



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

**READECUACIÓN DEL ENTORNO DEL EQUIPO INDUSTRIAL, MEDIANTE  
EL ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO Y SU ADECUADA  
INSTALACIÓN EN EL PROCESO DE OPERACIÓN DE LÍNEAS DE  
MULTIENVASE**

**Rony Ernesto Amado Chávez**

Asesorado por el Ing. César Augusto Martínez Flores

Guatemala, septiembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**READECUACIÓN DEL ENTORNO DEL EQUIPO INDUSTRIAL, MEDIANTE  
EL ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO Y SU ADECUADA  
INSTALACIÓN EN EL PROCESO DE OPERACIÓN DE LÍNEAS DE  
MULTIENVASE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**RONY ERNESTO AMADO CHÁVEZ**

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR AUGUSTO MARTÍNEZ FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

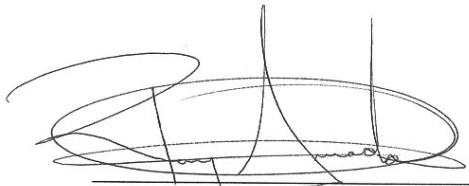
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Edgar Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**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:

**READECUACIÓN DEL ENTORNO DEL EQUIPO INDUSTRIAL,  
MEDIANTE EL ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO  
Y SU ADECUADA INSTALACIÓN EN EL PROCESO DE  
OPERACIÓN DE LÍNEAS DE MULTIENVASE,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 21 de abril del 2008.



Rony Ernesto Amado Chávez

Guatemala, 8 de mayo del 2009

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director  
Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Gómez:

Reciba un cordial saludo. Cumpliendo con lo resuelto por la Dirección de Escuela se procedió a la aprobación de la asesoría del Trabajo de Graduación titulado **"READECUACIÓN DEL ENTORNO DEL EQUIPO INDUSTRIAL, MEDIANTE EL ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO Y SU ADECUADA INSTALACIÓN EN EL PROCESO DE OPERACIÓN DE LÍNEAS DE MULTIENVASE"**, presentado por el estudiante universitario **Rony Ernesto Amado Chávez**, con número de carné **2001-12444**, para que siga el trámite correspondiente.

Sin otro particular.

Atte.,

  
César A. Martínez F.  
Ing. Mecánico Industrial  
Colegiado No. 1722  
**Ing. Cesar Augusto Martínez Flores**  
**Asesor de Trabajo de Graduación**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **READECUACIÓN DEL ENTORNO DEL EQUIPO INDUSTRIAL, MEDIANTE EL ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO Y SU ADECUADA INSTALACIÓN EN EL PROCESO DE OPERACIÓN DE LÍNEAS DE MULTIENVASE**, presentado por el estudiante universitario **Rony Ernesto Amado Chávez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

CIENCIA Y ENSEÑANZA A TODOS

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2009.


/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **READECUACIÓN DEL ENTORNO DEL EQUIPO INDUSTRIAL, MEDIANTE, EL ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO Y SU ADECUADA INSTALACIÓN EN EL PROCESO DE OPERACIÓN DE LÍNEAS DE MULTIENVASE**, presentado por el estudiante universitario **Rony Ernesto Amado Chávez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR

Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2009.



/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.351.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **READECUACIÓN DEL ENTORNO DEL EQUIPO INDUSTRIAL, MEDIANTE EL ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL PUESTO DE TRABAJO Y SU ADECUADA INSTALACIÓN EN EL PROCESO DE OPERACIÓN DE LÍNEAS DE MULTIENVASE**, presentado por el estudiante universitario **Rony Ernesto Amado Chávez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, septiembre de 2009.

/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

Nuestro Creador en los cielos, por darme la oportunidad de existir, además de la fuerza, el valor y carácter para poder concluir mi carrera. También por las personas que puso en mi camino para poder alcanzar este triunfo.

Mis padres y hermana, que han sido los pilares fundamentales de mi vida, ya que sin su confianza, cariño y apoyo, no hubiera podido alcanzar el objetivo que hoy en día he cumplido. Por toda la comprensión y paciencia que tuvieron conmigo, sobre todo en los malos momentos para poder guiarme adecuadamente. Así que padre y madre, ustedes son los responsables de haber alcanzado este sueño. Infinitas gracias por todo.

Mis abuelos, tíos y primos, por toda su disposición, consejos y ánimos brindados a lo largo de esta carrera.

Mis amigos de estudios, por compartir diversos conocimientos, mediante los cuales he logrado mejorar diversos aspectos en mi vida, además del desarrollo de una amistad verdadera y duradera.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

En primer lugar dedico el presente Trabajo de Graduación a Dios, que ha guiado cada uno de mis pasos en esta travesía, ayudándome a tener sabiduría para tomar las decisiones correctas y poder alcanzar este objetivo tan anhelado.

Mis padres que han sido mi inspiración diaria para salir adelante, debido a la confianza, valores y apoyo incondicional que me han brindado, pero sobre todo, el amor, cariño y sabios consejos que me motivaron en todos los momentos difíciles para poder seguir adelante.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. CONCEPTOS BÁSICOS</b>	<b>1</b>
1.1 Ergonomía	1
1.2 Métodos ergonómicos	5
1.3 Definición de un puesto de trabajo	11
1.4 Tipo de equipo industrial dentro del proceso	16
1.5 Necesidades del operario dentro de su puesto	17
1.6 Métodos para realizar evaluaciones de un puesto de trabajo	22
1.7 Beneficios de la readecuación del equipo en un proceso	28
<b>2. EVALUACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO</b>	<b>29</b>
2.1 Inspección de las estaciones de trabajo	29
2.2 Inspección del equipo industrial	48
2.2.1 Distribución del equipo	49
2.2.2 Deficiencias del equipo	53
2.3 Exigencias del confort ambiental	54
2.3.1 Evaluación de ruido	54
2.3.2 Evaluación de humedad	57

2.3.3	Evaluación de ventilación	59
2.3.4	Evaluación de iluminación	61
2.4	Aspectos de seguridad industrial	64
2.5	Análisis de herramientas	65
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA PARA EL ADECUADO DESEMPEÑO DEL TRABAJO</b>	<b>67</b>
3.1	Reacondicionamiento de accesos	67
3.2	Mantenimiento del equipo	68
3.3	Estrategias en caso de emergencia	72
3.4	Reacondicionamiento de los puestos de trabajo	76
3.5	Propuesta de diseño de herramientas	78
3.6	Mejoras en el confort ambiental	83
3.7	Métodos y modelos de evaluación ergonómica	87
<b>4.</b>	<b>MODIFICACIÓN EN PUESTOS DE TRABAJO Y EQUIPO INDUSTRIAL</b>	<b>89</b>
4.1	Nueva infraestructura en accesos	89
4.2	Planos de la ubicación del equipo	95
4.3	Métodos para la solución a problemas de confort ambiental	95
4.3.1	Problemas de humedad	95
4.3.2	Problemas de iluminación	97
4.4	Procedimiento de instalación en infraestructura	98
4.5	Plano de reacondicionamiento de ruta de evacuación y señalización	100
4.6	Presentación de mejoras para los puestos de trabajo	101
4.6.1	Mejoras del equipo industrial	101

4.6.2 Mejoras en herramientas	103
<b>5. ANÁLISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD</b>	<b>105</b>
5.1 Costos en modificación de puestos de trabajo	105
5.2 Costos en instalación de equipo	106
5.3 Costos en nuevas herramientas de trabajo	108
5.4 Costos en mano de obra	108
5.5 Análisis de rentabilidad	109
<b>6. SEGUIMIENTO</b>	<b>111</b>
6.1 Implementación de modelos para la evaluación ergonómica	111
6.2 Presentación de beneficios a obtenerse con la mejora continua	111
6.3 Creación de programa de mantenimiento	112
6.3.1 Para herramientas	113
6.3.2 Para puestos de trabajo	113
6.3.3 Para el equipo industrial	114
6.4 Orientación del enfoque ergonómico hacia el operario	115
6.4.1 Operador y su función	115
6.4.2 Operador y el entorno	115
6.5 Programas capacitación manipulación de equipo y herramientas	116
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>119</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>123</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>125</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Elementos del puesto de trabajo	12
2.	Distribución de equipo línea envasado de latas	50
3.	Distribución de equipo línea envasado de botellas	51
4.	Distribución de equipo línea envasado de barril	52
5.	Herramienta utilizada para posicionar envases	81
6.	Herramienta propuesta para posicionar envases	82
7.	Forro espuma poliuretano rígido	83
8.	Extractor de turbina	85
9.	Extractor Venturi	86
10.	Parrillas de fibra de vidrio	90
11.	Parrillas (0.038m x 0.038m x 0.038m)	91
12.	Parrillas (0.038m x 0.038m x 0.1524m)	92
13.	Medidas en gradas	93
14.	Medidas en barandas	94
15.	Vista de planta gradas	94
16.	Alfombras antideslizantes	97
17.	Sujetador de parrilla tipo "M" y tipo "J"	99
18.	Extensión de parrilla en encajonadota	102
19.	Partes funcionales de herramienta	117

## TABLAS

I	Estándares de calidad del aire	19
II	Valores según la intensidad del trabajo	21
III	Tiempo permisible de exposición al ruido	27
IV	Parámetros de medición llenadora línea 1	29
V	Riesgos de accidente llenadora línea 1	30
VI	Parámetros de medición pasteurizadora línea 1	31
VII	Riesgos de accidente pasteurizadora línea 1	31
VIII	Parámetros de medición inyector de tinta, línea 1	32
IX	Riesgos de accidente inyector de tinta, línea 1	32
X	Parámetros de medición empacadora línea 1	33
XI	Riesgos de accidente empacadora línea 1	33
XII	Parámetros de medición paletizadora línea 1	34
XIII	Riesgos de accidente paletizadora línea 1	34
XIV	Parámetros de medición llenadora línea 2	35
XV	Riesgos de accidente llenadora línea 2	35
XVI	Parámetros de medición pasteurizadora línea 2	36
XVII	Riesgos de accidente pasteurizadora línea 2	36
XVIII	Parámetros de medición empacadora línea 2	37
XIX	Riesgos de accidente empacadora línea 2	37
XX	Parámetros de medición paletizadora línea 2	38
XXI	Riesgos de accidente paletizadora línea 2	38
XXII	Parámetros de medición paletizadora línea 4	39
XXIII	Riesgos de accidente paletizadora línea 4	39
XXIV	Parámetros de medición desencajonadora línea 4	40



XXV	Riesgos de accidente desencajadora línea 4	40
XXVI	Parámetros de medición lavadora línea 4	41
XXVII	Riesgos de accidente lavadora línea 4	41
XXVIII	Parámetros de medición inspector línea 4	42
XXIX	Riesgos de accidente inspector línea 4	42
XXX	Parámetros de medición llenadora línea 4	43
XXXI	Riesgos de accidente llenadora línea 4	43
XXXII	Parámetros de medición etiquetadora línea 4	44
XXXIII	Riesgos de accidente etiquetadora línea 4	44
XXXIV	Parámetros de medición encajonadora línea 4	45
XXXV	Riesgos de accidente encajonadora línea 4	45
XXXVI	Parámetros de medición paletizadora barriles	46
XXXVII	Riesgos de accidente paletizadora barriles	46
XXXVIII	Parámetros de medición lavadora barriles	47
XXXIX	Riesgos de accidente lavadora barriles	47
XL	Equipo utilizado en el proceso	49
XLI	Decibeles en línea 1	55
XLII	Decibeles en línea 2	55
XLIII	Decibeles en línea 4	56
XLIV	Decibeles en línea barriles	56
XLV	Porcentaje de humedad en línea 1	57
XLVI	Porcentaje de humedad en línea 2	57
XLVII	Porcentaje de humedad en línea 4	58
XLVIII	Porcentaje de humedad en línea barriles	58
XLIX	Medidas de ventilación en línea 1	59
L	Medidas de ventilación en línea 2	59
LI	Medidas de ventilación en línea 4	60
LII	Medidas de ventilación en línea barriles	60
LIII	Medidas de iluminación en línea 1	61

LIV	Medidas de iluminación en línea 2	61
LV	Medidas de iluminación en línea 4	62
LVI	Medidas de iluminación en línea de barriles	62
LVII	Intensidad iluminación para diversas clases de tarea visual	63
LVIII	Medidas de herramienta utilizada	81
LIX	Medidas de herramienta propuesta	82
LX	Cantidad de extractores según operación	84
LXI	Costos en modificaciones	105
LXII	Costos en gradas	106
LXIII	Costos en extensión propuesta	107
LXIV	Costos en material de nueva herramienta	108
LXV	Costos en mano de obra	108
LXVI	Resumen de costos	109
LXVII	Resumen de evaluación	132

## GLOSARIO

<b>Luxómetro</b>	Aparato utilizado para la medición precisa de los niveles de iluminación ambiental.
<b>Confort acústico</b>	Es el nivel del ruido a partir del cual el sonido provocado por las actividades humanas resulta perjudicial para la salud de las personas.
<b>Nivel humedad</b>	Grado de humedad en cierta área de trabajo, la cual es evaluada para verificar que tan perjudicial es para la persona expuesta.
<b>Confort térmico</b>	Condición mediante la cual una persona, siente satisfacción respecto al ambiente térmico o temperatura.
<b>Confort lumínico</b>	Es cuando la vista está en condiciones aptas para leer u observar un objeto, conforme la adecuada iluminación de un área.
<b>Sonómetro</b>	Aparato utilizado para la medición del ruido en diversas áreas de trabajo o determinado lugar. Trabaja en unidad decibelio (dB).

<b>dB</b>	Decibelio, medida utilizada para el nivel de intensidad del sonido. Dicha medida es adecuada para valorar la percepción del sonido para un oyente.
<b>Higrómetro</b>	Aparato utilizado para medir la humedad y temperatura del aire, suelo en distintos ambientes.
<b>Kestrel K3000</b>	Higrómetro utilizado para medir la velocidad del viento a una escala de 0.3 a 40 m/s. Humedad a una escala de 15 a 90% HR (humedad relativa) y temperatura a una escala de -15 a 50°C.
<b>PCE – 172</b>	Sirve para la medición de luz en la industria, con un rango de 400 a 4000 lux, resolución de 0.1 a 100 lux. Condiciones ambientales 0 a 40 °C y de 0 a 80% HR. Dimensiones (0.203 m x 0.075m x 0.050m).
<b>Resistencia</b>	Es la resistencia que tiene un material hacia alguna fuerza externa o las deformaciones que se puedan presentar al ejercer cierta fuerza.
<b>Dureza</b>	Es la dificultad que existe para rayar o crear marcas en la superficie de un material. Se mide utilizando un aparato llamado durómetro.
<b>Dureza Rockwell</b>	Grado de dureza en un material, mediante la medición de la profundidad de penetración, utilizando para ello una punta de cono de diamante. Apto para todo tipo de materiales. Se considera un ensayo no destructivo.

<b>Extractor Venturi</b>	Es un aparato que sirve como inyector o extractor de aire del interior por medio del efecto venturi.
<b>Efecto venturi</b>	Consiste en que la corriente de un fluido dentro de un conducto cerrado disminuye la presión del fluido al aumentar la velocidad cuando pasa por una zona de sección menor.
<b>Extractor turbina</b>	Aprovecha la diferencia de presión en la parte interna y externa de un local, que movido a la vez por el viento exterior, se comporta como un ventilador centrífugo, obligando a la extracción de gases viciados en el interior.
<b>Vinilester</b>	Tipo de resina muy resistente a la corrosión. Soporta altas temperaturas, el exterior y la fatiga. Posee buenas propiedades de aislamiento.
<b>Resina</b>	Sustancia que sufre un proceso de polimerización o secado, dando lugar a productos sólidos.
<b>Resina poliéster</b>	Polímero usado como matriz para la construcción de equipos, tubería anticorrosiva, fabricación de pintura. Se endurece a temperatura ordinaria y es muy resistente a la humedad, a los productos químicos y fuerzas mecánicas.



## RESUMEN

El presente trabajo muestra cómo realizar una evaluación ergonómica dentro de los puestos de trabajo, como también la readecuación de equipo industrial conforme diversas deficiencias que se encuentren en el proceso de embotellado de multienvase en la industria de bebidas. En el capítulo inicial se presentan diversos conceptos en lo que respecta a la ergonomía y factores a considerar dentro de un puesto de trabajo, para el adecuado desempeño del mismo. En los capítulos siguientes se presentan diversas evaluaciones importantes, como lo es el confort ambiental, que se trata básicamente de estudios de iluminación, ruido, temperatura, lo cual lleva a cabo un *check list* basándose en diversos datos obtenidos en las inspecciones realizadas. Posteriormente, se propone una nueva herramienta de trabajo, haciendo un estudio ergonómico, para que se adecue según a las necesidades del personal. Se incluyen extensiones en áreas de trabajo que actualmente se encuentran deficientes, para luego presentar un análisis de costos conforme a los cambios necesarios dentro del proceso mencionado.

