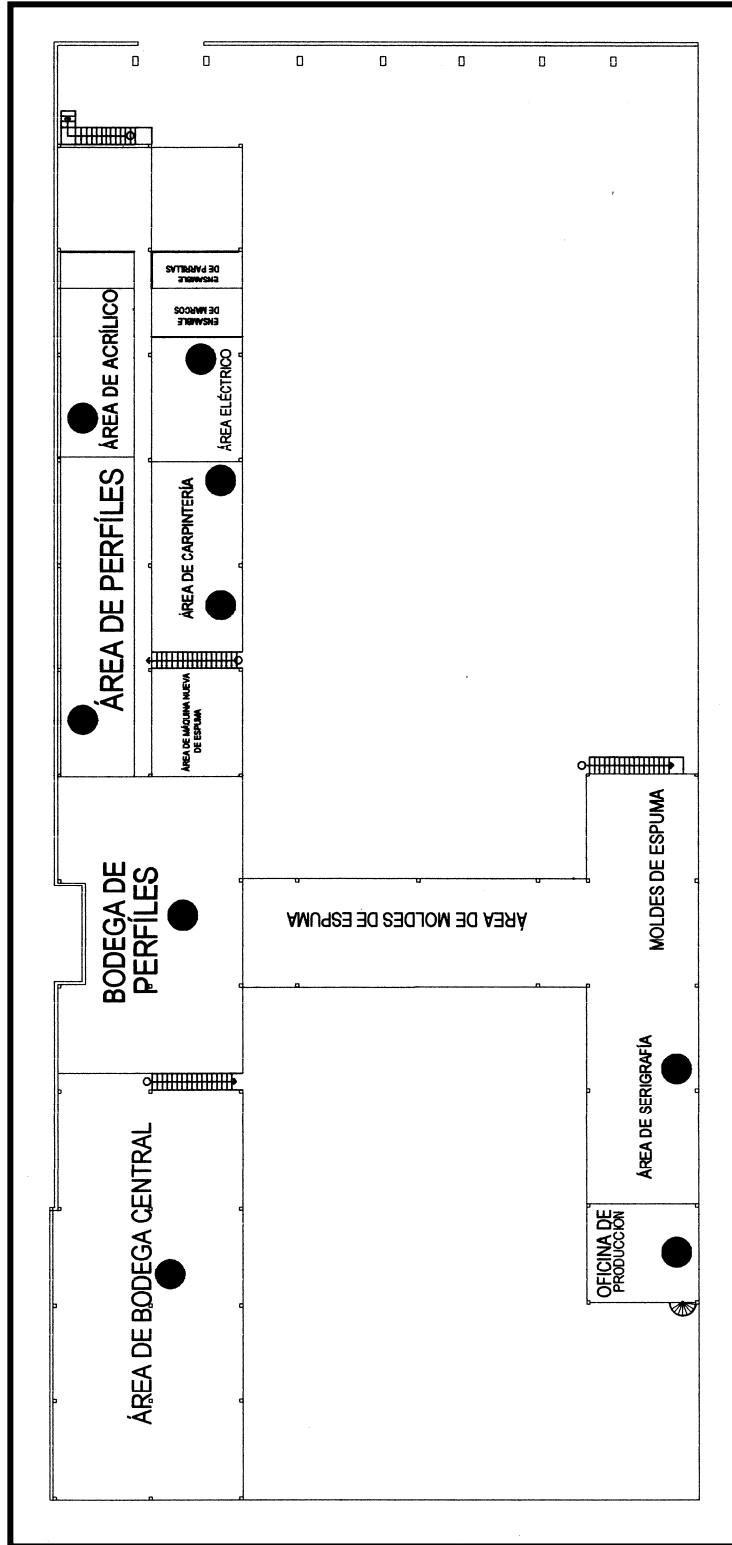


Figura 29. Fuentes de agua potable. Segundo nivel



4.3. Creación de reportes

Tabla XIII. Reporte de incidentes de lesiones y enfermedades

Fuente: www.osha.gov/recordkeeping

Tabla XIV. Registro de lesiones y enfermedades relacionadas al trabajo

Fuente: www.osha.gov/recordkeeping

Tabla XV. Inspección de las instalaciones

ASPECTOS A REVISAR EN CADA ÁREA DE TRABAJO		AMBIENTE DE TRABAJO				EQUIPO DE TRABAJO							EQUIPO DE SEGURIDAD									
		Orden y limpieza	Acceso	Despejados	Señalización	Guantes	Lentes	Zapatos de seguridad	Cinturón	Casco	Escalera y andamios	Mascarilla	Gabacha	Tapones de oídos	Extintores	Herramientas	Seguridad	Alerta de químicos tóxicos	Existen instrucciones de emergencia	Boles de basura	Escalera y andamios	
1	Corte																					
2	Doble																					
3	Troquel																					
4	Ensamble 1A																					
5	Ensamble 1B																					
6	Ensamble 1C																					
7	Ensamble 2A																					
8	Ensamble 2B																					
9	Ensamble 2C																					
10	Ensamble 3A																					
11	Ensamble 3B																					
12	Ensamble 3C																					
13	Puertas A																					
14	Puertas B y C																					
15	Serigrafía																					
16	Unidades A																					
17	Unidades B y C																					
18	Cobre A																					
19	Cobre B y C																					
20	Soldadura de bases																					
21	Carpintería																					
22	Refrigeración																					
23	Prueba																					
24	Acabado final																					
25	Pintura																					
26	Empaque																					
27	Administración																					
28	Servifogel																					
29	Taller instalaciones																					
30	Taller mecánico																					
31	Bodega central																					

Evaluación del programa

¿Quiénes realizaron la visita? Fecha

4.4. Introducción de las Cinco Eses

Se debe valorar tanto el proceso como el resultado de la implementación de las Cinco Eses, con el fin de que las personas se involucren en la continuación de su esfuerzo, planeándolas, organizándolas y ejecutándolas con cuidado. A menudo, los gerentes desean ver resultados rápidos y pasan por alto un proceso vital: las Cinco Eses no son una moda ni el programa del mes, sino una conducta de la vida diaria. Por tanto, se deben incluir pasos de seguimiento.

Para la aplicación de las Cinco Eses debe analizarse el área donde se realizarán las inspecciones y la implementación. En este caso, se realizará en el área de corte, dobléz y troquel, determinando que estas áreas utilizan herramientas, insumos y equipo especial, los cuales deben poseer un orden, una limpieza apropiada y un seguimiento adecuado. Si se hace frente a la resistencia de las personas al cambio, el primer paso a realizar es preparar mentalmente a estos empleados para que acepten las Cinco Eses. Como un aspecto preliminar al esfuerzo de las Cinco Eses, debe asignarse un tiempo para analizar la filosofía implícita de las Cinco Eses y sus beneficios

- Es necesario crear ambientes de trabajo limpios, higiénicos, agradables y seguros.
- Se debe revitalizar al área y mejorar sustancialmente el estado de ánimo, la moral y la motivación de los empleados.
- Deben eliminarse las diversas clases de tiempo perdido, minimizar la necesidad de buscar herramientas, hacer más fácil el trabajo de los operadores, reducir el trabajo físicamente agotador y liberar espacio.
- Se debe asignar un coordinador de seguridad industrial para realizar las inspecciones en cada puesto de trabajo.