Finalmente, se proponen diversos métodos de seguimiento para las mejoras propuestas, detallando evaluaciones periódicas, para el continuo control de los aspectos mencionados anteriormente.





## **OBJETIVOS**

### **General:**

Evaluar, desarrollar y determinar mediante un estudio, la readecuación del equipo industrial al puesto de trabajo, ayudando a mejorar las condiciones existentes dentro de los procesos que se llevan a cabo en el envasado.

### **Específicos:**

1. Elaboración de un estudio ergonómico que sea utilizado como referencia para futuros problemas que se puedan generar dentro de los puestos de trabajo y el equipo a su alrededor.
2. Establecer por medio de un estudio técnico los beneficios y avances que se obtienen en la realización de dicho proyecto.
3. Determinar los problemas que se generan por la inadecuada instalación del equipo alrededor de los puestos de trabajo.
4. Realizar una readecuación del equipo para obtener condiciones óptimas en los puestos de trabajo y así maximizar el rendimiento dentro del proceso de operación de multienvase.

5. Proposición de métodos para la evaluación ergonómica en un área de trabajo, que ayuden a obtener un puesto de trabajo acorde a las necesidades del operario, mejorando el rendimiento del mismo.
6. Presentación de parámetros permitidos en mediciones de estrés ambiental, enfocándose principalmente en los estudios de ruido, iluminación, ventilación y humedad, dependiendo del trabajo realizado y el área donde se desarrolla el mismo.
7. Desarrollo de un análisis de costos con base a las mejoras propuestas en las diversas áreas, utilizando esto como base fundamental para evaluar la factibilidad del proyecto, exponiéndose los beneficios a futuro de dicha inversión.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el ingeniero mecánico industrial, no presta la importancia necesaria en la ergonomía dentro del puesto de trabajo y el mantenimiento de maquinaria dentro de un proceso, obteniendo bajo rendimiento por parte del personal, como también incremento de costos en reparación de maquinaria. La readecuación del entorno del equipo industrial, mediante el análisis ergonómico del puesto de trabajo y su adecuada instalación en el proceso de operación de líneas de multienvase, es importante debido a que el operador debe tener las condiciones ideales de trabajo para el buen desempeño de sus labores, así como el control de cualquier situación o proceso que se dan dentro del área de embotellado. En lo que respecta a la instalación del equipo, se debe abarcar correctamente, para evitar errores que ocasionen desperfectos mecánicos en la maquinaria, paros en la producción que perjudicarían el rendimiento deseado y lo más importante no arriesgar la integridad física del operador. Se busca desarrollar un trabajo práctico que pueda ser de utilidad al estudiante universitario o profesional que está interesado en dicho tema y saber aplicarlo para su correcto desempeño.

El orden y limpieza, el buen diseño del área de trabajo, permiten que las personas enfoquen sus esfuerzos en lo relativo a la productividad y mejoras, en lugar de acciones correctivas.

# 1. CONCEPTOS BÁSICOS

## 1.1 Ergonomía

La ergonomía es una ciencia que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al entorno artificial construido por el hombre relacionado directamente con los actos y gestos involucrados en toda actividad de éste.

En todas las aplicaciones su objetivo es común, se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores y el medio ambiente. Es la definición de comodidad, eficiencia, productividad, adecuación, etc., de un objeto desde la perspectiva del que lo usa. El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera de adaptar éstos a las personas y no al contrario.

La lógica que utiliza la ergonomía se basa en el axioma de que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer los de las personas. Los principios ergonómicos se fundamentan en que el diseño de productos o de trabajos debe enfocarse a partir del conocimiento de cuáles son las capacidades y habilidades, así como las limitaciones de las personas, diseñando los elementos que éstos utilizan teniendo en cuenta estas características.

## **Objetivo de la ergonomía**

Ergonomía es una disciplina nacida con el propósito de integrar, en la concepción de los sistemas de producción, los conocimientos existentes sobre el hombre en situación de trabajo. La ergonomía es el enfoque en el ser humano y su interacción con los productos, equipo, instalaciones, procedimientos y medio ambiente usado en el área de trabajo y en su diario vivir. A continuación se presentan algunos beneficios que se buscan:

- Aumentar la efectividad y eficiencia de las actividades relacionadas al trabajo.
- Cambiar las cosas que la gente usa y el medio ambiente donde las usa para hacer que coincidan con las limitaciones, capacidades y necesidades de la gente.
- Incrementar el valor humano deseable, que incluye la implementación de seguridad, reducción de fatiga y estrés, incremento de satisfacción por el trabajo y mejorar la calidad de vida.
- Evitar accidentes que pongan en riesgo a las personas y velar por la salud ocupacional.

## **Áreas de especialización o profundización**

### Ergonomía cognitiva

Se interesa en los procesos mentales, tales como percepción, memoria, razonamiento, y respuesta motora, en la medida que estas afectan las

interacciones entre los seres humanos y los otros elementos componentes de un sistema. Los asuntos que le resultan relevantes incluyen carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el funcionamiento experto, la interacción humano-computadora, la confiabilidad humana, el stress laboral y el entrenamiento y la capacitación, en la medida en que estos factores pueden relacionarse con el diseño de la interacción humano-sistema.

### Ergonomía física

Se preocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas en tanto que se relacionan con la actividad física. Sus temas más relevantes incluyen posturas de trabajo, manejo manual de materiales, movimientos repetidos, lesiones músculo – tendinosas de origen laboral, diseño de puestos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.

### Ergonomía organizacional

Se interesa en la optimización de sistemas sociotécnicos, incluyendo estructura organizacional, políticas, y procesos. Son temas relevantes a este dominio los aspectos de la comunicación, la gerencia de recursos humanos, el diseño de tareas, el diseño de horas laborables y trabajo en turnos, el trabajo en equipo, el diseño participativo, la ergonomía comunitaria, el trabajo cooperativo, los nuevos paradigmas del trabajo, las organizaciones virtuales, el teletrabajo, aseguramiento de la calidad y adecuado clima laboral.

### Ergonomía en el trabajo

El diseño ergonómico del puesto de trabajo intenta obtener un ajuste adecuado entre las aptitudes o habilidades del trabajador y los requerimientos

del trabajo. El objetivo final, es optimizar la productividad del trabajador y del sistema de producción, al mismo tiempo que garantizar la satisfacción, la seguridad y salud de los trabajadores. Debe tener en cuenta las características antropométricas de la población, la adaptación del espacio, las posturas de trabajo, el espacio libre, la interferencia de las partes del cuerpo, el campo visual, la fuerza del trabajador y el estrés biomecánico, entre otros aspectos.

Para diseñar correctamente las condiciones que debe reunir un puesto de trabajo se tiene que tener en cuenta los siguientes factores:

- Los riesgos de carácter mecánico que puedan existir.
- Los riesgos causados por una postura de trabajo incorrecta fruto de un diseño incorrecto de asientos, taburetes, etc.
- Riesgos relacionados con la actividad del trabajador (por ejemplo, por las posturas de trabajo mantenidas, sobreesfuerzos o movimientos efectuados durante el trabajo de forma incorrecta o la sobrecarga sufrida de las capacidades de percepción y atención del trabajador).
- Riesgos relativos a la energía (la electricidad, el aire comprimido, los gases, la temperatura, los agentes químicos, etc.)
- Los riesgos por no existir una adecuada ventilación e iluminación.

El diseño adecuado del puesto de trabajo debe servir para:

- Garantizar una correcta disposición del espacio de trabajo.

- Evitar los esfuerzos innecesarios. Los esfuerzos nunca deben sobrepasar la capacidad física del trabajador.
- Evitar movimientos que fuercen los sistemas articulares.
- Evitar los trabajos excesivamente repetitivos.

## 1.2 Métodos ergonómicos

El sistema de trabajo es entendido como una combinación de personas y equipos de trabajo que actúan juntos en un proceso laboral, para una finalidad, en un lugar de trabajo y en un ambiente de trabajo bajo condiciones impuestas por las tareas que se han de realizar.

### Tarea laboral

Por tarea laboral se entiende la acción de llevar a cabo un trabajo en un sistema.

### Equipamiento de trabajo

Consiste en herramientas, máquinas, instrumentos, instalaciones y otros componentes utilizados en el sistema de trabajo.

### Procesos de trabajo

Es la secuencia, en tiempo y espacio, de una interacción de personas, equipo de trabajo, materiales, energía e información dentro de un sistema de trabajo.



## Ambiente de trabajo

Comprende factores físicos, químicos y biológicos que rodean a las personas en su lugar de trabajo. Esto debe incluir factores sociales y culturales que, sin embargo, no se cubren en esta norma.

## Angustia laboral

La angustia laboral "*work stress*" es la suma de aquellas condiciones externas y exigencias del sistema de trabajo que actúan para perturbar la condición estable y constante de la persona.

## Sobre tensión

La "*work strain*" es el efecto de la tensión laboral en relación con las características y aptitudes individuales. Las consecuencias son físicas y psíquicas.

## Fatiga

Es la manifestación local o general, no patológica, de la sobretensión laboral, completamente reversible con el descanso.

## **Principios generales orientadores**

El proyecto debe tener en cuenta los impedimentos impuestos al cuerpo humano, en relación con el proceso de trabajo, dadas las dimensiones del cuerpo del trabajador.

El área de trabajo debe adaptarse al operador, particularmente:

- La altura de la superficie de trabajo debe adaptarse a las dimensiones del cuerpo del operador y a la clase de trabajo realizado.
- Los asientos deben acomodarse a las formas anatómicas y fisiológicas del individuo.
- Debe procurarse espacio suficiente para los movimientos del cuerpo en particular de la cabeza, de los brazos, las manos, las piernas y los pies.
- Deben establecerse controles del funcionamiento de manos y pies.
- Manivelas y demás órganos de maniobra deben estar adaptados a la anatomía funcional de la mano.

### **Diseño en relación con la posición del cuerpo, la fatiga muscular y los movimientos corporales**

El planeamiento del trabajo debe ser tal, que evite excesiva tensión en los músculos, articulaciones, ligamentos, sistema respiratorio y circulatorio. Los requerimientos posturales deben mantener al hombre dentro de los deseables límites fisiológicos. Los movimientos del cuerpo deben seguir ritmos naturales. La posición del cuerpo, la extensión de los movimientos de éste debe estar en armonía unos con otros.

## Posiciones del cuerpo

- El operador debe poder tener alternativas de estar sentado y de estar de pie. Si hay que elegir una de estas posiciones, la sentada es normalmente preferible a la de pie; esta última es permisible si se hace necesaria por la movilidad individual en el proceso de trabajo.
- Si hay que ejercitar músculos en exceso, secuencia de esfuerzos y las articulaciones del cuerpo deben hacer movimientos cortos y simples de modo que permitan posiciones deseables al cuerpo y le proporcionen apoyo apropiado.
- Las posiciones no deben causar fatiga muscular estática. Deben hacerse posibles las alternativas en las posiciones corporales.

## Esfuerzo muscular

- El esfuerzo que se exija debe ser compatible con las capacidades físicas del operador.
- Los grupos de músculos interesados deben ser bastante fuertes para responder a las demandas de esfuerzo. Si se pide un esfuerzo excesivo hay que introducir fuentes auxiliares de energía en el puesto de trabajo.
- Debe tratar evitarse el mantenimiento de una tensión ininterrumpida en el mismo músculo durante largo tiempo (tensión muscular estática).

## Movimiento del cuerpo

- Hay que establecer un equilibrio entre los movimientos del cuerpo; hay que preferir el movimiento a una prolongada inmovilidad.
- La amplitud, el esfuerzo, la rapidez y ritmo de los movimientos deben ser combinables.
- Los movimientos de gran precisión no deben ser integrados en un ejercicio de mucho esfuerzo muscular.
- La ejecución de movimientos secuenciales debe facilitarse por medio de preparación especial guiadora.

## **Planeamiento concerniente a la entrada y a la transmisión de información**

### Señales y dispositivos.

Hay que seleccionar las señales y dispositivos de alerta para que sean fijados y dirigidos de manera compatible con las características de la percepción humana. En particular:

- La naturaleza y el número de señales y rótulos deben ser adecuados y compatibles con las características de la información que han de dar.
- Con objeto de obtener una clara identificación de la información cuando los datos sean numerosos, deben dejárseles en un espacio de manera que proporcione clara y rápidamente una orientación comprensible. Su

disposición debe estar en función del proceso técnico o bien de la importancia y de la frecuencia de los temas de información. Esto debe obtenerse con el agrupamiento de acuerdo con las funciones del proceso o del tipo de las medidas y otros conceptos, sobre los que se haya de llamar la atención.

- La naturaleza y disposición de las señales y cuadros informativos deben asegurar una percepción clara. Esto se aplica especialmente en las señales de peligro. Se debe tener en cuenta, por ejemplo, la intensidad, la forma, el tamaño, el contraste, la prominencia y la razón de la señal.
- Las variaciones de información deben ser compatibles, en su dirección y extensión, con las variaciones de las cantidades o movimientos por los cuales se produzcan.
- En actividades protegidas en las cuales ha de predominar la observación y la guía directiva, deben evitarse efectos de sobrecarga y confusión con diseño especial y colocación de señales y cuadros explicativos.

### Controles

Los controles deben ser elegidos, diseñados y colocados de modo que sean compatibles con las características de la parte del cuerpo correspondiente a la operación. Destreza, exactitud, velocidad y fuerza requeridas deben ser tenidas en cuenta, en particular:

- Tipo, diseño, y situación de los controles deben corresponder a la tarea controlada, teniendo en cuenta las características humanas, incluso los posibles movimientos automáticos adquiridos en otros sistemas.

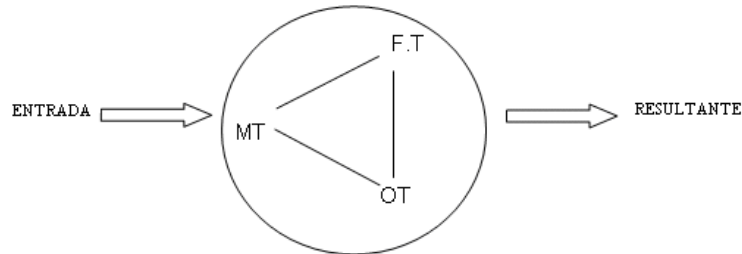
- Los controles de desplazamientos y resistencia deben ser elegidos a la tarea controlada y de los datos biomecánicos y antropométricos.
- El control de las respuestas de movimientos y de equipo, así como las respuestas de control de movimiento y de señales deben ser compatibles.
- La función de los controles debe ser fácilmente identificable para evitar confusiones.
- Cuando los controles sean numerosos deben ser colocados de manera que se manejen con seguridad y la operación no sea ambigua sino precisa. Debe procurarse, similarmente, para las señales, que se agrupen de acuerdo con sus funciones en el proceso, por el orden en que han de ser usadas.

### 1.3 Definición de un puesto de trabajo

Se denomina puesto de trabajo a la parte del área de producción establecida a cada obrero y dotada de los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso de producción.

Otros conceptos de puesto de trabajo es el siguiente: célula fundamental del proceso productivo compuesto por tres elementos: Fuerza de trabajo (FT), Medios de trabajo (MT) y Objetivos de trabajo (OT).

**Figura 1. Elementos del puesto de trabajo**



Fuente: Pedro R. Mondelo. Ergonomía 3. Pág. 11

### **Medio de trabajo (MT)**

Es aquel objeto o conjunto de objetos de que se sirve el hombre para actuar sobre el objeto de trabajo y transformarlo. Entre ellos los más importantes son los instrumentos de producción, que comprenden las más diversas herramientas empleadas por el hombre para trabajar.

### **Objeto de trabajo (OT)**

Constituye el objeto del proceso de trabajo, sobre el que actúa el hombre con ayuda de los medios de trabajo para transformarlo en producto con un determinado valor de uso.

### **Fuerza de trabajo (FT)**

Es la capacidad del hombre para trabajar el conjunto de energías físicas y espirituales que le permiten producir los bienes materiales. La fuerza de trabajo constituye el elemento que pone en movimiento a los medios de producción.

## Clasificación del puesto de trabajo

Los puestos de trabajo se pueden agrupar en:

- a. Grado de mecanización.
- b. Cantidad de trabajadores y su agrupación.
- c. Número de equipos que componen el puesto.
- d. Grado de especialización.
- e. Grado de movilidad.