La gerencia también debe comprender los muchos beneficios que las Cinco Eses en el área para la totalidad de la empresa como lo son

- Ayudar a los empleados a adquirir autodisciplina; los empleados con autodisciplina están siempre participando en las Cinco Eses, asumen un interés real en el trabajo y se puede confiar en su adhesión a los estándares.
- Destacar los muchos tipos de tiempo perdido en el área; reconocer los problemas es el primer paso para la eliminación del desperdicio.
- Eliminar el tiempo perdido en el área intensifica el proceso de las Cinco Eses.
- Señalar anomalías tales como productos defectuosos y excedentes de inventario.
- Reducir los movimientos innecesarios.
- Permitir que se identifiquen visualmente las áreas, por tanto, solucionar los problemas relacionados con escasez de materiales, líneas mal balanceadas, averías en las máquinas y demoras en las entregas.
- Resolver grandes problemas logísticos en el área de una forma simple.
- Hacer visibles los problemas de calidad.
- Mejorar la eficiencia en el trabajo y reducir los costos de operación.
- Reducir los accidentes industriales mediante la eliminación de pisos aceitosos y resbalosos, ambientes sucios, ropa inadecuada y operaciones inseguras.

Seíso, en particular, incrementa la confiabilidad de las máquinas, dejando de esta forma más tiempo libre a los ingenieros de mantenimiento para trabajar en máquinas que sean propensas a averías repentinas.

Por tal motivo, los ingenieros le prestan mayor importancia al mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo y la creación de equipos libre de mantenimiento, en colaboración con los departamentos de diseño.

Una vez comprendidos estos beneficios y asegurándose de que los empleados también los han entendido, se tendrá un programa de Cinco Eses completo.

4.5. Costos

A continuación se enumeran los costos relacionados a la seguridad industrial de la empresa

- Costos para extintores
- Costos para señalización
- Costos para equipo de protección personal
- Costos para medicamento en clínica

Para la adquisición de los nuevos cilindros extintores y la recarga de los ahora existentes que se encuentran descargados o con fecha caducada, se determinaron los siguientes costos de inversión

Tabla XVI. Costos para extintores

DESCRIPCIÓN	ACTUAL	TOTAL	FALTANTE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Extintor ABC 20 lbs.	12	12	0	680.00	Q0.00
Extintor ABC 10 lbs.	14	14	0	410.00	Q0.00
Extintor CO2 10 lbs.	0	0	0	1,410.00	Q0.00
Extintor CO2 5 lbs.	4	11	7	940.00	Q6,580.00
Recarga para extintores ABC 20 lbs.			12	130.00	Q1,560.00
Recarga para extintores ABC 10 lbs.			17	65.00	Q1,105.00
Recarga para extintores CO2 5 lbs.			4	33.00	Q132.00
Válvula para extintor			14	40.00	Q560.00
Empaque para extintor			8	12.00	Q96.00
TOTAL					Q10,033.00

Tabla XVII. Costos para señalización

DESCRIPCIÓN	ACTUAL	TOTAL	FALTANTE	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Rótulo extintor	14	34	20	Q37.95	Q759.00
Rótulo para la ruta de salida de emergencia	0	26	26	Q36.95	Q960.70
Rótulo para la salida de emergencia	0	2	2	Q49.95	Q99.90
Rótulo ¿Qué hacer en caso de emergencia?	0	4	4	Q49.95	Q199.80
TOTAL					Q2,019.40

Estos son los costos utilizados para la implementación de señales dentro de la planta. Los rótulos son fabricados en acrílicos con su color en rojo y blanco o verde y blanco. Los precios fueron obtenidos por Fabrigas.

Tabla XVIII. Costos para equipo de protección personal

DESCRIPCIÓN	ACTUAL	TOTAL	FALTAN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Gabachas de gamuzón	10	10	0	Q68.00	Q0.00
Tapones para los oídos	45	57	12	Q11.50	Q138.00
Botas con punta de acero	57	57	0	Q270.00	Q0.00
Guantes de cuero	48	52	4	Q51.00	Q204.00
Gafas protectoras	1	1	0	Q15.15	Q0.00
Mascarillas desechables	0	0	0	Q93.00	Q0.00
Cinturones	7	8	1	Q112.00	Q112.00
TOTAL					Q454.00

El equipo de protección personal varía en tallas en el caso de las botas, las gabachas, los cinturones y los guantes. Cotización por Fabrigas.

La clínica cuenta con un encargado de primeros auxilios, el cual es un operario del departamento de calidad. El enfermero se encuentra cerca de la clínica para cuando se le solicita y tiene un horario de 7:30 am a 4:30 pm. Cuando un operario tiene un accidente muy grave, se le prestan los primeros auxilios y es enviado al I.G.S.S. Si el percance ocurre por la noche, el operario es transportado directamente a la emergencia del I.G.S.S.

Tabla XIX. Costos para medicamentos en clínica

PRESUPUESTO PARA ENFERMERIA				
DESCRIPCIÓN	Cant.	Unidad	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tabcin gripe y tos x 60 sobres	5	60	Q60.59	Q302.95
Tabcin <i>active liquid gels</i> x 12	4	12	Q27.10	Q108.40
Tabcin extra fuerte x 60 sobres	5	60	Q60.59	Q302.95
Tabcin efervescente adulto x 72 sobres	72	1	Q0.90	Q64.80
Alka-Seltzer x 60 tabletas Bayer	5	60	Q50.55	Q252.75
Sal Andrews natural x 50 sobres	5	50	Q47.50	Q237.50
Panadol extra fuerte 500 mg. 50 x 2 tabletas	4	50	Q45.00	Q180.00
Alka-Seltzer AD x 36 tabletas Bayer	5	36	Q47.44	Q237.20
Gasa lisa 3 x 3 x 100 sobres esterilizado	4	100	Q91.15	Q364.60
Curitas Hansaplast x 100 #55014	5	100	Q12.66	Q63.30
Algodón rollo, 1 lb	2	1	Q32.15	Q64.30
Alcohol 1/2 litro	2	1	Q14.00	Q28.00
Micropore 1/2 pulgadas X 10 yardas	5	1	Q6.00	Q30.00
Mebocaina x 50 tabletas	4	50	Q75.73	Q302.92
Agua oxigenada 10 vol. X 6 onzas	5	1	Q9.31	Q46.55
Maalox plus menta 360 ml.	4	1	Q94.29	Q377.15
Maalox suspensión 360 ml.	1	1	Q97.90	Q97.90
Yodoclorina dispensador x 300 tabletas	1	300	Q126.43	Q126.43
Ibuprofeno M.K. 400 mg. X 50 sobres	2	50	Q120.00	Q240.00
Peptobismol 16 onz.	2	1	Q53.91	Q107.82
Motrin 400 mg. X 10 sobres.	10	10	Q46.04	Q460.40

Tabla XX. Costos de implementación del proyecto de seguridad

ACTIVIDAD	COSTO
Costo de extintores	Q10,033.00
Costo de señalización	Q2,019.40
Equipo de protección personal	Q454.00
Costo de enfermería	Q3,995.92
TOTAL	Q16,502.32

La implementación del proyecto debe estar a cargo del Coordinador de Seguridad Industrial, el cual velará por que estas actividades se lleven acabo de la mejor manera, por medio de un control y supervisión constante.

5. ESTUDIO DEL MÉTODO ACTUAL DEL DESPERDICIO DE ESPUMA

5.1. Proceso de elaboración

El sistema de poliuretano para instalación *in situ* está formado por dos componentes que, mediante reacción química entre ellos, dan lugar a una espuma de poliuretano rígida de celda esencialmente cerrada.

La producción de la espuma de poliuretano ocurre en el mismo lugar de la instalación, empleando máquinas móviles para la dosificación y mezclado de los componentes. El proceso consiste en colar la mezcla líquida de los dos componentes, con una reactividad ajustada para este proceso, en la cavidad a aislar. En corto tiempo la mezcla se expande, rellena la cavidad y endurece.

Figura 30. Tanques y bombas



Tanque de polioli



Tanque de isocianato



Bomba de diafragma
polioli



Bomba de diafragma
isocianato

5.2. Propiedades

Introducción

La espuma rígida de poliuretano es una materia sintética duroplástica, fuertemente reticulada espacialmente y no fusible. En las densidades habituales, para aislamiento térmico, la espuma contiene solamente una pequeña parte del volumen de materia sólida (con una densidad de 30 kg/m^3 , sólo aprox. el 3 % del volumen es materia sólida).