### a. Grado de mecanización

Según este criterio los puestos de trabajo pueden ser:

- Manuales.
- Mecánico – manuales.
- Mecanizados.
- Automatizados.

### Los puestos manuales

Son aquellos en los cuales el trabajo se realiza a mano o con ayuda de instrumentos de trabajo manuales. En este tipo de puesto, tanto el trabajo principal como el auxiliar y el de servicio es realizado por el obrero. Ejemplo: Torcedores de tabaco, machetero.



### Los puestos mecánicos – manuales

Son aquellos en los cuales el trabajo se realiza con ayuda de máquinas o mecanismos. En este tipo de puesto de trabajo, el peso específico de la actividad del hombre es tal, que la producción depende fundamentalmente de él. En este tipo de puesto, parte del trabajo principal lo realiza el hombre con ayuda de la maquina y parte el hombre. Ejemplo: costurera, etc.

### Los puestos mecanizados

Son aquellos en los que el trabajo principal se realiza por medio de la máquina dirigida por el obrero y los elementos del trabajo auxiliar se realizan manualmente o con ayuda de mecanismos. Ejemplo: tornero.

### Los puestos automatizados

Son aquellos en los que el trabajo principal está totalmente automatizado y el trabajo auxiliar esta también parcial o totalmente automatizado, además en este tipo de puesto la dirección del funcionamiento de los mecanismos se hace automáticamente. En este caso la función del obrero se limita al ajuste, observación y eliminación de desviación en los mecanismos del equipo. Ejemplo: El operario de panel de una planta eléctrica.

#### b. Cantidad de trabajadores y su agrupación

Según este criterio los puestos de trabajos pueden ser individuales o colectivos. Los puestos individuales son aquellos en los cuales trabaja un solo obrero y los puestos colectivos son aquellos en los cuales, dadas las características de división y cooperación del trabajo que se establece, se requiere la participación interrelacionada de más de un obrero.

#### c. Número de equipo que componen el puesto

Según este criterio los puestos pueden ser equipos únicos o multiequipados. Los puestos de equipos únicos son aquellos en los cuales el obrero u obreros trabajan en un solo equipo y los puestos multiequipados son aquellos que comprenden varios equipos los cuales, a su vez, pueden ser atendidos por una o varios obreros.

#### d. Grado de especialización

Según el grado de especialización los puestos de trabajos pueden ser especializados y universales. Los puestos especializados son aquellos en los cuales el equipo, los dispositivos y las herramientas utilizadas por el obrero, debido a su diseño, solo pueden ser empleadas en un tipo de trabajo, es decir para realizar una o un grupo reducido de operaciones. Los puestos universales son aquellos en los cuales el equipo, los dispositivos y las herramientas utilizadas por el obrero pueden ser empleadas en una gran variedad de trabajo u operaciones, Ejemplo: torno universal, máquina de coser planos etc.

#### e. Grado de movilidad

Según el grado de movilidad los puestos pueden ser estacionarios y móviles. Los puestos estacionarios son aquellos en los cuales el trabajo se realiza en un área bien definida, no trasladándose el equipo ni el obrero, excepto en límites muy estrecho. Ejemplo: fresador, etc. Los puestos móviles son aquellos en los que el trabajo se realiza no en un lugar fijo, sino cambiando constantemente dicho lugar. Ejemplo: mecánicos de reparaciones eventuales de línea, etc.

#### 1.4 Tipo de equipo industrial dentro del proceso

Se utiliza diverso equipo en el proceso de operación de multienvase, a continuación se detalla la maquinaria y herramienta que sirve para el desarrollo de los trabajos que se dan dentro de la planta de producción.

Llenadora, esta máquina se encarga de ingresar el producto a los envases, mediante cierto nivel establecido por el tipo de envase a utilizar.

Pasteurizadora, se encarga de eliminar todas las bacterias que podrían estar presentes en el producto, sometiéndolo a una temperatura establecida, la cual asegura la eliminación de la posible contaminación mencionada.

Inyectadora de tinta, tiene la función de marcar la fecha de caducidad del producto.

Empacadora, coloca los envases en grupos, dependiendo el producto que se esté produciendo, para su posterior almacenamiento.

Paletizadora, cumple la función de ir ordenando en grupos los paquetes de productos, para facilitar el transporte y almacenamiento de los mismos.

Bandas transportadoras, se encargan de transportar el producto por todas las áreas de trabajo, hasta llegar a la paletizadora para posteriormente ser almacenado.

Puestos de trabajo, son las áreas donde se encuentran los operarios realizando su trabajo correspondiente, en la elaboración del producto.

Gradas, ayudan a poder ingresar de un área a otra, debido a que hay cierto equipo que obstaculiza el tránsito dentro del área de producción, como también cambios de altura en diversas áreas.

Herramienta de colocación de envases, ayuda a restablecer en una posición adecuada los envases, para que pueda movilizarse fácilmente en la banda transportadora.

### **1.5 Necesidades del operario dentro de su puesto**

Como en todo puesto de trabajo, se debe tener un adecuado confort ambiental, para un buen desempeño, de los cuales se pueden mencionar:

- Adecuada protección contra en ruido.
- Adecuada iluminación.
- Adecuada ventilación.
- Ambiente térmico.
- Protección suministrada en base a reglas de seguridad industrial.
- Adecuado control de polvo y partículas.

En lo que respecta al ruido, se debe proveer al trabajador con tapones u orejeras, debido a que por el tiempo que pasa en su puesto, el exceso de ruido le puede ocasionar daños irremediabiles. Por lo que deben existir señales que indiquen lo mencionado anteriormente.

La iluminación es otro factor muy importante, ya que sin ella pueden ocurrir diversos accidentes, como tropiezos, lo cual puede ocasionar golpes en el cuerpo. También se presenta el esfuerzo de la vista, para poder apreciar de una mejor manera el lugar, lo cual trae diversas consecuencias, por lo que es recomendable tener un buen estudio de iluminación.

La ventilación es fundamental para el adecuado desarrollo del trabajo, ya que es vital para la comodidad de los trabajadores. Este factor es el más difícil de controlar ya que son casos más complejos, debido a que es muy difícil cumplir con las expectativas de los operarios, además de los impedimentos, debido a que no se puede tener mucha ventilación dirigida a los puestos de trabajo porque el aire puede llevar contaminantes que puedan afectar el producto. Si se tuviera un control adecuado de la calidad del aire establecida por la OMS (Organización Mundial de la Salud), entonces no habría ningún problema en lo mencionado anteriormente. A continuación se presenta una tabla con los estándares de calidad en el aire para los diversos contaminantes existentes.

**Tabla I. Estándares de calidad del aire (parte 1)**

Contaminante	Efectos sobre la salud	Nivel de efecto observable (mg/m <sup>3</sup> )	Factor de incertidumbre	Valor guía o concentración tolerable (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo promedio de exposición
Acetaldehído	Irritación en humanos	45	20	2.000	24 horas
	Irritación relacionada con la carcinogenicidad en ratas	275	1.000	50	1 año
Acroleína	Irritación de ojos en humanos	130		50	30 minutos
Ácido acrílico	Lesiones nasales en ratones	15	50	54	1 año
2-butoxi-etanol	Hematotoxicidad en ratas	242	10	13.100	1 semana
Cadmio	Efectos renales sobre la población	n.a.	n.a.	5 x 10 <sup>-3</sup>	1 año
Disulfuro de carbono	Cambios funcionales en la SNC de los trabajadores	10	100	100	24 horas
	Molestia por olores	0,2	n.a.	20	30 minutos
Cloroformo	Hepatotoxicidad en ratas	6,1	1.000	6,1	1 año
1,4-diclorobenceno	Incremento en el peso del órgano y proteínas urinarias	450	500	134	1 año
Diclorometano	Formación de CoHb en individuos normales		n.a.	3.000	24 horas
Escape de motores Diesel	Inflamación crónica alveolar en humanos	0,139	25	5,6	1 año
	Inflamación crónica alveolar en ratas	0,23	100	2,3	1 año
Etilbenceno	Incremento de peso del órgano	2.150	100	22.000	1 año
Fluoruros	Efectos sobre el ganado	n.a.	n.a.	1	1 año
Formaldehído	Irritación de la nariz y garganta en humanos	0,1	n.a.	100	30 minutos

Fuente: OMS (Organización Mundial de la Salud)

**Tabla I. Estándares de calidad del aire (parte 2)**

Contaminante	Efectos sobre la salud	Nivel de efecto observable (mg/m <sup>3</sup> )	Factor de incertidumbre	Valor guía o concentración tolerable (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo promedio de exposición
Sulfuro de hidrógeno	Irritación de ojos en humanos	15	100	150	24 horas
	Molestia por olores	(0,2-2,0) x 10 <sup>-3</sup>	n.a.	7	30 minutos
Marganeso	Efectos neurotóxicos en trabajadores	0,03	200	0,15	1 año
Mercurio inorgánico	Efectos tubular renales en humanos	0,02	20	1	1 año
Metil Metacrilato	Cambios degenerativos del epitelio en el sistema olfativo en roedores	102,5	100	200	1 año
Monoclorobenceno	Decrecimiento en la ingesta de alimentos, incremento en el peso del órgano, lesiones y cambios en los parámetros de la sangre	341	1000	71	1 año
Estireno	Efectos neurológicos en trabajadores	107	40	260	1 semana
	Molestias por olores	0.07	n.a.	7	30 minutos
Tetracloroetileno	Efectos renales en trabajadores	102	400	250	24 horas
	Molestias por olores	8	n.a.	8.000	30 minutos
Tolueno	Efectos sobre el SNC de los trabajadores	332	1.260	260	1 semana
	Molestia por olores	1	n.a.	1.000	30 minutos
1,3,5 Triclorobenceno	Metaplasia e hiperplasia del epitelio en el aparato respiratorio en ratas	100	500	36	1 año
1,2,4 Triclorobenceno	Incremento de la porfirina urinaria en ratas	22,3	500	8	1 año

Fuente: OMS (Organización Mundial de la Salud)

En el ambiente térmico se recomienda una temperatura que oscile entre 17 y 22 grados centígrados, y una humedad del 40 al 60 por ciento. La humedad es especialmente importante, puesto que un porcentaje de humedad demasiado bajo provoca una sequedad de las mucosas conjuntivales y respiratorias. Por otra parte, un porcentaje de humedad demasiado elevado entraña una disminución en la atención, en la vigilancia y destreza de los gestos.

**Tabla II. Valores según la intensidad del trabajo**

Suministro de aire o Renovación total del aire	> 50 m <sup>3</sup> /hora/trabajador  > 6 veces/hora (trabajos sedentarios) > 10 veces/hora (trabajos con esfuerzo físico)
Velocidad del aire	> 15 m/min (0,25 m/s) (temperatura normal) > 45 m/min (0,75 m/s) (ambiente caluroso)
Temperatura	17 a 22 °C (trabajos sedentarios) 15 a 18 °C (trabajos ordinarios) 12 a 15 °C (trabajos con acusado esfuerzo físico)
Humedad relativa	40 - 60 % > 50 % (si se puede generar electricidad estática)

Fuente. Los autores. Ediciones UPC 1999. Ergonomía 2, confort y estrés térmico. Pág. 27.

En lo que respecta a la protección, se puede resumir en tapones auditivos, zapatos industriales, como también la señalización de advertencia y peligrosidad de materiales utilizados y acciones a realizar en casos de emergencia, teniendo conocimiento de la ruta de evacuación y equipo de primeros auxilios.



## 1.6 Métodos para realizar evaluaciones de un puesto de trabajo

Para el análisis de un puesto de trabajo, se debe proceder siguiendo los tres pasos siguientes:

### Paso 1

El analista define y perfila la tarea que se va a analizar. El análisis puede ser de una tarea o de un lugar de trabajo. Frecuentemente, la tarea tiene que ser dividida en subtareas, que serán analizadas por separado.

### Paso 2

Se describe la tarea enumerando las distintas operaciones realizadas y se dibuja un esquema del puesto de trabajo.

### Paso 3

El analista puede proceder al análisis ergonómico, utilizando las directrices generales del método.

A continuación, se definirán las directrices y su correspondiente guía para efectuar el análisis. En las guías se señalan los requisitos fundamentales que debería cumplir cada variable que contempla este método.

### Puesto de trabajo

La evaluación de un puesto tiene en cuenta el equipo, el mobiliario, y otros instrumentos auxiliares de trabajo, así como su disposición y dimensiones. La disposición del puesto de trabajo depende de la amplitud del área donde se realiza el trabajo y del equipo disponible, por lo tanto, no pueden darse criterios específicos de evaluación para cada posibilidad. La clasificación del espacio de

trabajo está en función que las medidas o disposiciones técnicas permitan una postura de trabajo apropiada y correcta, que no impida realizar movimientos y, en función de la evaluación general de la zona de trabajo. Esta evaluación general se complementa con el análisis de la actividad física, el levantamiento de pesos y los movimientos y posturas de trabajo.

#### Guía para el análisis

Si los objetos que deben manejarse están situados de tal modo que el trabajador pueda mantener una postura de trabajo adecuado, como también la evaluación del espacio suficiente para que el trabajador pueda realizar los movimientos que exija el trabajo. Ver si puede ajustar las dimensiones del puesto de trabajo y adaptar el equipo que utiliza a sus necesidades.

#### Actividad física general

La actividad física general se determina según la intensidad de la actividad física que requiera el trabajo, los métodos utilizados y los equipamientos. Estos requerimientos pueden ser óptimos, pero también pueden ser demasiado grandes o demasiado pequeños. La calidad se determina según el trabajador pueda o no regular la carga de trabajo o si se regula por el método de producción o por la situación en la que se realiza el trabajo.

#### Guía para el análisis

Se determina observando el trabajo y entrevistando al trabajador y al encargado para saber si la cantidad de actividad física requerida es grande, óptima o pequeña.

Se analiza si la actividad depende de los métodos de producción o de la organización, si hay picos de carga de trabajo y la existencia de pausas. Por otro lado, se debe averiguar si la actividad física está completamente regulada por el trabajador, y si el espacio de trabajo, equipos y métodos constituyen o no algún obstáculo para el movimiento del trabajador.

### Riesgo de accidente

El riesgo de accidente se refiere a la posibilidad de sufrir una lesión repentina y al riesgo de producirse un envenenamiento repentino provocado por una exposición laboral. Se determina evaluando la posibilidad de que ocurra un accidente y su gravedad.

### Guía para el análisis

Hay que familiarizarse con las estadísticas de accidentes del lugar de trabajo y entrevistar al personal del departamento de seguridad. A continuación, se debe evaluar la posibilidad de que suceda un accidente, así como su severidad, y elegir la clasificación correspondiente.

Se deben analizar los siguientes riesgos:

- Riesgos mecánicos.
- Riesgos causados por un diseño incorrecto.
- Riesgos relacionados con la actividad del trabajador (por ejemplo, por las posturas de trabajo mantenidas, sobreesfuerzos o movimientos efectuados durante el trabajo de forma incorrecta o la sobrecarga sufrida de las capacidades de percepción y atención del trabajador).

- Riesgos relativos a la energía, suministros (la electricidad, el aire comprimido, los gases, la temperatura, los agentes químicos, etc.).
- Monotonía en la realización del trabajo, ya que se pueden presentar ciertos descuidos, al tener excesiva confianza en la realización de una operación.

Se considera que el riesgo de accidente es:

Pequeño, si el trabajador puede evitar accidentes teniendo precaución y siguiendo las normas generales de seguridad.

Considerable, si el trabajador precisa seguir normas de trabajo para evitar el accidente y debe prestar mayor atención de lo normal.

Grande, si el trabajador precisa ser especialmente cuidadoso y seguir normas estrictas o reglamentarias de seguridad; es decir, si existe un riesgo tangible.

Muy grande: si el trabajador precisa una normativa y una reglamentación estricta y concisa.

Las consecuencias del accidente se miden por su gravedad:

Ligera, si el accidente causa como máximo un día de baja.

Leve, si el accidente causa como máximo siete días de baja.

Bastante grave, si el accidente causa alrededor de un mes de baja.

Muy grave, si el accidente causa más de seis meses de baja o incapacidad permanente.

## Iluminación

Las condiciones de iluminación de un puesto de trabajo se evalúan de acuerdo al tipo de trabajo que se realiza. Para tareas que requieren una precisión visual normal, los niveles de iluminación y el grado de deslumbramiento se pueden valorar por observación. Para las tareas que requieren una precisión visual elevada, las diferencias de luminancia deben medirse, si es posible.

### Guías para la medición

Se mide el nivel de iluminación con un luxómetro.