Estructura celular

La espuma rígida de poliuretano presenta una estructura celular predominantemente cerrada. El porcentaje de celdas cerradas se sitúa normalmente por encima del 90 %.

Densidad

La densidad de la espuma rígida de poliuretano para aislamiento térmico está comprendida, según la aplicación, entre 30 y 100 kg/m³, pudiéndose realizar para casos especiales densidades superiores.

Conductividad térmica

La alta capacidad de aislamiento térmico de la espuma rígida de poliuretano no se consigue con ningún otro material aislante conocido. Esta característica especial se debe a la muy baja conductividad térmica que posee el gas espumante ocluido en el interior de las celdas cerradas.

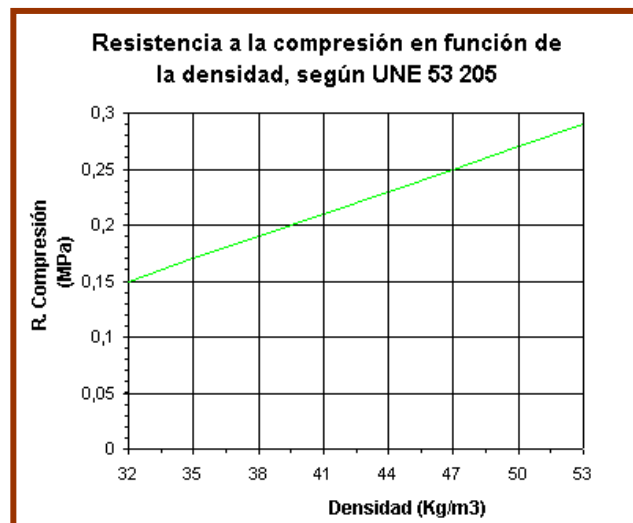
De este modo, la espuma rígida de poliuretano producida *in situ* alcanza un valor inicial de conductividad térmica λ_{10° de referencia de 0,020 W/m·K, según UNE 92 120.

Debido a que las celdas no impiden totalmente la difusión de gases a través de sus paredes, este valor de conductividad va aumentando ligeramente con el tiempo hasta llegar finalmente a estabilizarse. En la práctica, se considera como valor de conductividad térmica de la espuma el obtenido por el procedimiento de incremento fijo según UNE 92 120, valor envejecido de 0,026 W/m·K.

Absorción de agua

Absorción de agua por humectación: la absorción de agua por la espuma rígida de poliuretano se produce en función de las condiciones ambientales y puede tener lugar por humectación o por difusión y condensación del vapor. Está influida fundamentalmente por la densidad y las dimensiones. En todo caso, el contenido de humedad, en la práctica, no supera el 5% en volumen.

Figura 31. Resistencia a la compresión



Fuente: www.atepa.org/

Absorción de agua por inmersión: la absorción de agua se determina mediante el ensayo de inmersión en laboratorio, con probetas cúbicas de 50 mm de lado. Los resultados que se obtienen varían entre el 2 y el 5 % en volumen y se deben fundamentalmente al efecto de las celdas seccionadas en la superficie de las probetas. Mediante difusión de vapor y posterior condensación, los aislamientos pueden absorber agua dependiendo de su situación y de la humedad a que estén sometidos.

En la práctica, se evita alcanzar límites no deseados de humedad por difusión del vapor de agua colocando una barrera de vapor en el lado caliente del aislante.

Resistencia a la transmisión de vapor de agua

Los valores que caracterizan la resistencia al vapor de agua son: la resistividad relativa μ que es un parámetro adimensional o bien, la resistividad a la difusión del vapor de agua.

La espuma rígida de poliuretano para aislamiento térmico, densidad entre 30 y 60 kg/m³, la resistencia a la transmisión de vapor de agua oscila entre 385 y 900 MN•s/g•m, siendo el factor adimensional μ factor de resistencia a la transmisión de vapor de agua, entre 70 y 165. Estos valores corresponderían a 70 en una espuma de 30 kg/m³ sin envejecimiento y a 165 en una espuma envejecida de 60 kg/m³. Los valores de resistencia aumentan con el tiempo, debido a que al emigrar parte de los gases expandentes, su lugar es ocupado por aire.

En aplicaciones con altos gradientes de vapor / temperatura (por ejemplo, aplicaciones frigoríficas) será necesario colocar una barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento para evitar condensaciones. También sería necesaria la colocación de barrera de vapor en algunos casos de aislamiento e impermeabilización de cubiertas, dependiendo de la zona climática, o si el acabado o protección de la espuma se realiza con algún producto que sea resistente al paso del vapor de agua.

Estabilidad / Resistencia

La espuma rígida de poliuretano es resistente frente a los materiales habitualmente empleados en la construcción.

Además, la espuma rígida de poliuretano es

- Resistente en gran medida a los disolventes normalmente utilizados en adhesivos, pinturas, pastas bituminosas, en conservantes para la madera y en masillas sellantes.
- Resistente al envejecimiento contra la acción de las raíces e inerte bioquímicamente, por ejemplo, frente a los mohos.
- Estable frente a los carburantes, aceite mineral y los ácidos y álcalis diluidos.
- Resistente contra la acción de los gases de escape o a la atmósfera industrial más agresiva.
- Imputrescible, estable a los detritus, inodora y fisiológicamente no presenta inconvenientes. Es químicamente neutro. (Ver tabla XXVI en anexos)

Reacción al fuego y cambios de temperatura

La espuma de poliuretano rígido, como todos los plásticos, es un material combustible.

La dilatación térmica de la espuma rígida de poliuretano por efecto de la temperatura es función de la densidad y de la fijación al sustrato.

Cada material tiene una determinada variación en sus dimensiones al variar la temperatura. Además, en el caso de la espuma rígida de poliuretano, existe un gas ocluido en sus celdas que origina un descenso de presión, con el frío, y una sobrepresión, con el calor. Por ello, por enfriamiento se produce una contracción y por calentamiento una dilatación de la estructura celular.

Con las densidades habituales, 30-100 kg/m³, los coeficientes de contracción, o bien, de dilatación de la espuma rígida de poliuretano están entre 5 y 8·10⁻⁵·K⁻¹.

El coeficiente de dilatación de la espuma rígida de poliuretano es casi cinco veces superior que, por ejemplo, el del cemento que es de aprox. 1·10⁻⁵·K⁻¹. Sin embargo, con una aplicación adecuada de la espuma *in situ*, la adherencia sobre el cemento es tan alta que las dilataciones debidas a variaciones de temperatura no afectan a la unión entre la espuma y el substrato.

Propiedades eléctricas

La espuma rígida de poliuretano presenta muy bajas pérdidas dieléctricas y por reflexión, así como una muy baja constante dieléctrica. Por este motivo, la espuma rígida de poliuretano es apropiada para aplicaciones como recubrimientos de antenas y cúpulas de radar. Para una espuma con una densidad de 30 kg/m³ son típicos los siguientes valores

- Constante dieléctrica: 1,091.
- Factor de pérdida: 0,5·10⁻³.
- Resistividad específica: 5,4·10¹⁴ Ohm/cm.

5.2.10. Propiedades acústicas

La espuma de poliuretano es un material ligero, de baja densidad, compuesto de celdas cerradas (> 90%). Por tanto se comporta como un mal absorbente acústico ya que presenta una superficie limitada, y tampoco puede actuar como absorbente elástico de masa. No obstante, puede utilizarse combinado con otros materiales para reducir la transmisión de sonidos, sobre todo amortiguación de vibraciones, como es el caso de aplicaciones en la industria del automóvil y en algunos casos en la construcción.

Tabla XXI. Coeficiente de absorción en función de la frecuencia

Frecuencia (Hz)	Coeficiente de absorción
125	0,12
250	0,18
350	0,20
500	0,27
1.000	0,19
2.000	0,62
4.000	0,22

El coeficiente de reducción de transmisión de ruidos es 0,32.

5.2.11. Propiedades mecánicas

En las siguientes figuras puede verse la influencia de diferentes propiedades mecánicas de la espuma rígida de poliuretano en función de la densidad.

Figura 32. Resistencia al cizallamiento

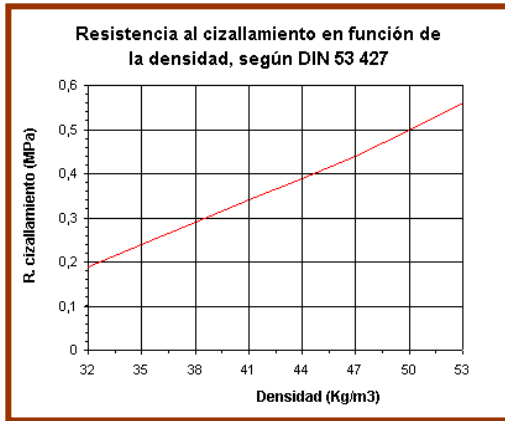


Figura 33. Resistencia a la flexión

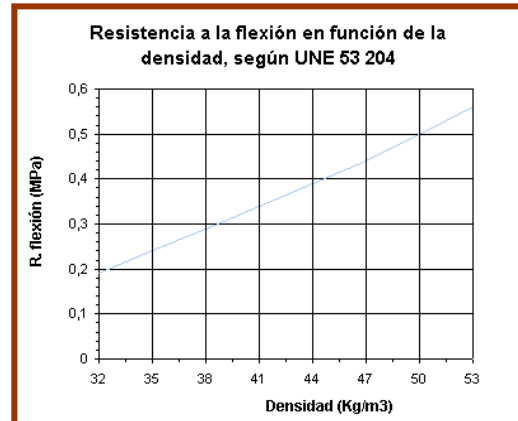


Figura 34. Absorción al agua

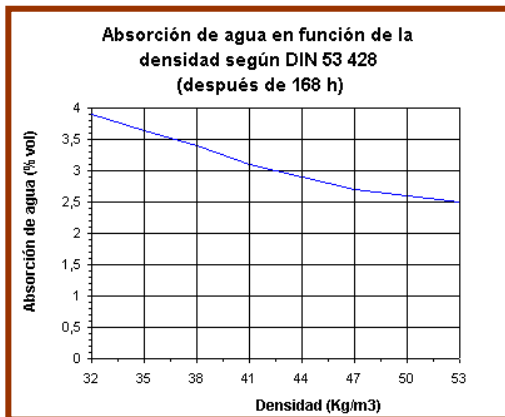
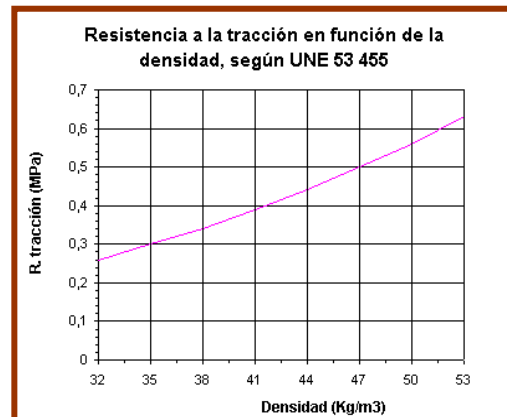


Figura 35. Resistencia a la tracción



Fuente: www.atepa.org/

Aplicaciones

5.3.1. General

La espuma rígida de poliuretano producida *in situ* puede ser empleada para el aislamiento térmico en construcción dentro de un rango de temperaturas entre -50 °C y +100 °C. Durante cortos espacios de tiempo la espuma puede estar sometida a temperaturas de hasta +250 °C (resistente frente al alquitrán caliente).

Los principales campos de aplicación de la espuma rígida de poliuretano producida *in situ* son los siguientes:

- Aislamiento térmico de superficies en la construcción (por ejemplo: suelos, paredes, techos, perfiles de acero, depósitos, etc.).
- Aislamiento térmico e impermeabilización de cubiertas.
- Aislamiento térmico de instalaciones de climatización y frío.
- Aislamiento térmico de conducciones de calefacción y similares.

En aplicaciones donde la espuma rígida de poliuretano vaya a estar expuesta directamente a la intemperie (por ejemplo, cubiertas), se debe proteger la espuma superficialmente frente a la acción de los rayos UV con un recubrimiento adecuado.

Son numerosos los factores que influyen en el gran auge que ha alcanzado esta técnica. Entre ellos cabe destacar las ventajas en la aplicación:

- Supresión total de puentes térmicos. El aislamiento no presenta juntas ni fisuras. Es un aislamiento continuo. Posibilidad de acceder a lugares difíciles.
- Buena adherencia al substrato. No es necesario el empleo de colas ni adhesivos para su instalación.
- Posibilidad de aislar e impermeabilizar (con densidad superior a 45 kg/m³ en cubiertas) en un único proceso. Esta característica se debe, por una parte, a su estructura de celdas cerradas y estancamientos de agua y, por otra, a su forma de aplicación en continuo que permite evitar las juntas.
- Rapidez de ejecución y movilidad. Posibilidad de desplazarse rápidamente a cualquier obra sin necesidad de transportar o almacenar productos voluminosos como son, normalmente, los materiales aislantes.

El procedimiento de proyección, debido a su forma de aplicación en continuo, está especialmente indicado para el tratamiento de grandes superficies de formas irregulares como por ejemplo, cubiertas metálicas o de fibrocemento.

5.3.2. Impermeabilización

La espuma rígida de poliuretano puede también utilizarse como impermeabilizante al agua de lluvia utilizando una espuma rígida de densidad igual o superior a 45 kg/m³ y un espesor mínimo de 30mm.

En el caso de cubiertas, se deben considerar también los siguientes puntos

Pendiente: las cubiertas tratadas con espuma rígida de poliuretano deberán tener una pendiente mínima del 2 %, para evitar el estancamiento del agua de lluvia.

Protección frente a los rayos UV: es conocido que los rayos UV del sol aceleran el proceso de envejecimiento. Por esta razón, también las superficies tratadas con espuma de poliuretano deben ser protegidas con materiales específicos contra la radiación UV. Dentro de las protecciones que se pueden emplear se distinguen tres grupos claramente diferenciados

- El primer grupo estaría formado por las pinturas de sección fina o de reflexión, que pueden ser acrílicas, etc. con espesores entre 0,5 y 1 mm. Con este tipo de protección habrá que tener en cuenta el mantenimiento y repintar cada vez que se observe el deterioro de la protección. La duración dependerá de la calidad y espesor de pintura aplicada.

- El segundo grupo estaría formado por los recubrimientos de sección intermedia. Estos productos soportan una carga mecánica superior y poseen una vida útil considerablemente más larga. Estos recubrimientos son los elastoméricos y han constituido un importante avance dentro de la protección de las espumas de poliuretano frente a la radiación UV. Dentro de este grupo están los elastómeros de poliuretano de alta densidad aplicados por proyección. Este producto, con una densidad entre 800 y 1200 kg/m³, se aplica en espesores entre 1,2 y 2 mm.
- Los poliuretanos proyectados de alta densidad también se emplean como recubrimiento integral e impermeable en muchas otras aplicaciones: estanques, piscinas, estructuras de hormigón o metálicas, boyas marinas y en general cualquier soporte que deba estar sometido al contacto continuo con el agua o frecuentes agresiones incluso de sustancias corrosivas.
- El tercer grupo sería el de sección gruesa o pesado. Está formado por la grava, losas, capas de mortero, etc.