Se calcula el porcentaje del nivel de iluminación medido comparado con el valor recomendado para el puesto de trabajo.

Se determina la existencia de deslumbramiento, observando si existen, o no, luces brillantes, superficies reflectantes y brillantes o áreas brillantes y oscuras, con un valor elevado de la razón entre las luminancias de las áreas en el campo de visión.

Se comparan los valores obtenidos para la iluminación y el deslumbramiento. El peor de los resultados reflejará las condiciones de iluminación para todo el puesto de trabajo. (La tabla de iluminación se puede observar en el capítulo 2, tabla LV).

## Ambiente térmico

Se evalúa en todos los puestos de trabajo. En un trabajo con radiación térmica o en trabajos con exposición continuada a temperaturas que exceden los 28 °C, la evaluación se basa en el índice WBGT (ISO 7243). El riesgo de estrés térmico causado por las condiciones térmicas depende del efecto combinado de la temperatura del aire, su humedad, la velocidad del aire, la carga de trabajo y el tipo de vestido.

## Ruido

La valoración del ruido se hace de acuerdo con el tipo de trabajo realizado. Existe riesgo de daño en la audición cuando el nivel de ruido es mayor de 80 dB. Se recomienda el uso de protectores auditivos.

**Tabla III. Tiempo permisible de exposición al ruido**

<b>Cantidad decibeles (dB)</b>	<b>Tiempo permisible de exposición</b>
80	32 horas
85	16 horas
90	8 horas
95	4 horas
100	2 horas
105	1 hora
110	0.5 horas
115	0.25 horas
120	0.125 horas

Fuente: Sergio Torres. Ingeniería de plantas. Pág. 22.

## 1.7 Beneficios de la readecuación del equipo dentro del proceso

Son muchas las empresas que actualmente realizan su producción sin tener un orden en la maquinaria y equipo, debido a que conforme se ha incrementado la demanda de su producto, han ido aumentando las líneas de producción, lo cual ha generado una distribución algo estrecha dentro las instalaciones, que a veces sin tener detalle, se entran en costos, accidentes, confusiones etc., que podrían reducirse al mejorar la distribución, por lo que a continuación se presentan algunos beneficios:

- Mayor orden dentro de las instalaciones.
- Mejor movilidad dentro de las áreas de trabajo.
- Mayor probabilidad de establecer una buena ruta de evacuación.
- Disminución de accidentes.
- Ahorro en costos de producción.
- Mejor entendimiento del proceso de producción.
- Mayor control del equipo.
- Mejor distribución de espacios.
- Mayor visibilidad y control en la señalización.
- Mejoras en ventilación e iluminación.
- Aumento de calidad.
- Reducción de tiempos perdidos.
- Reducción de mermas.
- Mayor productividad.

## 2. EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

Aspecto muy importante a considerar, ya que con dicha evaluación se podrán obtener las deficiencias existentes en los puestos de trabajo, realizando diversas tablas con parámetros a considerar para un adecuado rendimiento del personal.

### 2.1 Inspección de las estaciones de trabajo

Debido a que son varias líneas las que se emplean en dicho proceso, se hará una descripción de cada una de ellas y sus respectivos puestos de trabajo, a continuación se detallan dichos puestos.

Línea 1: llenadora

**Tabla IV. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en sistema de ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores	•		Área alejada de extintores
Señalización	•		No señales de peligrosidad.
Humedad	•		Se mantiene siempre húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos	•		Obstáculo (banda transportadora)



Continuación.

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Utilización de herramientas			No se utilizan.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.4 m de altura.
Utilización de guantes			No son necesarios.
Alfombras para confort de pies	•		Escasez de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación manual			
Operación mecánico - manual			
Operación mecanizada			
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla V. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones		•	Debido a la humedad del área
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes		•	Partes cortantes en parrillas.
Quemaduras	•		
Intoxicación			
Desmayos			
Explosión de envases			Movimiento rotativo de maquinaria.

Fecha. Enero 2009

Línea 1: pasteurizadora

**Tabla VI. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en sistema de ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización		•	Existencia de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos.
Utilización de herramientas	•		Para posicionar latas.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies		•	Si posee alfombra.
Ruta de evacuación		•	Si hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla VII. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones	•		Área no húmeda
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 1: inyectora de tinta

**Tabla VIII. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en sistema de ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos.
Utilización de herramientas			
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies	•		No posee alfombra.
Ruta de evacuación		•	Si hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. **Enero 2009**

**Tabla IX. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones	•		Área no húmeda
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. **Enero 2009**

Línea 1: empacadora

**Tabla X. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en sistema de ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos	•		Obstáculo (banda transportadora)
Utilización de herramientas	•		Posicionador de envases
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes	•		Utilización de guantes.
Alfombras para confort de pies	•		No posee alfombra.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XI. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones	•		Área no húmeda
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		No existencia de partes cortantes.
Quemaduras		•	Adhesivo utilizado en máquina.
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 1: paletizadora

**Tabla XII. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación		•	
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies	•		No posee alfombra.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XIII. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones	•		Área no húmeda
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 2: llenadora

**Tabla XIV. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores	•		Área alejada de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad	•		Área húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos	•		Obstáculo (banda transportadora)
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies	•		No posee alfombra.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XV. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones		•	Debido a que se mantiene húmedo.
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes		•	Partes cortantes en parrillas.
Quemaduras		•	Tanques de soda cáustica cercanos
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases		•	Movimiento rotativo de maquinaria.

Fecha. Enero 2009

Línea 2: pasteurizadora

**Tabla XVI. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores	•		Área alejada de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad	•		Área húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos	•		Obstáculo (banda transportadora)
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies	•		No posee alfombra.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XVII. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones		•	Debido a que se mantiene húmedo.
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 2: empacadora

**Tabla XVIII. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en sistema de ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos	•		Obstáculo (banda transportadora)
Utilización de herramientas	•		Posicionador de envases
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes	•		Utilización de guantes.
Alfombras para confort de pies	•		No posee alfombra.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XIX. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones	•		Área no húmeda
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras		•	Adhesivo utilizado en máquina.
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009



Línea 2: paletizadora

**Tabla XX. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación		•	
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. **Enero 2009**

**Tabla XXI. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones	•		Área no húmeda
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosión de envases	•		

Fecha. **Enero 2009**

Línea 4: paletizadora y despaletizadora

**Tabla XXII. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXIII. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones	•		Área no húmeda
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 4: desencajadora

**Tabla XXIV. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXV. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones	•		
Sordera	•		
Cortes		•	Debido a envases quebrados.
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 4: lavadora de botellas

**Tabla XXVI. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación	•		Mejoras en iluminación.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad	•		Área húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies	•		No existencia de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXVII. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones		•	
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes		•	Debido a envases quebrados.
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 4: inspector

**Tabla XXVIII. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Iluminación adecuada.
Extintores	•		Área alejada de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad	•		Área húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXIX. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		Debido a la altura de la estación.
Resbalones		•	
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosión de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea 4: llenadora de botellas

**Tabla XXX. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores	•		Área alejada de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad	•		Área húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos	•		Obstáculo (banda transportadora)
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies	•		No posee alfombra.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXXI. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones		•	Debido a que se mantiene húmedo.
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases		•	Movimiento rotativo de maquinaria.

Fecha. Enero 2009

Línea 4: etiquetadora

**Tabla XXXII. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Iluminación adecuada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXXIII. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones	•		
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes	•		
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases		•	Movimiento rotativo de maquinaria.

Fecha. Enero 2009

Línea 4: encajonadora

**Tabla XXXIV. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación		•	Área bien iluminada.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad		•	Área no húmeda
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			No es necesario.
Altura botones de operación		•	Se encuentran a 1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	No son necesarios.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación automatizada		•	

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXXV. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones	•		
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes		•	Debido a envases quebrados.
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos	•		
Explosion de envases		•	Movimiento rotativo de maquinaria.

Fecha. Enero 2009



Línea barril: paletizadora y despaletizadora.

**Tabla XXXVI. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación	•		Mejoras en iluminación.
Extintores		•	Área cercana de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad	•		Área húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos		•	No existencia de obstáculos
Utilización de herramientas			
Altura botones de operación			
Utilización de guantes		•	Se proporcionan.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación mecánico - manual		•	Carga y empuja barriles.

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXXVII. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas	•		
Resbalones		•	Área húmeda.
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes		•	Utilización de navaja.
Quemaduras	•		
Intoxicación	•		
Desmayos		•	Esfuerzo físico excesivo.
Explosión de envases	•		

Fecha. Enero 2009

Línea barril: lavadora

**Tabla XXXVIII. Parámetros de medición en el puesto de trabajo**

Parámetros	Resultado		Observaciones
	Deficiente	Bueno	
Ruido		•	Se proporciona tapones.
Ventilación	•		Mejoras en ventilación.
Iluminación	•		Mejoras en iluminación.
Extintores	•		Área alejada de extintores
Señalización	•		Escasez de señales peligrosidad.
Humedad	•		Área húmeda.
Hoja de seguridad	•		No se poseen dichas hojas.
Dificultad en accesos	•		Obstáculos (banda transportadora)
Utilización de herramientas			
Altura botones de operación		•	1.5 m de altura.
Utilización de guantes		•	Se proporcionan.
Alfombras para confort de pies			No hay necesidad de alfombras.
Ruta de evacuación	•		No hay señalización.
Operación mecánico - manual		•	Empuja barriles.

Fecha. Enero 2009

**Tabla XXXIX. Riesgos de accidentes en el puesto de trabajo**

Riesgos	Resultado		Observaciones
	Bajo	Alto	
Caídas		•	Debido a la altura de la estación.
Resbalones		•	Área húmeda.
Sordera	•		Se proporcionan tapones.
Cortes		•	Utilización de navaja.
Quemaduras	•		
Intoxicación			
Desmayos			Esfuerzo físico excesivo.
Explosión de envases			

Fecha. Enero 2009

En el caso del inspector y la volteadora no se encuentran personas atendiendo dicha estación, por lo tanto se omiten dichas partes.

## 2.2 Inspección del equipo industrial

En las diversas visitas realizadas al salón de embotellado, se inspeccionó el equipo industrial y su alrededor para ver las deficiencias que se tienen, como también las mejoras que se pueden realizar en los mismos.

Para dicha inspección se tomaron diversos datos, de los cuales, algunos fueron obtenidos gracias a la colaboración de los operadores, ya que ellos se pasan día a día alrededor del equipo, por lo tanto, estos trabajadores pueden dar algunas opiniones sobre deficiencias existentes, que para ellos deberían de ser tomadas en cuenta. Otro procedimiento para la obtención de dichos datos, se llevó a cabo mediante una inspección visual, con la cual se lograron obtener distintos detalles a considerar. El orden establecido en las evaluaciones, se basó en la identificación de las líneas de embotellado, para luego ir recorriendo cada uno de los puestos de trabajo concernientes a su respectiva línea.

Cada línea posee diverso equipo, los cuales son vitales para el proceso, dependiendo el envasado requerido. Existe infinidad de equipo industrial, pero este caso se centrará, en el equipo utilizado para el envasado de multienvases, algunos de los equipos utilizados, se mencionan a continuación.

**Tabla XL. Equipo utilizado en el proceso**

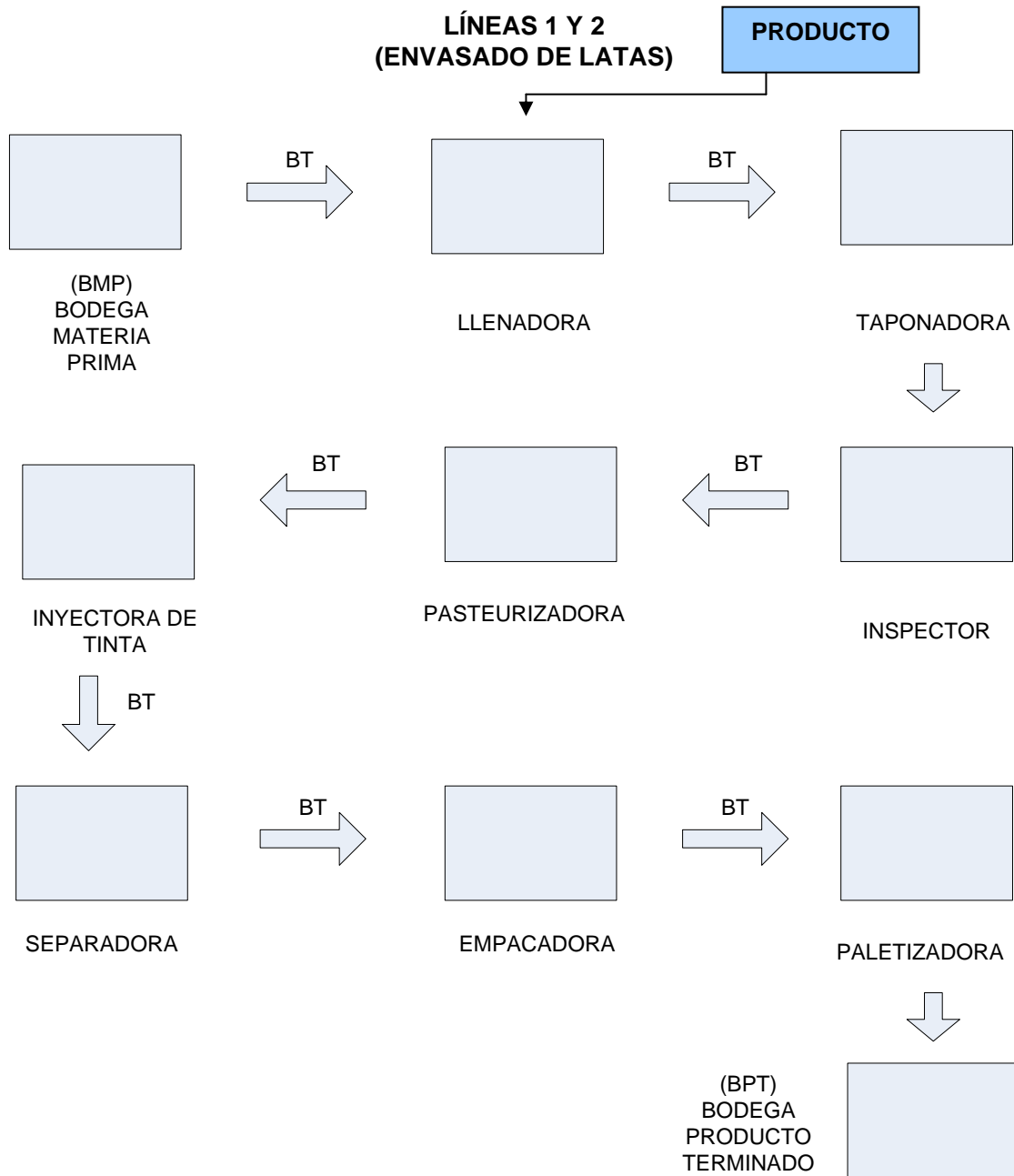
Llenadora	Empacadora
Pasteurizadora	Paletizadora
Inyectora de tinta	Banda transportadora
Etiquetadora	Gradas
Inspector	Herramienta de colocación de envases

Fecha. **Junio 2008**

### **2.2.1 Distribución del equipo**

Para llevar un orden adecuado, se indicará la secuencia de los equipos dentro del proceso, para cada línea de envasado.