5.4. Normativa

La normativa existente para la espuma rígida de poliuretano producida *in situ* en la que se indican las características a cumplir y los controles a efectuar por dicha espuma para cumplir con los requerimientos de la normativa.

5.4.1. Norma UNE

Se ha elaborado la norma UNE 92 120 de título: productos de aislamiento térmico para construcción. Espuma de poliuretano producida *in situ*. Parte 1: especificaciones para el sistema de poliuretano antes de la instalación. Parte 2: especificaciones para el producto instalado.

5.4.2. Sello INCE (sello de calidad)

Desde hace más de 15 años existen disposiciones reguladoras del sello INCE para materiales de aislamiento para uso en edificación relativas a componentes de espumas de poliuretano y a espumas de poliuretano producidas *in situ*. La última revisión, actualmente en vigor, es la resolución del 3 de noviembre de 1996 de la Dirección General para la Vivienda, el Urbanismo y la Arquitectura. Este sello de calidad, al disponer de la norma UNE pasará a ser marca N.

El sello INCE para componentes de espumas de poliuretano se otorga al fabricante de los mismos y garantiza la calidad de los sistemas y las propiedades que alcanzará la espuma rígida de poliuretano. Se concede a las empresas que procesan los componentes para producir la espuma *in situ* y garantiza la correcta aplicación y control de la espuma.

Además, ATEPA concede a sus asociados una credencial de empresa calificada para la instalación de aislamientos con espuma rígida de poliuretano *in situ*. Esta credencial ofrece la posibilidad de una peritación, llevada a cabo por técnicos expertos, de una obra realizada con espuma rígida de poliuretano.

5.5. Patología

La espuma rígida de poliuretano es una sustancia imputrescible, estable frente al moho y a los detritus, inodora y es un producto químicamente neutro. Además, es resistente a los materiales habitualmente usados en construcción e inerte bioquímicamente. También muestra gran resistencia a los disolventes usados en construcción, como los contenidos en pinturas, adhesivos, pastas bituminosas, conservantes de madera y masillas sellantes.

Es estable a gases de escape y atmósferas industriales agresivas. Estas características lo hace un producto especialmente indicado en construcción debido a su estabilidad y larga durabilidad.

No obstante se van a enumerar los problemas que pueden aparecer, describiendo sus causas, así como los métodos de prevención y posibles soluciones.

5.5.1. Degradación

Por la acción de los rayos ultravioleta: la espuma rígida de poliuretano debido a su naturaleza, no es estable frente a la radiación ultravioleta. Esto produce en aplicaciones exteriores una degradación que en principio es superficial pero que con el paso del tiempo puede llegar a destruir la espuma. Para evitar esta acción siempre hay que recubrir las aplicaciones exteriores mediante materiales específicos de protección contra la radiación ultravioleta. En caso de espumas parcialmente degradadas, hay que proceder a un saneamiento con un cepillo de púas y la posterior aplicación de nuevo poliuretano.

Por agentes químicos: el poliuretano presenta una buena resistencia frente a la mayoría de los productos químicos, ácidos minerales fuertes y algunos disolventes que atacan el poliuretano, por lo cual no está recomendado para usos en que esté en contacto con este tipo de productos.

Por acción mecánica: en aplicaciones donde el poliuretano tenga que resistir esfuerzos mecánicos (cubiertas, suelos transitables...), tiene que elegirse la densidad adecuada para los requerimientos que se necesiten y además realizar una protección que efectúe un reparto de cargas a fin de evitar su deterioro. Animales, como pájaros o pollos pueden deteriorar la espuma, por lo cual es conveniente llevar a cabo una protección del poliuretano.

5.5.2. Despegues

Por aplicación sobre superficie fría: en proyecciones sobre superficies muy frías (a menos de 5°C), puede que la reacción del poliuretano en la zona de contacto con el substrato no sea buena, lo que provocaría una adhesión defectuosa. Para prevenir la aparición de este defecto, hay que evitar las aplicaciones a estas temperaturas.

Por aplicación sobre superficies antiadherentes o con polvo: substratos como materiales plásticos (polietileno, polipropileno, PVC, poliéster...) o metales ligeros (aluminio, acero galvanizado...) presentan problemas de adherencia siendo recomendable la aplicación de una imprimación.

Materiales que contienen ceras o grasas, como el aceite de perfilación de chapa por ejemplo, provocan falta de adherencia entre el poliuretano y el sustrato, es necesario desengrasar la superficie. En estos casos se tendrá que realizar previamente a la aplicación una prueba de adherencia.

Por presencia de humedad: la aplicación sobre soportes húmedos hace que la adherencia no sea correcta, lo que provocaría la aparición de bolsas y el despegue del poliuretano en la zona aplicada. Por lo tanto, no hay que proyectar poliuretano sobre superficies mojadas o con condensaciones superficiales.

Por aplicación sobre superficies no consistentes: el trabajo sobre soportes que no sean firmes (por ejemplo, sustratos muy arenosos) hace que debido a la contracción normal del poliuretano, éste pueda levantarse arrastrando consigo la superficie sobre la cual se ha aplicado.

En todos los casos donde hubo problemas de despegues, hay que proceder levantando esas zonas, preparando adecuadamente el soporte y aplicando nuevamente el producto.

5.5.3. Excesivas contracciones o deformaciones de la espuma

Por aplicación de densidad muy baja: para cada aplicación hay que elegir la densidad adecuada para la finalidad a la que está destinada y en ningún caso será inferior a 30 kg/m³.

Por aplicación de espesores de capa muy gruesos: la proyección de espesores de capa superiores a 20 mm hace que la estabilidad dimensional de la espuma no sea satisfactoria, lo cual puede provocar problemas de contracciones.

En estos casos se tendrá que analizar el problema y valorar si se procede a la eliminación y nueva aplicación de producto, o si se puede solucionar mediante la reparación de las zonas afectadas.

5.5.4. Aparición de grietas

Por juntas de dilatación: la aplicación de poliuretano sobre juntas de dilatación puede provocar que por movimientos del substrato pueda llegar a agrietarse el poliuretano. Este defecto adquiere especial importancia en cubiertas o terrazas, donde la aparición de grietas puede romper la impermeabilización. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento adecuado, como podría ser cubriendo la junta de dilatación con una membrana separadora de al menos 30 cm de ancho y aplicando el poliuretano encima de ella.

Como conclusión, cabe destacar el bajo índice de siniestralidad aparecido en obras con poliuretano aplicado *in situ*, comparado con el enorme volumen de aplicación que se han realizado en los últimos años.

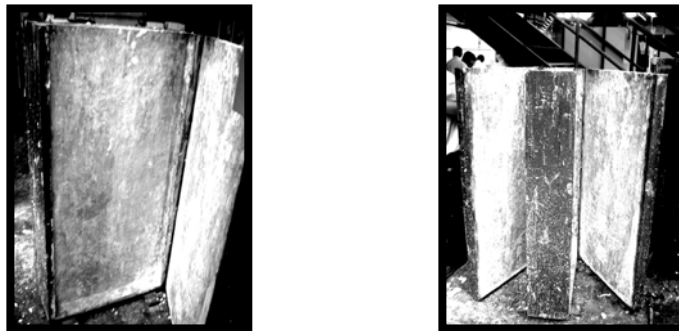
5.6. Molde de madera actual

Los trozos de espuma son extraídos de las planchas de espuma. Para la fabricación de estas planchas se utilizan actualmente moldes de madera de dos medidas; el molde de 3" y el molde de 4".

El requerimiento para los trozos es de 2", 3" y 4" de ancho. En caso de necesitar trozos de 2", se utiliza el molde de 4", cortando los trozos por la mitad.

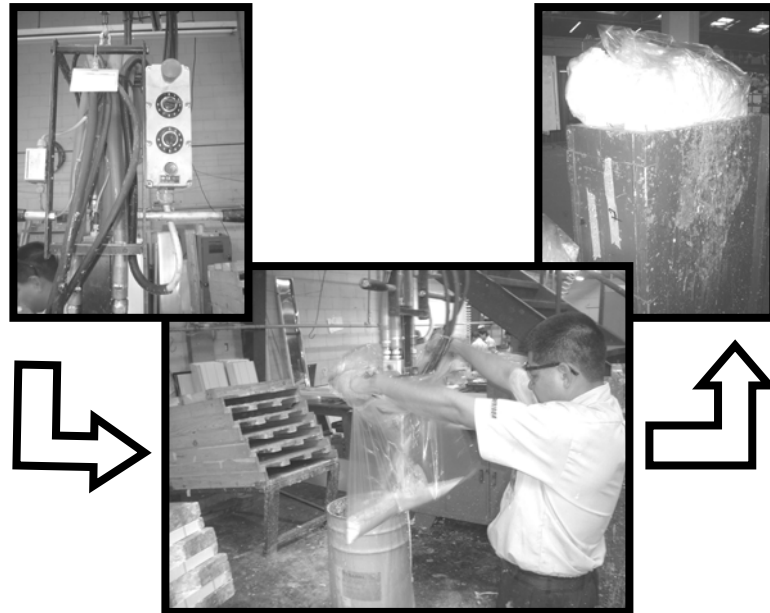
Los moldes son hechos de madera debido a su bajo costo y resistencia a la presión que ejerce la espuma al crecer, además de su fácil fabricación. Cada uno de los moldes posee dos cavidades como se puede observar a continuación.

Figura 36. Molde de madera



El molde es ajustado por medio de sargentos. Estos son tornillos grandes que impiden que la espuma abra el molde. Una vez ajustados los sargentos, se procede a llenar una de las dos bolsas que lleva el molde. Las bolsas de plástico son llenadas por medio de la pistola de espuma que descarga una cantidad de $\pm 1,720$ grs. de espuma líquida. La bolsa se introduce en el molde dejándola reposar 10 minutos hasta que la espuma deja de crecer.

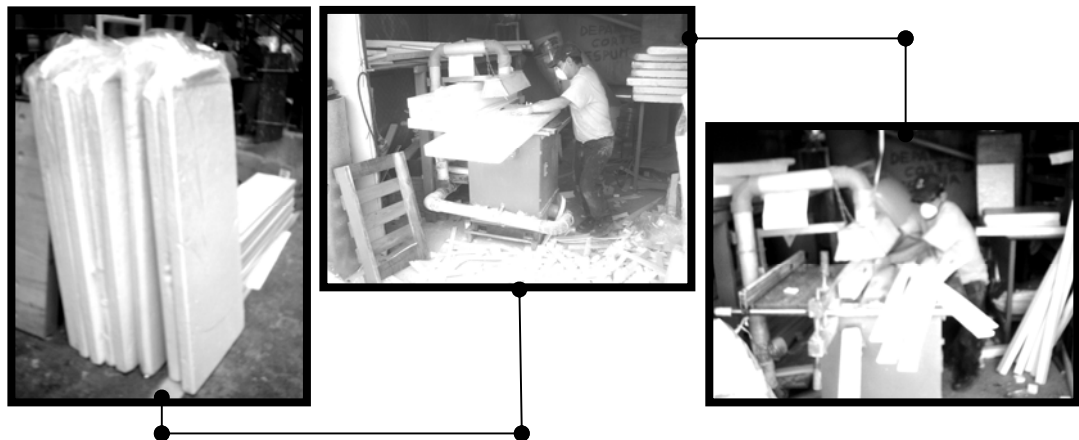
Figura 37. Llenado de espuma



5.7. Corte de las planchas de espuma

Una vez extraídas las bolsas, son llevadas al área de corte de espuma. Se procesan en barras para ser medidas y cortadas en el producto final que son los trozos.

Figura 38. Corte de las planchas



Estos trozos son trasladados en bolsas para ser utilizados en el interior de las cámaras de los refrigeradores en el área de ensamble.

Figura 39. Colocación de trozos



5.8. Desperdicio actual

Los pedazos sobrantes en el área de corte de espuma son desechados y no son reprocessados. Además, las bolsas iniciales en las que se llenó y creció la espuma también son desechadas.

Figura 40. Desperdicio de espuma



5.9. Cálculo de la cantidad desperdiciada

Para la reducción se debe determinar la cantidad de desperdicio que se obtiene en el proceso. Esto se obtendrá pesando el material inicial, o sea las planchas de espuma sólida, y restándole el peso del producto no utilizable. Así se encontrará la cantidad de material que se utiliza y el porcentaje de ambas.

Figura 41. Transformación de las planchas

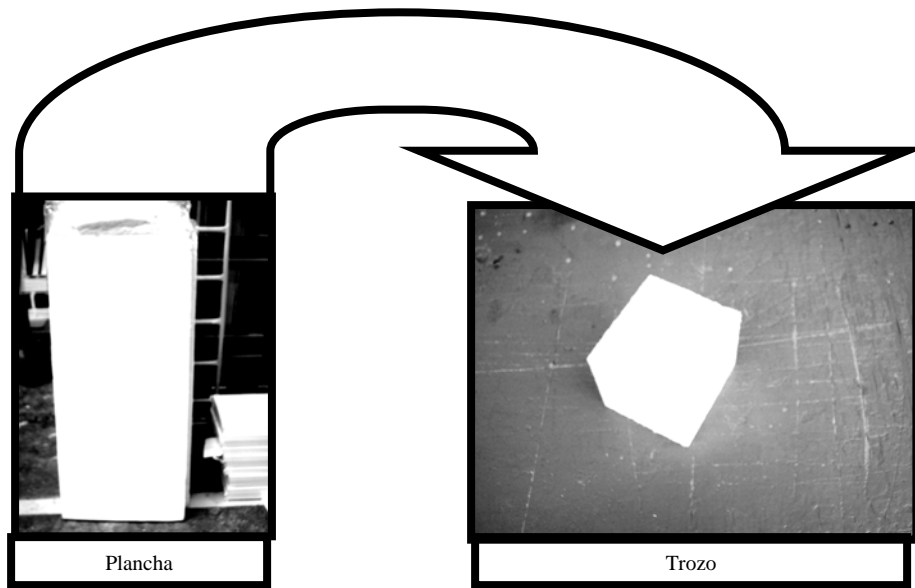


Tabla XXII. Desperdicio actual de espuma

Medidas de trozos en pulgadas	Peso promedio de la plancha	Desperdicio			Material utilizable	Porcentaje utilizable	Porcentaje desperdicio
		de espuma	de bolsa	Total			
50 x 3/4 x 1/2	1,790.0	172.6	66.7	239.3	1,550.7	86.63%	13.37%
2 1/4 x 2 1/4 x 4	1,790.0	431.9	66.7	498.6	1,291.4	72.15%	27.85%
2 1/2 x 2 1/2 x 4	1,790.0	353.6	66.7	420.3	1,369.7	76.52%	23.48%
1 x 1 x 2	1,790.0	214.5	66.7	281.2	1,508.8	84.29%	15.71%
1 1/2 x 1 1/2 x 2	1,790.0	193.6	66.7	260.3	1,529.7	85.46%	14.54%
1 3/4 x 1 3/4 x 3	1,790.0	252.2	67.7	319.9	1,470.1	82.13%	17.87%
7/8 x 7/8 x 2	1,790.0	174.5	68.7	243.2	1,546.8	86.41%	13.59%
2 1/8 x 2 1/8 x 3	1,790.0	383.0	66.7	449.7	1,340.3	74.88%	25.12%

Peso en gramos

Se observa que el peso promedio de las planchas es constante y que el mayor desperdicio se da en el corte de los trozos de 2 ¼ x 2 ¼ x 4 pulg. optimizando menos cantidad de plancha.