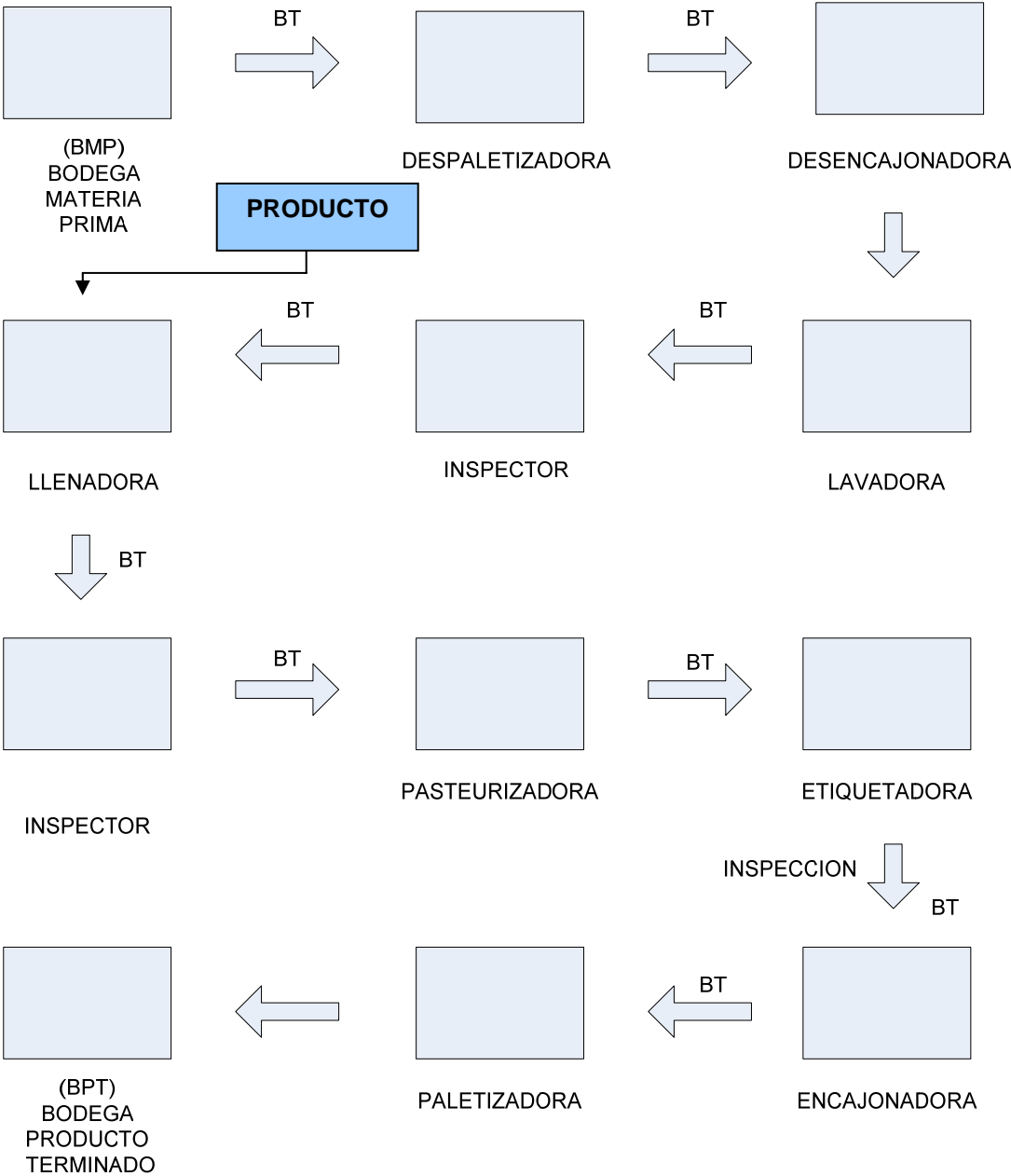
**Figura 2. Distribución de equipo**



Fecha. **Junio 2008**

**Figura 3. Distribución de equipo**

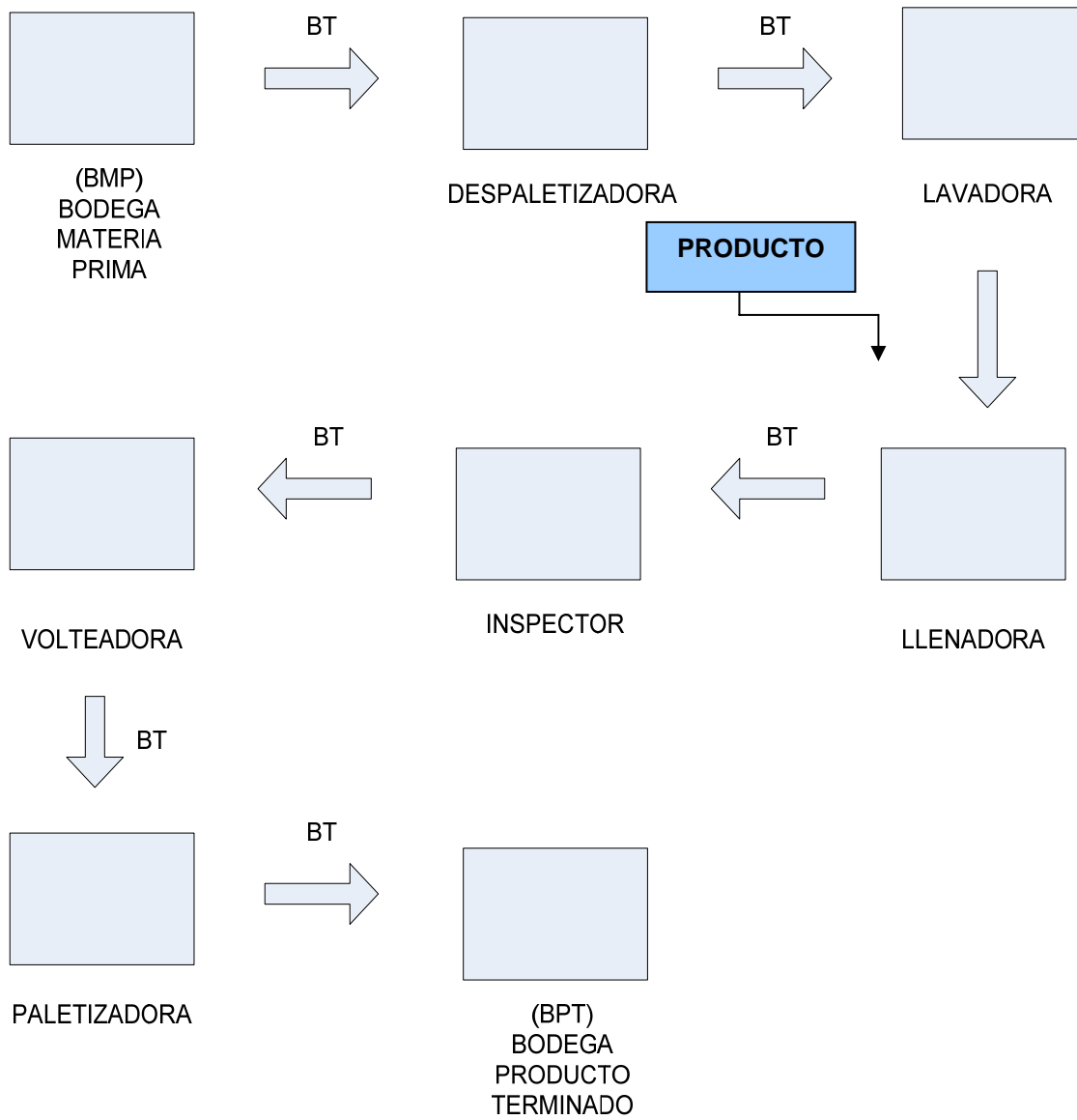
**LÍNEA 4  
(ENVASADO DE BOTELLAS)**



Fecha. **Junio 2008**

**Figura 4. Distribución del equipo**

**LÍNEA ENVASADO DE BARRIL**



Fecha. **Junio 2008**

### **2.2.2 Deficiencias del equipo**

Al realizar la inspección mencionada anteriormente, se pudo observar distintas deficiencias en los diversos puestos de trabajo, a continuación se mencionaran las deficiencias encontradas:

- Debido a que se encuentran instaladas varias bandas transportadoras, es un poco complicado el acceso al puesto de trabajo.
- También se puede observar que se poseen alfombras para el confort de los pies, pero dichas alfombras ya se encuentran deterioradas.
- Poca existencia de gradas para poder pasar sobre las bandas transportadoras.
- El sistema de ventilación no tiene la capacidad de abastecer todo el salón.
- Deficiencias en la señalización de la seguridad industrial.
- Poca existencia de bancos de apoyo para alcanzar objetos.
- Las ventanas de la llenadora de la línea 1, están muy opacas, lo que impide la visibilidad del operador.
- Falta de objetos de protección en la parte inferior de las bandas transportadoras.
- La herramienta que se utiliza para reubicar los envases, no es la adecuada.



- No hay existencia de escaleras para el alcance de válvulas.
- Deficiente control de humedad en área de llenadoras (líneas 1 y 2).
- No hay utilización de guantes protectores al rellenar adhesivo, en empacadora de la línea 1.
- Necesidad de instalación de parrilla en encajonadora de la línea 3.
- Poca existencia de centros de lavado, para emergencias.

## **2.3 Exigencias del confort ambiental**

Son aquellas condiciones de tipo ambiental, que pueden afectar la sensación de confort de un individuo. Se pueden clasificar en:

- Confort acústico.
- Niveles de humedad.
- Confort térmico.
- Confort lumínico.

### **2.3.1 Evaluación de ruido**

- Esta evaluación se llevó a cabo, realizando mediciones en cada puesto de trabajo, a una distancia no mayor de 0.5 metros (según normas), utilizando un sonómetro (Simpson modelo 886, medidor nivel de sonido tipo 2), el cual indicaba los decibeles (dB) a los cuales los operarios se encuentran expuestos en las diversas operaciones.

Línea 1

**Tabla XLI. Decibeles en línea 1**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Cantidad de decibeles (dB)</b>
Llenadora	90
Pasteurizadora	90
Inyectora de tinta	93
Separadora	86
Empacadora	86
Paletizadora	83

Fecha. **Junio 2008**

Línea 2

**Tabla XLII. Decibeles en línea 2**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Cantidad de decibeles (dB)</b>
Llenadora	90
Pasteurizadora (Warmer)	89
Inyectora de tinta	92
Separadora	90
Empacadora	87
Paletizadora	85

Fecha. **Junio 2008**

Línea 4

**Tabla XLIII. Decibeles en línea 4**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Cantidad de decibeles (dB)</b>
Despaletizadora	90
Desencajonadora	88
Lavadora de botellas	93
Inspector	90
Llenadora de botellas	89
Pasteurizadora	90
Etiquetadora	88
Encajonadora	89
Paletizadora	90

Fecha. **Junio 2008**

Línea de barriles

**Tabla XLIV. Decibeles en línea envasado de barriles**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Cantidad de decibeles (dB)</b>
Despaletizadora	90
Lavadora	93
Llenadora	91
Volteadora	90
Paletizadora	90

Fecha. **Junio 2008**

### 2.3.2 Evaluación de humedad

Esta evaluación se llevó a cabo, realizando mediciones en cada puesto de trabajo, utilizando un higrómetro (marca Kestrel k3000), el cual indicaba la humedad a la cual los operarios se encuentran expuestos en las diversas operaciones. (Dicha evaluación se realizó en época de verano entre los meses de marzo y abril)

Línea 1

**Tabla XLV. Porcentaje de humedad en línea 1**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Humedad (%)</b>
Llenadora	77
Pasteurizadora	59
Inyector de tinta	52
Separadora	52
Empacadora	51
Paletizadora	49

Fecha. **Abril 2008**

Línea 2

**Tabla XLVI. Porcentaje de humedad en línea 2**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Humedad (%)</b>
Llenadora	66
Pasteurizadora	65
Inyector de tinta	61
Empacadora	58
Paletizadora	58

Fecha. **Abril 2008**

Línea 4

**Tabla XLVII. Porcentaje de humedad en línea 4**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Humedad (%)</b>
Despaletizadora	52
Desencajonadora	54
Lavadora de botellas	60
Inspector	53
Llenadora de botellas	65
Pasteurizadora	59
Etiquetadora	57
Encajonadora	53
Paletizadora	54

Fecha. **Abril 2008**

Línea de barriles

**Tabla XLVIII. Porcentaje de humedad en línea de barriles**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Humedad (%)</b>
Despaletizadora	53
Lavadora	55
Llenadora	62
Volteadora	51
Paletizadora	53

Fecha. **Abril 2008**

### 2.3.3 Evaluación de ventilación

Esta evaluación se llevó a cabo, realizando mediciones en cada puesto de trabajo, utilizando un higrómetro, el cual indicaba la velocidad y temperatura del aire, a la cual los operarios se encuentran expuestos en las diversas operaciones.

Línea 1

**Tabla XLIX. Medidas de ventilación en línea 1**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Velocidad del aire (m/s)</b>	<b>Temperatura del aire (°C)</b>
Llenadora	0	29.1
Pasteurizadora	0	29.1
Inyector de tinta	0	30.4
Separadora	0	29.7
Empacadora	0.3	30.5
Paletizadora	1	29.1

Fecha. **Abril 2008**

Línea 2

**Tabla L. Medidas de ventilación en línea 2**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Velocidad del aire (m/s)</b>	<b>Temperatura del aire (°C)</b>
Llenadora	0.5	27.3
Pasteurizadora	0	27.8
Inyector de tinta	0.5	28
Empacadora	0.4	28.5
Paletizadora	0	29

Fecha. **Abril 2008**

Línea 4

**Tabla LI. Medidas de ventilación en línea 4**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Velocidad del aire (m/s)</b>	<b>Temperatura del aire (°C)</b>
Despaletizadora	1	29.1
Desencajonadora	0.3	30
Lavadora de botellas	0.1	33.2
Inspector	0.4	28.3
Llenadora de botellas	0.4	28.1
Pasteurizadora	0	29.1
Etiquetadora	0.2	28.2
Encajonadora	0.3	30.2
Paletizadora	1	29.1

Fecha. **Abril 2008**

Línea de barriles

**Tabla LII. Medidas de ventilación en línea de barriles**

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Velocidad del aire (m/s)</b>	<b>Temperatura del aire (°C)</b>
Despaletizadora	0.5	29.3
Lavadora	0	30.2
Llenadora	0	30.5
Volteadora	0	30.2
Paletizadora	0.5	29.3

Fecha. **Abril 2008**

### 2.3.4 Evaluación de iluminación

Esta evaluación se llevó a cabo, realizando mediciones en cada puesto de trabajo, utilizando un luxómetro (PCE-172, capacidad 40 / 400 / 4000 lux), el cual indicaba los luxes de iluminación, a la cual los operarios se encuentran realizando su correspondiente actividad.

Línea 1

**Tabla LIII. Medidas de iluminación en línea 1**

Puesto de trabajo	Iluminación (luxes)	Calificación
Llenadora	500	Adecuada
Pasteurizadora	300	Mejorar
Inyector de tinta	600	Adecuada
Separadora	450	Adecuada
Empacadora	650	Adecuada
Paletizadora	700	Adecuada

Fecha. **Abril 2008**

Línea 2

**Tabla LIV. Medidas de iluminación en línea 2**

Puesto de trabajo	Iluminación (luxes)	Calificación
Llenadora	550	Adecuada
Pasteurizadora	500	Adecuada
Inyector de tinta	530	Adecuada
Empacadora	650	Adecuada
Paletizadora	290	Mejorar

Fecha. **Abril 2008**



Línea 4

**Tabla LV. Medidas de iluminación en línea 4**

Puesto de trabajo	Iluminación (luxes)	Calificación
Despaletizadora	620	Adecuada
Desencajonadora	600	Adecuada
Lavadora de botellas	350	Mejorar
Inspector	500	Adecuada
Llenadora de botellas	570	Adecuada
Pasteurizadora	300	Mejorar
Etiquetadora	650	Adecuada
Encajonadora	600	Adecuada
Paletizadora	700	Adecuada

Fecha. **Abril 2008**

Línea de barriles

**Tabla LVI. Medidas de iluminación en línea de barriles**

Puesto de trabajo	Iluminación (luxes)	Calificación
Despaletizadora	650	Adecuada
Lavadora	700	Adecuada
Llenadora	700	Adecuada
Volteadora	550	Adecuada
Paletizadora	650	Adecuada

Fecha. **Abril 2008**

En conclusión se tienen pocas áreas con iluminación deficiente, en las cuales no es necesario aumentar dicha iluminación, ya que el trabajo se realiza adecuadamente con la iluminación existente. Por lo que dicho aspecto a nivel general dentro del salón de producción se encuentra en estado satisfactorio.

**Tabla LVII. Intensidad media de iluminación para  
diversas clases de tarea visual**

<b>Clase de tarea visual</b>	<b>Iluminación sobre plano de trabajo (lux)</b>	<b>Ejemplos de tareas visuales</b>
Visión ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por Ej. En lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente crítica y prolongada, con detalles medianos.	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste.	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste.	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	5000 a 10.000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía

Fuente: Sergio Torres. **Ingeniería de plantas / -- 4ª. Edición. Pág. 54**

Los puestos de trabajo deben encontrarse entre 300 y 750 luxes para obtener la iluminación deseada.

## **2.4 Aspectos de seguridad industrial**

En lo que corresponde a la seguridad industrial dentro de la operación de embotellado de multienvase, se tienen diversas reglas, que deben ser cumplidas para poder ingresar al salón. Entre las reglas establecidas podemos mencionar:

- Utilización de tapones auditivos.
- Utilización de zapatos industriales.
- Utilización de redecilla.
- Prohibición en la utilización de reloj, pulseras, etc.