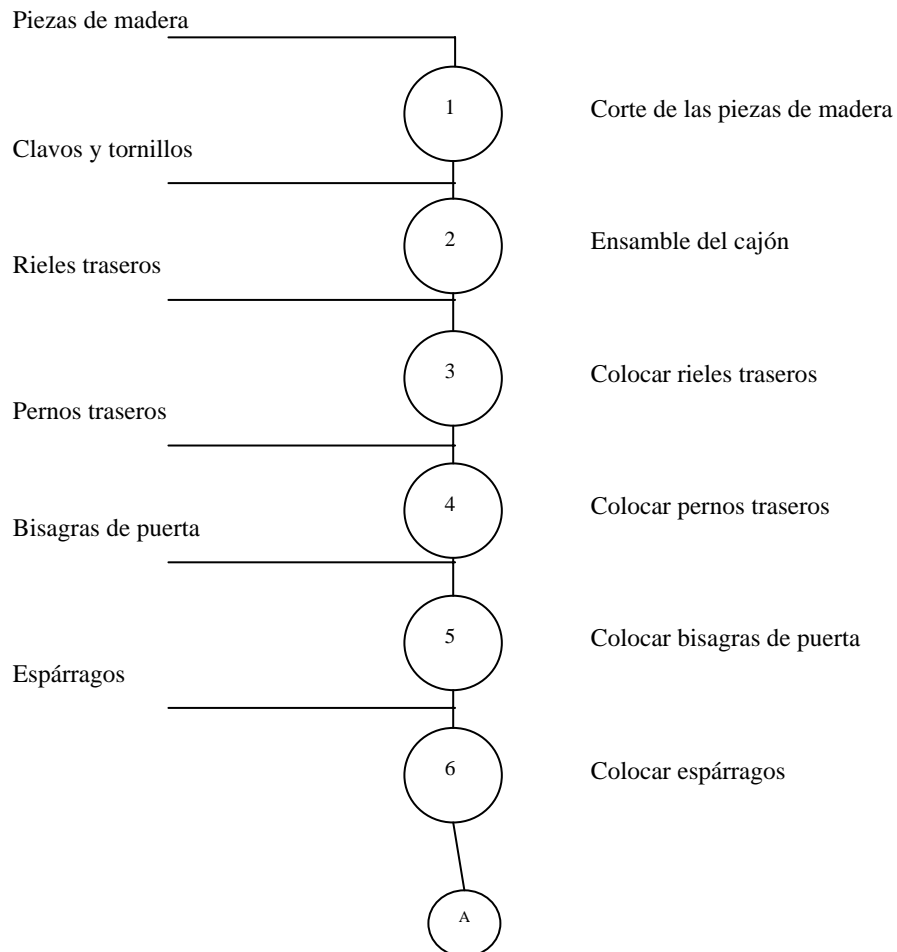
6. PROPUESTA DEL MOLDE NUEVO

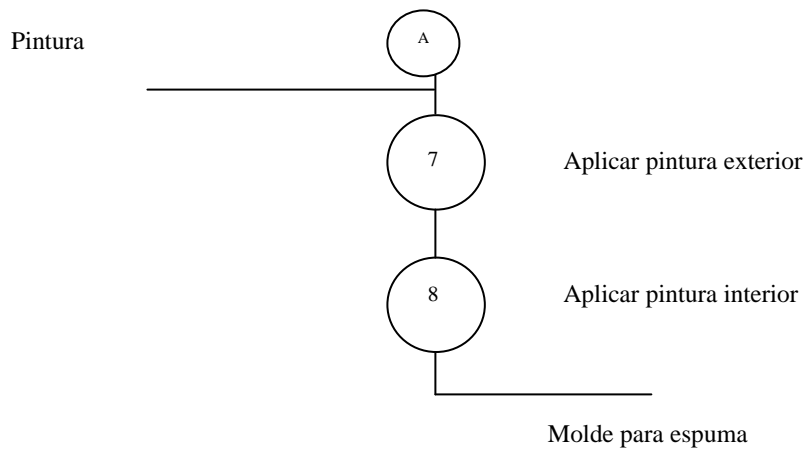
6.1. Reducción del desperdicio de espuma

Para la fabricación del nuevo molde que se utilizará en el área de espuma, se realizó el siguiente diagrama de operaciones, utilizando principalmente madera, debido a la fuerza que ejerce la espuma en el momento de su crecimiento.

Figura 42. Diagrama de operaciones del molde nuevo

Descripción: proceso de fabricación de molde nuevo	Método: actual
Número de diagrama: 1	Persona que lo elaboró: Juan Pablo Yela
Fecha: 30/oct/2003	Entrada: piezas de madera
Hoja: 1/2	Salida: molde para espuma





Resumen

Símbolo	Descripción	Número
○	Operación	8
□	Inspección	0

No se tomaron tiempos debido a que es un molde único, el cual servirá para la elaboración de las planchas de espuma.

Tabla XXIII. Desperdicio con el molde nuevo

Medidas de trozos en pulgadas	Peso promedio de la plancha	Desperdicio			Material utilizable	Porcentaje utilizable	Porcentaje desperdicio
		de espuma	de bolsa	Total			
50 x 3/4 x 1/2	1,790.0	50.0	0.0	50.0	1,740.0	97.21%	2.79%
2 1/4 x 2 1/4 x 4	1,790.0	90.0	0.0	90.0	1,700.0	94.97%	5.03%
2 1/2 x 2 1/2 x 4	1,790.0	95.0	0.0	95.0	1,695.0	94.69%	5.31%
1 x 1 x 2	1,790.0	84.0	0.0	84.0	1,706.0	95.31%	4.69%
1 1/2 x 1 1/2 x 2	1,790.0	85.0	0.0	85.0	1,705.0	95.25%	4.75%
1 3/4 x 1 3/4 x 3	1,790.0	93.0	0.0	93.0	1,697.0	94.80%	5.20%
7/8 x 7/8 x 2	1,790.0	68.0	0.0	68.0	1,722.0	96.20%	3.80%
2 1/8 x 2 1/8 x 3	1,790.0	83.0	0.0	83.0	1,707.0	95.36%	4.64%

Se redujo el desperdicio de espuma cambiando a la plancha de 2 ¼ x 2 ¼ x 4 pulg. el mayor de todos. Se redujo además el desperdicio de bolsas.

Tabla XXIV. Comparación de desperdicio

Medidas de trozos en pulgadas	Desperdicio				Diferencia	Porcentaje de reducción
	anterior		implementado			
	de espuma	de bolsa	de espuma	de bolsa		
50 x 3/4 x 1/2	172.6	66.7	50.0	0.0	122.6	29.0%
2 1/4 x 2 1/4 x 4	431.9	66.7	90.0	0.0	341.9	20.8%
2 1/2 x 2 1/2 x 4	353.6	66.7	95.0	0.0	258.6	26.9%
1 x 1 x 2	214.5	66.7	84.0	0.0	130.5	39.2%
1 1/2 x 1 1/2 x 2	193.6	66.7	85.0	0.0	108.6	43.9%
1 3/4 x 1 3/4 x 3	252.2	67.7	93.0	0.0	159.2	36.9%
7/8 x 7/8 x 2	174.5	68.7	68.0	0.0	106.5	39.0%
2 1/8 x 2 1/8 x 3	383.0	66.7	83.0	0.0	300.0	21.7%

Peso en gramos

La mejor utilización es en los trozos de 1 ½ x 1 ½ x 2 pulg. debido al porcentaje de reducción de desperdicio que hubo. Si embargo, en todas las planchas existió más del 20% de reducción de desperdicio, indicando que el molde es mejor que el utilizado actualmente.