Dentro del salón, se tiene señalización, pero no la suficiente, indicando partes de la ruta de evacuación, ubicación de extintores, duchas de emergencia, centros de lavado de ojos. Quedando pendientes otros aspectos importantes, que deben cubrirse para evitar cualquier tipo de inconveniente, como la información de la toxicidad de los suministros y los procedimientos a seguir en caso de entrar en contacto con alguno de dichos suministros (Ej. Vapor, soda cáustica, etc.). La ruta de evacuación se va a readecuar, ya que debido a la instalación de una nueva línea de envasado, cambiaron las direcciones a tomar en caso se presente alguna emergencia dentro del proceso. Lo que respecta a las tuberías en la red de suministros, no se tiene un plano que identifique la posición de cada una de las válvulas, pero se tiene identificada cada una de ellas, de acuerdo al código de colores, o en otros casos, se tienen etiquetas que identifican el suministro basándose en las normas de seguridad industrial Din 2403. Lo mencionado es muy importante

para poder tener certeza de las medidas a tomar en caso sea necesario el cerrar o abrir alguna de las válvulas que transportan los diversos suministros. En algunas de las máquinas se tienen hojas de seguridad de suministros, las cuales indican la peligrosidad de cada uno de los suministros utilizados por dicha máquina, por lo que es necesario, que todas las máquinas posean esta información para que los operarios estén mejor preparados, para actuar en cualquier tipo de accidente.

## **2.5 Análisis de herramientas**

Existen diversas herramientas que pueden ser utilizadas en diversos puestos de trabajo, dependiendo el tipo de proceso y producto que se esté fabricando. En este caso, los operarios no utilizan herramientas para la realización de su trabajo, pero hay algunas excepciones en las cuales utilizan una herramienta en forma de gancho, la cual es utilizada para posicionar los envases al caerse sobre la banda transportadora. Por otra parte, los mecánicos y electricistas, si suelen utilizar diversidad de herramientas, ya que ellos se encargan de dar mantenimiento o reparaciones que se necesiten en cualquier área. Como parte de esta tesis, se realizará un nuevo diseño para la herramienta utilizada por los operarios, que tiene como función, posicionar los envases. Este diseño tendrá como objetivo la ergonomía que es el tema principal de dicho trabajo. El diseño de la nueva herramienta se presentará más adelante en el capítulo 4, en lo que corresponde a la mejora de herramientas.



### **3. PROPUESTA PARA EL ADECUADO DESEMPEÑO DEL TRABAJO**

Un adecuado desempeño del trabajo no sólo depende de la motivación que tenga el personal en la realización de su trabajo, sino que también depende de las condiciones bajo las cuales se encuentra realizando dicho trabajo, por lo que en este capítulo se presentan diversas propuestas para obtener un mejor rendimiento de trabajo.

#### **3.1 Reacondicionamiento de accesos**

Debido a las diversas líneas que operan en el salón de embotellado de multienvase, se tienen muchos obstáculos ocasionados por la maquinaria, puestos de trabajo, bandas transportadoras, herramientas y equipo de importancia en el proceso. Por lo que el acceso a los puestos de trabajo en algunas áreas es complicado. Lo mencionado anteriormente, hace necesario el encontrar ideas para obtener una solución apropiada y viable. Las propuestas para el reacondicionamiento son las siguientes:

En las áreas que se dificulta el acceso a los puestos de trabajo, por la gran cantidad de bandas transportadoras, se recomienda la instalación de gradas, que facilitarían el acceso y así se disminuiría el riesgo de accidente al pasar por la parte de abajo de las bandas.

- Tener entradas y salidas únicas para las diversas áreas de trabajo, estableciendo un orden. Por ejemplo, los operarios de la llenadora (línea 3 y línea 4), volteadora (línea 4), lavadora (línea 3), inspector (línea 3), pasteurizadora (línea 2). El grupo mencionado, puede asignársele una entrada y salida, la cual puede servir también para realizar una buena evacuación en caso de emergencia. Lo mismo sería para los otros grupos, evaluando la cercanía de cada uno de los puestos de trabajo, como también las direcciones que llevan, para obtener un eficiente sistema de entrada y salida de operarios.
- Otro aspecto a tomar en cuenta, es la movilización de maquinaria, observar que otro tipo de distribución podría existir, siempre teniendo como prioridad, el mejorar la eficiencia del proceso.

### **3.2 Mantenimiento del equipo**

Podemos definir mantenimiento como, conjunto de técnicas que tienen por objeto conseguir una utilización óptima de los equipos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere una producción eficiente con unos gastos mínimos. Los objetivos del mantenimiento son:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro requerido.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.
- Cumplimiento de normas de calidad.

#### Clases de mantenimiento por el tipo de acción

Preventivo, conoce el estado actual y programa futuros mantenimientos, se realizan acciones periódicas para evitar el fallo.

Correctivo, corrige las averías a medida que van ocurriendo.

Predictivo, conocimiento del estado operativo del equipo. Se recibe constante información mediante sensores; temperatura, vibraciones, análisis de aceite, presión, pérdidas de carga, consumo energético, caudales ruidos, dimensiones de cota, etc.

Modificativo, tiene por objeto cambiar, variar o modificar las características propias del equipo, para realizar un mejor mantenimiento, incrementar la producción, cualquier tipo de mejora que aumente la calidad del equipo.

#### Clases de mantenimiento por niveles

Nivel 1, ajustes y cambios previstos por el fabricante.

Nivel 2, arreglos y cambios de elementos desgastados, aplicando en este caso el mantenimiento predictivo, ya que existen diversos equipos que nos



pueden ayudar a medir diversos parámetros que se necesiten saber del funcionamiento de la maquinaria. Ej. Se puede medir la temperatura de funcionamiento en maquinaria utilizando la termografía, pudiendo con esto adelantarse a buscar diversas soluciones, en caso exista algún problema, sin necesidad de caer en paros de producción inesperados.

Nivel 3, averías y reparaciones menores que producen paros.

Nivel 4, aquí se aplica el mantenimiento preventivo y correctivo. Los paros de producción son largos y se busca una solución para salir al paso.

Nivel 5, son reparaciones y modificaciones importantes que incluso requieran ayuda fuera de producción.

Nivel 6, se incorporan elementos de nueva tecnología en los equipos, mejoras de estructura para aumentar la producción.

### Proceso de reparación

Hay que realizar un análisis y búsqueda del origen de la avería, que a veces resulta complejo, pues hay que desmontar muchas piezas para ver la causa.

En el tiempo de reparación influyen tres factores

Organizativos, dirección de la mano de obra, adiestramiento y disponibilidad del personal, eficacia en la gestión de repuestos y disponibilidad de documentación.

De diseño, complejidad del equipo, peso de su conjunto, diseño, normalización e ínter cambiabilidad de sus componentes, facilidad de montaje y desmontaje.

De ejecución, se considera la habilidad de la mano de obra, utillaje empleado, pruebas de los diferentes elementos reparados y preparación de los trabajos.

El proceso de reparación de la avería puede empezar antes de producirse, formando e informando al personal de producción y mantenimiento. Teniendo toda la información mencionada anteriormente, se puede iniciar una planificación, que va ir acompañada de la evaluación del equipo y la disposición del personal, para llevar a cabo el mantenimiento que sea necesario y así tener todo en un adecuado desempeño, no perdiendo la eficiencia que se requiere en cualquier proceso.

En el presente trabajo, nos enfocaremos básicamente en algunos equipos, que son los que interesan en este caso. Para dar un ejemplo más detallado nos vamos a enfocar en los puestos de trabajo.

Para iniciar, se debe llevar a cabo una inspección, la cual será realizada por el operario de dicho puesto. Dicho operario deberá llevar un registro de fallas o deterioros que ocurran en el puesto, para luego presentarlas a las personas encargadas del mantenimiento. Estas personas se encargarán de aplicar algunos de los mantenimientos descritos anteriormente, conforme la planificación creada por el área y así evitar cualquier problema que pueda causar paros en la producción.

Algunas de las fallas que pueden darse en el equipo son:

Deterioro de la plataforma y barandas, por oxidación, desgaste, uso inadecuado, fracturas de material.

Deterioro de las alfombras para el confort de los pies, esta se puede observar por el desgaste debido al uso frecuente.

Deterioro de herramientas, que ocurre por desgaste, fractura, usos indebidos o cumplimiento de su vida útil.

Funcionamiento inadecuado en bandas, esto puede ser por pérdida de potencia, velocidad, falta de lubricación en chumacera y engranes, desgaste de engranes y chumacera, fractura de cadenas. Por mencionar algunas de la infinidad de problemas que pueden darse.

Paros en maquinaria, debido a mantenimiento inadecuado, falta de mantenimiento, falta de lubricación, sobrecalentamiento no controlado, vibración excesiva, estado de sellos, empaques, cojinetes.

Esto es una forma mediante la cual se conocen aspectos principales a evaluar para evitar fallas o saber lo que produjo alguna.

### **3.3 Estrategias en caso de emergencia**

Las estrategias en caso de emergencia son un factor muy importante, ya que debido al proceso que se lleva a cabo, se tiene la probabilidad de ocurrencia de accidentes, ocasionando emergencias. En esta operación se

utilizan varios tipos de sustancias que son muy tóxicas (soda cáustica, amoníaco etc.), por lo que se presentan algunas recomendaciones, en caso exista alguna exposición con las sustancias mencionadas.

### Sustancias tóxicas

En aquellos casos en los que el tóxico haya entrado en contacto con la piel, se debe lavar la zona con abundante agua, incluido el pelo, ombligo y genitales, etc. La persona encargada de la descontaminación deberá protegerse con guantes, no aplicar neutralizantes sobre la piel. Si se trata de cal, no debemos de lavar, sino de retirarla con un paño seco. **Al tener contacto ocular**, en este caso debe procederse al lavado inmediato de los ojos con un chorro de agua a baja presión, manteniendo los ojos abiertos y durante 10-20 minutos. Posteriormente visitar a un oftalmólogo. Si existe **inhalación**, la conducta a seguir ante una persona que está inhalando un tóxico es retirarla cuanto antes de la zona contaminada y retirarle las ropas.

### Electricidad

En los accidentes producidos por corriente alterna, el músculo esquelético se tensa, no pudiendo la víctima desprenderse del contacto eléctrico, aumentando así el tiempo de exposición a la corriente. La corriente continua (como las baterías y el rayo), en cambio, produce una sola contracción intensa de la musculatura esquelética, que hace que la víctima frecuentemente salga despedida, alejándose del contacto con la corriente, con lo que disminuye el tiempo de exposición. Los tipos de lesiones que ocasiona la electricidad pueden ser: quemaduras, paros cardíacos, lesiones del sistema nervioso, paro respiratorio.

## El procedimiento a seguir al existir emergencia por electricidad

- Seguridad del personal que asiste a la víctima.
- Desconectar la fuente eléctrica.
- Tratar de separar a la víctima del conductor de corriente con utensilios aislantes (goma o madera).
- Aplicar las medidas de soporte vital que sean precisas.
- Cubrir con gasas estériles las quemaduras.
- Trasladar al paciente a un centro hospitalario.

La formación de equipos de primeros auxilios, como también de equipos contra incendios, son fundamentales en este tipo de estrategias, ya que al presentarse una emergencia, cada persona sabe que función desempeñar y así llevar una adecuada secuencia de procedimientos, que traerá beneficio para combatir el problema que se presente.

Otro factor importante, es una buena señalización de la ruta de evacuación. Esta ruta debe ser visible en todos los puestos de trabajo, para la facilidad de evacuación de los operarios. Para lo mencionado anteriormente, debe existir capacitación constante y retroalimentación, que ayudará hacer conciencia sobre los riesgos que existen dentro de las áreas de trabajo y no se caiga dentro de los actos inseguros que normalmente, son los provocadores de accidentes.

En la red de suministros pueden existir fugas, las cuales pueden ocasionar diversos problemas, ya que algunos de los suministros son tóxicos e inflamables, por lo que a continuación se detallan procedimientos a seguir, para obtener control del inconveniente descrito.

- Para mayor seguridad de los trabajadores, todas las máquinas deben tener las hojas de seguridad de los suministros que utilizan, para tener conocimiento de la peligrosidad que tiene cada uno y así saber que hacer en caso se presente alguna fuga o emergencia.
- Identificar el tipo de suministro de fuga.
- Tener fácil acceso a puntos de cierre de válvulas. Identificar la válvula que puede cortar la fluidez de dicho suministro y cerrarla para controlar la situación.
- Conforme a la identificación de suministro, proceder a revisar la hoja de seguridad del mismo y seguir las indicaciones que se presentan.
- En caso sea una emergencia muy grande y no se pueda hacer nada para controlarlo, abandonar las instalaciones y seguir los lineamientos de los planes realizados con anticipación (en caso no exista ningún plan, es necesaria la realización de uno, para evitar incurrir en riesgos mayores, debido al desconocimiento de peligros) que ayude a remediar dicha emergencia.
- Al entrar en contacto con cualquier suministro, verificar en la hoja de seguridad los primeros auxilios que se deben dar, en caso sea necesario y así evitar mayores daños, como también todas las prevenciones.

### **3.4 Reacondicionamiento de los puestos de trabajo**

Un requisito de gran importancia para el logro de una eficiente producción es la existencia de condiciones en la base fundamental del proceso productivo, es decir, el puesto de trabajo debe estar acondicionado adecuadamente para obtener resultados satisfactorios en menor tiempo, con mayor calidad y le permita al operario desempeñar su función de la forma más cómoda, eficaz y competitiva.

De esta forma queda definido como condiciones de trabajo el conjunto de factores, a los cuales está expuesto el trabajador durante la realización de su trabajo y que pueden convertirse en nocivos cuando constituyen una carga excesiva para el organismo del trabajador, tienen como objetivo general la adaptación del trabajo al hombre.

Las condiciones de trabajo ideales elevarán las marcas de seguridad, reducirán el ausentismo y la impuntualidad, elevarán la moral del trabajador y mejorarán las relaciones públicas siempre que su proyección social tenga como objetivos:

- Elevar la eficiencia productiva del trabajador.
- Velar porque el trabajo no comprometa la salud del obrero.
- Contribuir a través del mejoramiento de las condiciones a la humanización del trabajo.

Según los estudios de iluminación, ventilación, ruido y humedad, realizados en el capítulo 2 del presente trabajo, se deben tomar en cuenta algunos factores para facilitar las condiciones de trabajo.

Entre estos factores se encuentran

- Mejoramiento de la iluminación.
- Control de la temperatura.
- Mejoramiento de la ventilación.
- Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales.
- Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento.
- Dotación del equipo necesario de protección personal.
- Organizar y cumplir con un programa adecuado de primeros auxilios.
- Los conmutadores, las palancas, los botones y manecillas de control deben estar fácilmente al alcance del operador de una máquina que se halle en una posición normal, tanto de pie como sentado. Esto es especialmente importante si hay que utilizar los controles con frecuencia.
- Seleccionar los controles adecuados a la tarea que haya que realizar. Así, por ejemplo, elegir controles manuales para operaciones de precisión o de velocidad elevada, y, en cambio, controles de pie, por ejemplo pedales, para operaciones que exijan más fuerza. Un operador no debe utilizar dos o más pedales.



- Diseñar o rediseñar los controles para las operaciones que exijan el uso de las dos manos.
- Diseñar los controles de manera que se evite la puesta en marcha accidental. Se puede hacer espaciándolos adecuadamente, haciendo que ofrezcan la adecuada resistencia, poniendo cavidades o protecciones.

La readecuación de los puestos de trabajo, tiene entre sus objetivos fundamentales el servicio de dichos puestos, que incluye mantenimiento y conservación de estos medios, con lo cual se garantiza la continuidad del proceso productivo.

Garantizar la continuidad del proceso productivo.

En este aspecto se contempla la preparación de la producción, o sea la forma de llegada de las órdenes al puesto de trabajo, el tiempo que estas cubren, la elaboración y el traslado al puesto de trabajo de los dispositivos y herramientas necesarias para la ejecución del trabajo. Debe preverse en el diseño del puesto de trabajo donde han de colocarse los documentos y estar al alcance de la vista del obrero, también hay que tomar en cuenta el espacio para la ubicación de herramientas y la forma de recepción y entrega de la energía (eléctrica, vapor, agua, aire, etc.).

### **3.5 Propuesta de diseño de herramientas**

Unas herramientas manuales mal diseñadas, o que no se ajustan al trabajador o a la tarea a realizar, pueden tener consecuencias negativas en la salud y disminuir la productividad del trabajador. Para evitar problemas de salud y mantener la productividad del trabajador, las herramientas manuales deben

ser diseñadas de manera que se adapten, tanto a la persona como a la tarea. En el proceso se utilizan diversas herramientas como martillos, llaves, desarmadores y herramientas especiales para trabajos mecánicos o eléctricos, los cuales son utilizados por las personas encargadas de reparar la maquinaria en caso de desperfectos (como los son los mecánicos y electricistas), pero en este caso se puso particular atención en una herramienta, utilizada por los operarios. Esta cumple la función de posicionar los envases, ya que conforme van avanzando en las bandas, algunos envases se caen ocasionando atascos, por lo que para evitar meter la mano dentro de la banda se posee una herramienta (ver figura 5), la cual es muy útil para realizar el trabajo mencionado, pero dicha herramienta fue creada por los operarios y carece de diseño ergonómico, por lo cual se proponen algunas mejoras (ver figura 6). Dicha herramienta es utilizada en el área de pasteurizadoras y encajonadoras de las líneas 1 y 2, debido que en esos lugares se presentan la mayoría de atascos mencionados anteriormente. Una herramienta bien diseñada puede contribuir a que se adopten posiciones y movimientos correctos para aumentar la productividad. He aquí unas recomendaciones.

- Escoger herramientas que permitan al trabajador emplear los músculos más grandes de los hombros, los brazos y las piernas, en lugar de los músculos más pequeños de las muñecas y los dedos.
- Evitar sujetar una herramienta continuamente levantando los brazos o tener agarrada una herramienta pesada. Una herramienta bien diseñada permite al trabajador mantener los codos cerca del cuerpo para evitar daños en los hombros o brazos. La herramienta para posicionar envases, debe utilizarse por tiempos prolongados, ya que se debe estar atento a cualquier atasco que se presente, debido a ello se buscaron materiales (aluminio y

poliuretano) lo suficiente livianos, para evitar esfuerzos elevados en las articulaciones, que puedan ocasionar lesiones.

- Escoger asas y mangos bastante grandes como para ajustarse a toda la mano; de esa manera disminuirá toda presión incómoda en la palma de la mano o en las articulaciones de los dedos y la mano.
- Evitar utilizar herramientas que obliguen a la muñeca a curvarse o adoptar una posición extraña, como sucede con la herramienta (figura 5), utilizada actualmente en las áreas de la pasteurizadora y encajonadora, debido a la forma del área del mango de la herramienta, la articulación se ve forzada a realizar movimientos que podrían causar futuras lesiones. En base a lo anterior, se debe diseñar la herramienta para que sea ella la que se curve, no la muñeca.
- Elegir herramientas que tengan un peso bien equilibrado (no mayor a 1.5 kg) y cuide que se utilicen en la posición correcta.
- Controlar que las herramientas se mantienen adecuadamente y que se ajusten a los trabajadores zurdos o diestros.

Como previamente se explicó, la herramienta utilizada es la que se ve en la figura 5, que es utilizada para posicionar los envases cuando se caen en la banda transportadora. Fue creado por los operarios al no tener herramienta disponible para la realización de dicho procedimiento, ya que al hacerlo simplemente con las manos, se exponían a quedar atorados.

**Figura 5. Herramienta utilizada para posicionar envases**



Fecha: **Agosto 2008**

Esta herramienta está formada por aluminio y un forro de plástico, que es la parte sombreada que se puede observar en la figura 5. Las dimensiones aproximadas son:

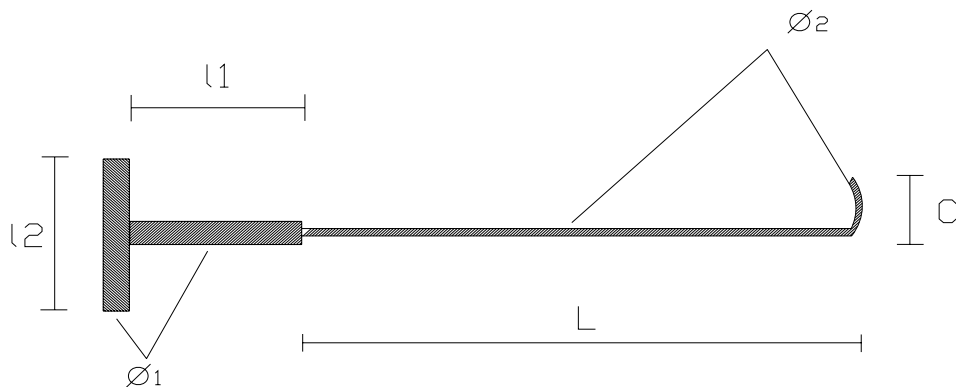
**Tabla LVIII. Medidas de herramienta utilizada**

L = longitud de la pieza	0.40 m
l = longitud del mango	0.15 m
$\varnothing_1$ = diámetro del mango	0.01 m
$\varnothing_2$ = diámetro de la pieza	0.02 m
C = longitud de curva	0.50 m

Fecha: **Agosto 2008**

En la propuesta que se tiene para la nueva herramienta, se modifica la manecilla de la herramienta, que resulta ser más cómoda para el operario. También se tienen dos materiales para toda la pieza, siendo el aluminio, debido a su alta resistencia a la corrosión por el ambiente húmedo, con mango forrado de espuma de poliuretano rígida (figura 7). En cuanto a las dimensiones, se pueden observar en la tabla LIX.

**Figura 6. Herramienta propuesta para posicionar envases**



Fecha. Agosto 2009

**Tabla LIX. Medidas de herramienta propuesta**

L = longitud aluminio	0.40 m
( $l_1 = l_2$ ) = longitud mango	0.10 m
$\varnothing_1$ = diámetro mango	0.03 m
$\varnothing_2$ = diámetro de aluminio	0.01 m
W = peso de la pieza	1.50 kg
C = longitud de curva	0.04 m
Resistencia	$15,000 \times 10^3 \text{ Kgf} / \text{m}^2$
Dureza	50 – 60 grados Rockwell

Fecha. Agosto 2009

**Figura 7. Forro espuma de poliuretano rígido**



Fuente: Google. Imágenes/ espuma poliuretano rígido

La finalidad de este nuevo diseño, es que el operario tenga una herramienta ergonómica, la cual facilite la manipulación de la misma, siguiendo algunas de las recomendaciones mencionadas anteriormente, en lo que al diseño de herramientas ergonómicas corresponde.

### **3.6 Mejoras en el confort ambiental**

En este trabajo, se realizaron diversas mediciones de los aspectos más importantes de la iluminación, ventilación, ruido y humedad. Los datos fueron presentados en el capítulo dos, lo cual dejó como resultado, que la mayor deficiencia se presenta en la ventilación, ya que en casi todos los puestos de trabajo, los operarios recomendaron el mejoramiento de la misma. Por lo que se presenta una tabla, que indica la cantidad de extractores que deben de haber, según la operación que se realice, al igual que el tamaño de la planta.

Para edificaciones de con alturas de siete metros se tiene la siguiente tabla que expresa los cálculos en (m<sup>2</sup>).

**Tabla LX. Cantidad de extractores según operación**

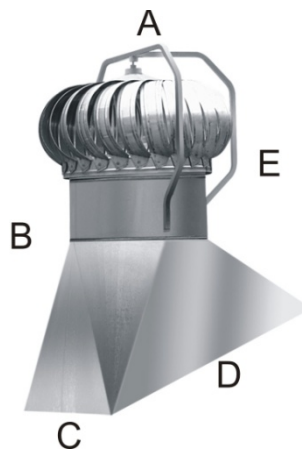
Nivel Calorífico	Renovaciones por hora	Utilización de la edificación	Extractor de turbina 1 x cada	Extractor de Venturi 1 x cada
1	6	Residencias, auditorios, depósitos de mercaderías, garajes. criaderos de animales y aves	50 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
2	7.5	Fábricas con poco personal, empresas de transportes, concesionarias, hangares.	40 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup>
3	10	Lavanderías, fábricas confecciones, fábricas textiles, supermercados, hospitales, naves industriales, escuelas, coliseos, laboratorios.	30 m <sup>2</sup>	36 m <sup>2</sup>
4	15	Fábricas con mucho personal, fábricas de alimentos y afines con poca ventilación exterior, restaurantes.	20 m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>
5	30	Ambientes con alta generación de calor, cocinas en general, fundiciones, ambientes con concentración de gases tóxicos, teatros, panaderías, fábricas donde utilicen módulos de pintura y soldaduras	10 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>

Fuente. **Industrias GM.** (<http://hgomez.tripod.com/index.html>)

El extractor de turbina, realiza una doble función. Aprovechando la diferencia de presión estática existente entre la local y la exterior, produce un efecto chimenea, a la vez que movido por la acción del viento exterior, se comporta como un ventilador centrífugo, generando una diferencia de presión dinámica, lo que obliga a la extracción de gases viciados del interior. El extractor eólico, succiona hacia fuera, el aire caliente acumulado debajo de la cubierta, el cual es compensado de manera natural mediante la entrada de aire fresco a través de las ventanas ubicadas estratégicamente en los estratos más

bajos del recinto. Este proceso, genera un nivel de circulación de aire dentro del recinto que garantizará la correcta ventilación del mismo. Esta es la forma en que trabaja un sistema de ventilación apropiado, permitiéndole deshacerse del calor, la humedad, vapores, polución y olores acumulados al interior de su edificio. Por ello, y por no generar costos de operación, el sistema de ventilación eólico, se constituye en su mejor y más económica opción en ventilación.

**Figura 8. Extractor de turbina**



Fuente: Google. **Imágenes/extractor de turbina**

Medidas de un extractor de 0.965 m.

$$\begin{array}{lll} A = 0.80 \text{ m.} & C = 0.65 \text{ m.} & E = 0.95 \text{ m.} \\ B = 1.10 \text{ m.} & D = 0.75 \text{ m.} & \end{array}$$

El extractor Venturi, realiza una doble función. Aprovechando la diferencia de presión estática existente entre el local y el exterior, produce un efecto chimenea, a la vez que movido por la acción del viento exterior. Se comporta como un ventilador centrífugo, generando una diferencia de presión dinámica, lo que obliga a la extracción de gases viciados del interior. Diseñado



para succionar del interior de las edificaciones el aire contaminado por calor, vapores, solventes. Está compuesto por un cilindro giratorio que utiliza el 65% de la masa para desviar el viento y el 35% de su masa para permitir la extracción, con un timón de dirección accionado por el viento que permite mantener la salida de extracción en la misma dirección que el viento, moviéndose circularmente en 360 grados. Al estar siempre la salida del extractor a favor del viento la parte anterior que está cubierta lo desvía, permitiendo la extracción en la parte posterior debido a la succión que se genera en la diferencia de presión y el efecto físico llamado Venturi. Está diseñada como campana extractora y permite adaptarle extractores eléctricos de acuerdo a los requerimientos de ventilación.

**Figura 9. Extractor Venturi**



Fuente: Google. **Imágenes/ extractor venturi**

### Ventajas y desventajas

Los extractores eólicos de turbina, no requieren de motor para su funcionamiento. La capacidad máxima de extracción de todo sistema de ventilación está dada en función del equilibrio entre los caudales de entrada y

salida de aire al edificio. Es decir, la capacidad de extracción del sistema deberá ser compensada con suficiente ingreso de aire al inmueble, mediante la disposición de accesos naturales al mismo como ventanas, puertas, etc. Los extractores de Venturi utilizan los dos sistemas, el sistema moderno y económico de ventilación eólica y el sistema tradicional de extracción eléctrica para aumentar el tiro eólico en horas pico. Utiliza un motor de 18 vatios de muy bajo consumo eléctrico.

En este caso, se encuentran instalados los extractores de turbina, por lo que ayudaría la instalación de extractores de Venturi, para ayudar con la ventilación en caso no exista el caudal necesario para el funcionamiento de los extractores de turbina y así obtener una ventilación adecuada.

### **3.7 Métodos y modelos de evaluación ergonómica**

Por medio de los métodos de evaluación ergonómica se obtienen los datos necesarios, para conocer el estado de los puestos de trabajo, dicho método implica entrevistas con las personas involucradas directamente en el proceso. Para la realización de la entrevista es necesaria la creación de un modelo de evaluación, mediante el cual se medirán parámetros que se adecúen a las necesidades de los operarios, dependiendo del tipo de trabajo realizado. Algunos de los parámetros a medir son: ventilación, ruido, iluminación, humedad, señalización, actividad física, riesgos de accidentes. La evaluación será realizada por el analista y el operario, con el fin de obtener una comparación de criterios y así proponer las mejores soluciones a los problemas o deficiencias que puedan existir en los puestos de trabajo. (En la parte de anexos se muestra la evaluación diseñada, para la medición de factores ergonómicos en los puestos de trabajo).



## **4. MODIFICACIÓN EN PUESTOS DE TRABAJO Y EQUIPO INDUSTRIAL**

### **4.1 Nueva infraestructura en accesos**

En lo que se refiere a la nueva infraestructura en accesos, existen algunas deficiencias que fueron mencionadas en capítulos anteriores, como la carencia de gradas en ciertas áreas y la falta de protección en la parte inferior de las bandas transportadoras. En esta parte se presentará el procedimiento a utilizar para la instalación de las gradas, seguido de un plano que indicará el lugar en el cual podrían ser ubicadas dichas gradas, que serán hechas de parrillas para pisos industriales.

Las parrillas a utilizar son moldeadas con resina poliéster o resina vinileste y reforzadas con filamentos continuos de fibra de vidrio, con gran resistencia a la carga y alta resistencia a ambientes corrosivos. Estos productos son la opción ideal para la sustitución de las parrillas de acero y para la instalación de las nuevas gradas en el mejoramiento de accesos. Las parrillas moldeadas de fibra de vidrio reforzada al tener filamentos continuos de fibra de vidrio permiten cortar y modificar fácilmente la parrilla, para adaptarse a los requisitos de casi todas las plantas.

**Figura 10. Parrillas de fibra de vidrio**



Fuente: Eduardo López, **Manual metalúrgica química. Pág. 1**

Ventajas en la utilización de dichas parrillas

- Alta resistencia a la corrosión.
- Gran resistencia a impactos y fatiga.
- Estructuralmente fuertes.
- Alto coeficiente dieléctrico que evita el paso de corriente eléctrica.
- Fáciles de cortar e instalar.
- No requiere grúas para su montaje.
- Elevada relación entre resistencia y peso.
- No genera chispas.
- Baja conductividad térmica.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Presencia estéticamente agradable.
- Antideslizantes.
- Rígidas

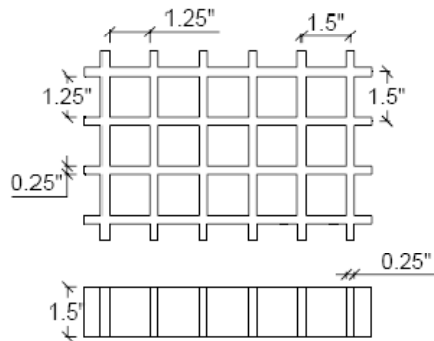
## Desventajas

- Baja resistencia a llamas.
- Menor resistencia mecánica que las parrillas de acero.
- Costo elevado.
- Limpieza frecuente.