Tabla XXV. Costo de fabricación del molde nuevo

Cantidad	Unidad	Producto	Costo
2.000	Unidades	<i>Plywood</i> de madera 3/4"	Q361.00
1.000	Unidades	Tablón de madera a 1 1/2"	Q20.79
4.000	Unidades	<i>Clamps</i>	Q101.60
4.000	Unidades	Angulares	Q10.00
4.000	Unidades	Bisagras	Q12.00
2.000	Unidades	Aluminio	Q17.86
2.000	Unidades	Pasadores	Q3.00
10.000	Unidades	Tornillos y tuercas	Q2.50
0.250	Galón	Pintura negra	Q47.50
0.125	Galón	Pintura gris	Q23.75
Total			Q600.00

Estos son los materiales utilizado en la fabricación del molde nuevo para la elaboración de planchas de espuma.

CONCLUSIONES

1. Al implementar un sistema de seguridad industrial, se reducen los accidentes de trabajo, los cuales son una carga demasiado pesada, sin considerar los costos directos que un accidente acarrea o sin cuantificar el costo total de los mismos.
2. La utilización de los reportes de accidentes ayudará a poseer un historial, a partir de esa fecha, para futuras consultas y para evitar que vuelvan a suceder.
3. La constante capacitación y adiestramiento de cada uno de los operarios es indispensable para mantener un programa de seguridad continuo.
4. La buena señalización, el buen estado de los extintores y su distribución apropiada dentro de la planta, ayudan en el momento de una emergencia, tanto a los operarios como a las instalaciones, las máquinas y el equipo.
5. Cuando los riesgos no son controlados debidamente en un proceso de producción, tienen como consecuencia un accidente, provocando lesiones graves e irreparables para los operarios y para la empresa.
6. El control y supervisión continua de los extintores asegura su buen funcionamiento en caso de incendio, tomando en cuenta que el marchamo asegura que éste no ha sido utilizado con anterioridad.

7. La buena utilización del método de las Cinco Eses puede ser determinante para que el empleado posea una disciplina en su área, manteniendo ésta ordenada y limpia, realizando así un mejor trabajo diario, productos de mejor calidad y por lo tanto clientes satisfechos.

8. La fabricación del molde nuevo elimina el uso de las bolsas plásticas y reduce el desperdicio de la espuma, incrementando así la densidad de los trozos, especialmente en la parte alta de la plancha, en donde la fuerza de la espuma se ve reducida.

RECOMENDACIONES

1. Antes de implementar cualquier programa de seguridad se debe hacer conciencia en la gerencia de la empresa de la importancia de la seguridad y de los beneficios que traerá la implementación de un programa de seguridad industrial.
2. Utilizar conscientemente el equipo de protección personal, puede evitar considerablemente un accidente grave.
3. Aumentar el número de extractores de aire dentro de la planta, debido a la temperatura en ciertas áreas, que influyen en el desempeño de los operadores.
4. Revisar los extintores mensualmente, si estos fueron utilizados por alguna razón recargarlos en un período no mayor a una semana. El extintor no debe tener una recarga mayor a un año. Si ese fuera el caso, éste debe ser recargado nuevamente.
5. Despejar las áreas de acceso a equipo y salida de emergencia en todo momento. Si por alguna razón éstas son bloqueadas, debe ser informado el supervisor encargado para su pronta corrección.
6. Utilizar obligatoriamente tapones auditivos para las máquinas que lo requieran.

7. Utilizar los tres formatos para reportes incluidos en el capítulo IV, además del reglamento interno de seguridad industrial.
8. Crear un programa de mantenimiento para los extintores y la señalización de la planta.
9. Forrar el molde de espuma internamente de una capa de plástico y cera líquida, para evitar que la espuma se adhiera a las paredes de aluminio. Esta cera deberá aplicarse una vez por cada 8 planchas de espuma.

BIBLIOGRAFÍA

1. Diccionario de uso del español actual, **Clave**. Editorial Cesma, S. A. Madrid, España. 1997. 1846 pp.
2. Cardona Dubón, Mario Rodolfo, Brigadas contra incendios en una planta de termoformado de plástico. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 2002. 105 pp.
3. Gaitán Rivera, Lenny Virginia. Estudio de los riesgos industriales en una línea de producción del proceso de fabricación de tubería de acero en la planta TUBAC. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 1999. 124 pp.
4. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. **Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo**. Guatemala. 1989.
5. Morales Arriola, Jaime Leonel. Diseño de un sistema de higiene y seguridad industrial y su implementación en una planta manufacturera de cuero. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, URL. Facultad de Ingeniería. 2002. 60 pp.
6. Rodellar, Adolfo. **Seguridad e higiene en el trabajo**. Editorial Alfa omega. México. 1999. 249 pp.
7. Rojas Soriano, Raúl. **Guía para realizar investigaciones sociales**. Editorial Plaza y Valdez. UNAM. México. 1997. 246 pp.
8. Sandoval Bátres, Sergio Moisés. Seguridad industrial en una planta embotelladora de bebidas carbonatadas. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 1997. 124 pp.
9. Siliezar Mena, Erick Antonio. Diseño de un sistema de seguridad industrial en una empresa de refrigeración comercial. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 2001. 84 pp.

<http://www.fogel-group.com/espanol.htm> (abril 2003)

Página de REFRIGUA en Internet, contiene información de la empresa, ubicación nacional y mundial, productos, modelos y servicios.

<http://www.atepa.org> (junio 2003)

Página de la Asociación Técnica de Poliuretano Aplicado, contiene la información técnica de la espuma que se utiliza en la empresa.

<http://www.cias-iasc.org/cias.html> (agosto 2003)

Página del Consejo Interamericano de Seguridad, en la cual se consultaron boletines actualizados sobre la seguridad industrial.

<http://www.osha.gov/recordkeeping/RKforms.html> (septiembre 2003)

Página de OSHA en Internet, contiene boletines semanales, regulaciones actuales, modificación de las regulaciones, historia de OSHA, estadísticas recientes de accidentalidad y tiene programas de evacuación para diferentes situaciones.

ANEXOS

Tabla XXVI. Estabilidad química de la espuma rígida de PUR bajo condiciones de ensayo

(comportamiento después de 28 días a 20 grados C)

PRODUCTOS QUÍMICOS	CAMBIO DE VOLUMEN	COMPORTAMIENTO
Agua de mar	3%	estable
Ácido clorhídrico	--	atacado
Ácido clorhídrico 10%	2%	estable
Ácido sulfúrico	--	atacado
Ácido sulfúrico 10%	2%	estable
Ácido nítrico	--	atacado
Ácido nítrico 10%	6%	estable
Soda cáustica	2%	estable
Soda cáustica 10%	2%	estable
Amoniaco	6%	estable
Amoniaco 10%	4%	estable
Gasolina	1%	estable
Gas-oil	2%	estable
Aceite mineral	1%	estable
Gasolina / benceno 60:40	1%	estable
Benceno	5%	estable
Tolueno	2%	estable
Cloro benceno	5%	estable
Estireno monómero	2%	estable
Etanol	13%	hinchamiento
Metanol	12%	inestable
Butanol	9%	estable condicionado
Acetona	18%	inestable
Acetato de etilo	16%	hinchamiento
Tricloroetileno	14%	hinchamiento
Cloruro metileno	17%	inestable
Dimetilformamida	--	atacado

Tabla XXVII. Áreas bajo la curva normal

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0754
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2258	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2518	0,2549
0,7	0,2580	0,2612	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2996	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4013
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,1	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3	0,4995	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998
3,5	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998
3,6	0,4998	0,4998	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,7	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,8	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,9	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

Fuente: Raúl Rojas Soriano. **Guía para realizar investigaciones sociales.** Pág. 165



Refrigeradores de Guatemala, S. A.