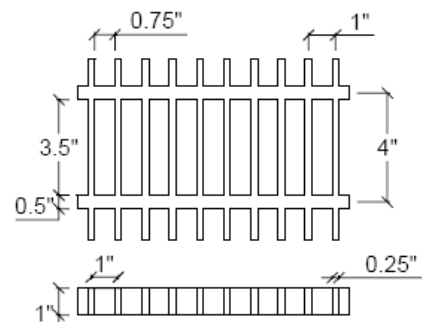
## Detalles de las parrillas

**Figura 11. Parrillas de (0.038m x 0.038m x 0.038m)  
y (0.025m x 0.025m x 0.1016m)**

**Area Libre 70 %  
peso aproximado 18,6  
kg/m<sup>2</sup> ( 3,8 lbs/ft<sup>2</sup>)**

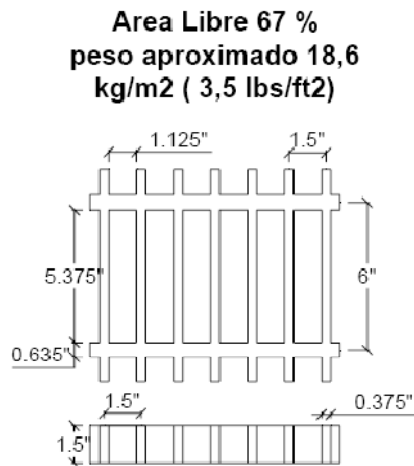


**Area Libre 69 %  
peso aproximado 13,7  
kg/m<sup>2</sup> ( 2,8 lbs/ft<sup>2</sup>)**



Fuente: Eduardo López, **Manual metalúrgica química. Pág. 5**

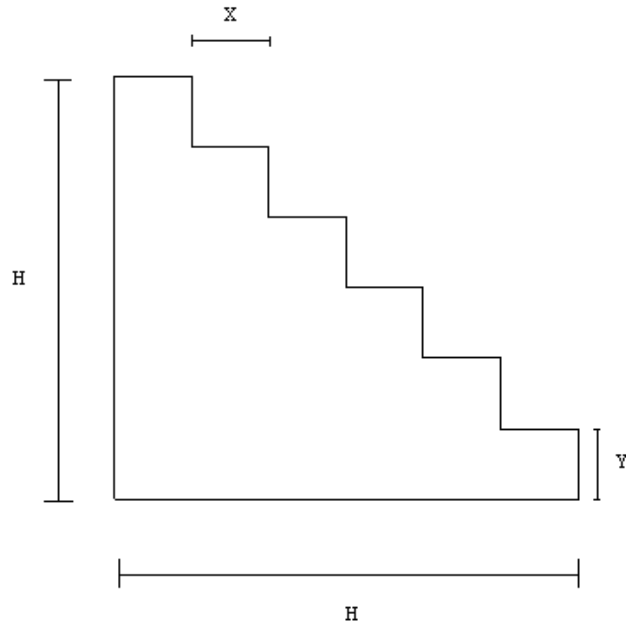
**Figura 12. Parrilla de 0.038m x 0.038m x 0.1524m**



Fuente: Eduardo **López**, **Manual metalúrgica química. Pág. 5**

Las gradas a instalarse tienen aspectos muy importantes a tomar en cuenta, que debe mantenerse equilibrada como es la relación entre “X” y “Y” (figura 13). Partiendo de un ideal que podría ser una  $Y = 0.18\text{m}$  y una  $X = 0.26\text{m}$ . Luego, si no es posible mantener esa relación, por cada 0.01 m que se acorte “X”, debe agrandarse 0.005m “Y”. A la inversa, si se agranda “X” para lograr mayor comodidad, por cada 0.01m que se agrande ésta, debe reducirse 0.005m “Y”. En cuanto al ancho de escalera, debemos considerar 1.10 m mínimo para escaleras de uso público.

**Figura 13. Medidas en gradadas**



Fecha. **Agosto 2008**

Medidas

$$X = 0.3048\text{m}$$

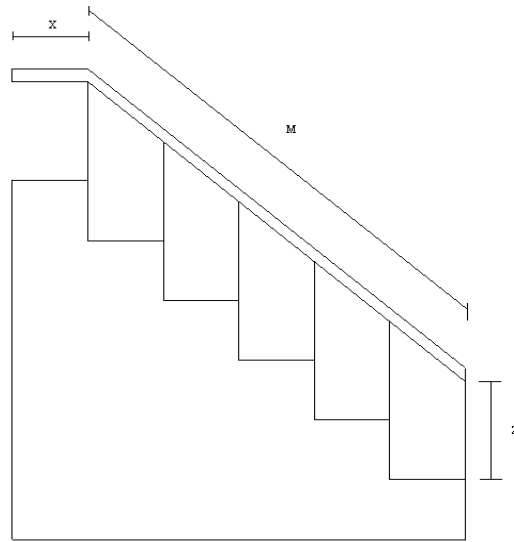
$$Y = 0.254\text{m}$$

$$H = 1.8\text{m}$$

Conforme la investigación realizada, se encontró que éstas son las medidas apropiadas para la realización de gradadas. En este caso, la medida “H” será en base a la altura de la banda transportadora, ya que dicha banda es lo que se intenta pasar, en la utilización de ésta nueva infraestructura. A continuación se presentan las medidas de las barandas a utilizar, como también las medidas en vista de planta.



**Figura 14. Medidas en barandas**



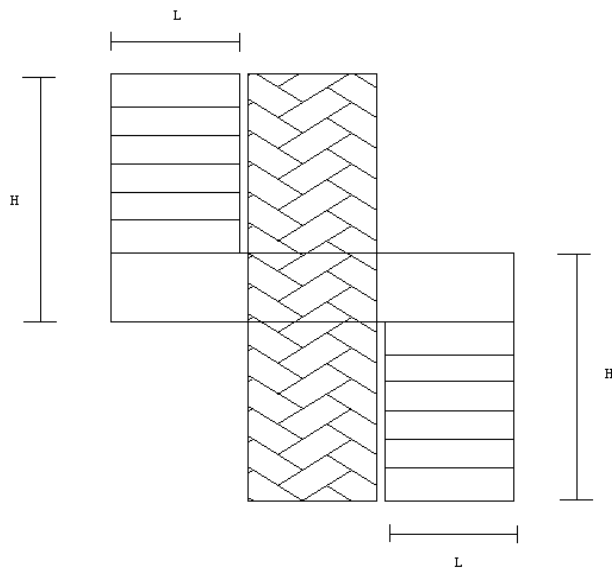
Fecha. Agosto 2008

$X = 0.3048\text{m}$

$M = 1.727\text{m}$

$Z = 0.889\text{m}$

**Figura 15. Vista de planta gradas**



Fecha. Agosto 2008

$L = 0.889\text{m}$

$H = 1.524\text{m}$

## **4.2 Planos de ubicación del equipo**

En esta sección se presenta el plano (escala 1:50) que muestra la ubicación del equipo dentro del salón de embotellado, el cual presenta diversas propuestas, como lo es una nueva ruta de evacuación, esta nueva ruta tiene como fin facilitar la salida de los operarios en caso ocurra alguna emergencia, ya que debido a los constantes cambios que se han dado dentro del salón de producción, se ha perdido la dirección de la establecida inicialmente. La prioridad en esta ruta es que exista orden y suficiente espacio para una adecuada evacuación, ayudando a que no se presente pánico por parte de los operarios al no encontrar una ruta adecuada. Dicha ruta se puede observar en el plano uno, ver apéndice, el cual contiene una ruta que va en función de la ubicación de los puestos de trabajo, proponiendo las diversas direcciones que pueden tomar los trabajadores. También se muestra la ubicación de la nueva infraestructura en gradas (sección 4.1, figuras 13, 14, 15) y extensión de parrillas en área de encajonadora (sección 4.6.1, figura 18).

## **4.3 Métodos para la solución a problemas de confort ambiental**

En la elaboración de dicho trabajo de graduación se realizaron diversas investigaciones, mediante las cuales se logró obtener algún tipo de información para proponer soluciones a los distintos problemas que existen dentro del proceso mencionado. Como siguiente punto se tienen algunas soluciones enfocadas en problemas específicos mencionados anteriormente.

### **4.3.1 Problemas de humedad**

En este caso existen problemas mayormente en el área de llenadoras, ya que debido al proceso utilizado y como medio de lubricación del equipo, se

utiliza el agua como recurso vital para dicho procedimiento. Debido a esto, por lo regular el área se mantiene bastante resbalosa y con un ambiente húmedo.

Como propuesta para la solución de este problema, se aconseja la instalación de ductos en la parte baja del equipo, para evitar que el sobrante de agua caiga directamente en el piso. El objetivo de dichos ductos o canales, es poder guiar el agua a los desagües o a los tanques de agua de retorno para poderla usar nuevamente, creando un ciclo mediante el cual se aprovecharía al máximo dicho recurso y al mismo tiempo se eliminaría la humedad existente en dichas áreas.

Como segunda opción, se tiene la instalación de alfombras antideslizantes, las cuales se colocarían a los alrededores de las llenadoras, evitando que el área se mantenga resbalosa, eliminando en buen porcentaje la posibilidad de accidentes. Sus perforaciones y tacos elevados permiten que los líquidos y la suciedad lo traspasen, dejando así la superficie seca y limpia. Diseñadas para resistir productos químicos, ofrece soluciones simples para casi cualquier uso industrial, como también superficie altamente antideslizante, estable.

El grueso de la plataforma debe estar entre 0.0127 m a 0.022 m de grosor, debido a que dichas medidas proporcionan beneficios ergonómicos al trabajador.

**Figura 16. Alfombras antideslizantes**



Fuente: trafic, **alfombras de seguridad y absorbentes**

#### **4.3.2 Problemas de iluminación**

A fin de prefijar la iluminación apropiada para una zona industrial, es necesario en primer lugar, analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad. El segundo paso consiste en seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera más satisfactoria. La gente realiza sus trabajos mejor en un ambiente en el que están a gusto. Por ello, el proyecto de un buen alumbrado influye consideraciones que conciernen a todo el contorno. A menudo se puede hacer mucho en éste sentido, coordinando las combinaciones de colores modelos de luz y el entramado de los interiores con la selección de la fuente de luz y las luminarias. En las áreas evaluadas se encontró una buena iluminación para la realización del trabajo exigido a los operarios, a excepción de los puestos de trabajo en paletizadoras, en las cuales se dieron quejas por parte de dichos operarios, para el mejoramiento de la misma.

Como recomendación para la solución de estos problemas, se propone la instalación de dos lámparas adicionales en el área de paletizadoras, ya que debido a que se encuentra cerca del área de bodegas, se pierde un poco la iluminación que poseen el resto de áreas. En caso se crea innecesaria la instalación de más lámparas, se deben implementar las siguientes revisiones para el mejoramiento de dicha iluminación:

- Cantidad de luz.
- Uniformidad.
- Sombra e iluminación localizada.
- Cubrimiento de focos y deslumbramientos.
- Tipo adecuado de reflectores.
- Mantenimiento.
- Operación de lámparas con voltaje específico.
- Condiciones de ruptura y exposición.

Medidas de la intensidad de la luz

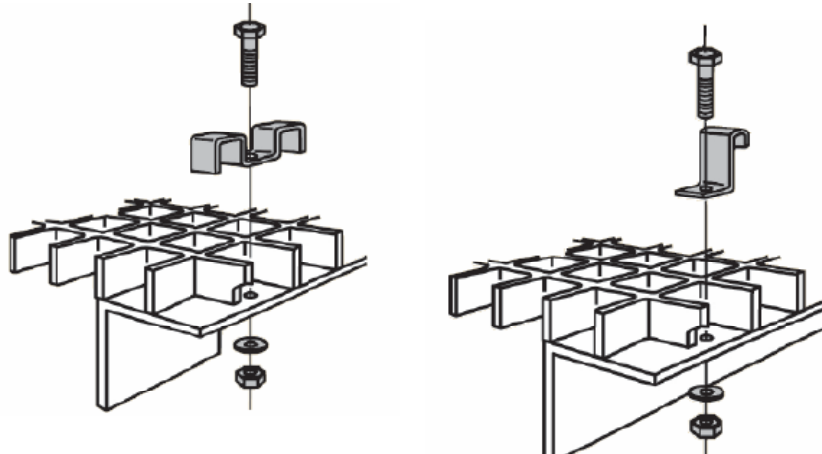
$$\text{Pie bujía (ft-c)} = \text{lux} * 0.0929$$

$$\text{Lux} = \text{Pie bujía} * 10.764$$

#### **4.4 Procedimiento de instalación en infraestructura**

Una de las ventajas de este tipo de parrillas es su fácil instalación, para lo cual son necesarios algunos accesorios: sujetador tipo “M”, sujetador tipo “J”. Se presentan en la siguiente figura.

**Figura 17. Sujetador de parrilla tipo “M” y tipo “J”**



Fuente: Eduardo López, **Manual metalúrgica química. Pág. 5**

#### Pasos para la instalación de escaleras industriales

Paso 1: determine el tipo de escalón y material que se utilizarán.

Paso 2: especifique el ancho o huella de los escalones.

Paso 3: calcule la altura del peralte del escalón o contrahuella y la profundidad de la huella.

Paso 4: calcule la altura de la baranda de seguridad.

Paso 5: trace la ubicación de la escalera.

Paso 6: prepare las vigas de canal c.

Paso 7: obtenga las medidas necesarias de los angulares, para proceder a soldarlos en la viga.

Paso 8: proceda a soldar, para luego soldar o atornillar la parrilla según sea el caso.

Paso 9: coloque parte de la baranda y proceda a soldarla con el escalón, teniendo el cuidado de utilizar el tipo de soldadura adecuada para el material, en este caso soldadura eléctrica con electrodo (E6011, lo cual significa que la soldadura tiene una resistencia a la tracción de  $42.194 \times 10^3 \text{ Kg/m}^2$  y el 1 significa que puede soldarse en cualquier posición).

Paso 10: repita el proceso, de acuerdo a la cantidad de escalones.

Paso 11: continúe con los pasos 9 y 10 hasta haber colocado en su lugar todos los escalones con su respectiva baranda.

Paso 12: proceda a realizar pruebas de resistencia en la escalera, para luego agregarle los detalles finales.

Nota: Existen medidas prefabricadas, por lo tanto se puede pedir un catálogo al proveedor y así conocer la variedad de parrillas para adaptarlas a la necesidad que se tenga.

#### **4.5 Plano de reacondicionamiento de ruta de evacuación y señalización**

Otro aspecto tomado en cuenta, es la señalización, por lo que en el plano dos (ver apéndice), se detallarán las señalizaciones propuestas, ya que es una

de las deficiencias que se tienen actualmente, por lo que se presenta lo más importante, según lo observado en el estudio realizado. A continuación se pueden apreciar los planos mencionados anteriormente.

#### **4.6 Presentación de mejoras para los puestos de trabajo**

Son diversos los aspectos a considerar, para que los operarios desempeñen su trabajo con el mayor rendimiento posible. En este caso, se realizaron evaluaciones en las áreas de trabajo, mediante pláticas con los operarios e inspecciones visuales, lo cual dejó como resultado las siguientes observaciones para mejoras en los puestos de trabajo.

##### 4.6.1 Mejoras del equipo industrial

Reemplazo de las alfombras para los pisos industriales, pues las que se encuentran actualmente están muy deterioradas, debido a ello no cumplen a cabalidad su función, que en este caso es la disminución del cansancio e incomodidad en las parrillas de piso industrial.

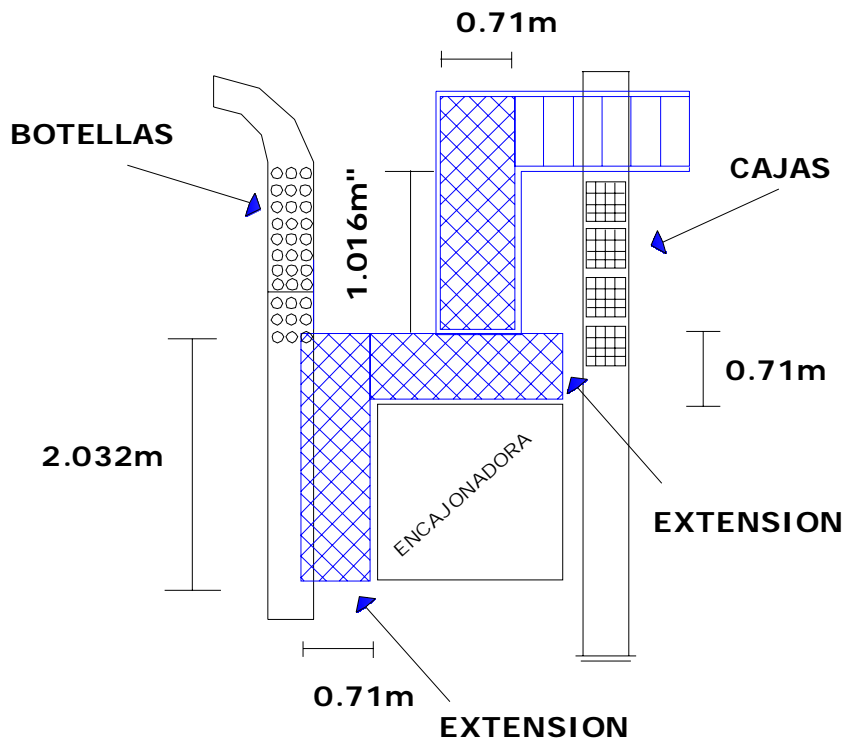
Solucionar el problema de humedad existente en el área de llenadoras, ya que se convierte en un área muy peligrosa para los operarios al estar expuestos a caídas o resbalones. Para lo mencionado, se presentaron diversas soluciones en la sección 4.3.1.

En el área de la encajonadora de botellas, es necesaria la extensión de la parrilla de piso industrial, ya que actualmente los operarios se deben subir a la banda para desatorar algún envase que queda trabado, debido a la



acumulación de los mismos hay algunos que pierden su posición vertical, lo cual obstruye el paso de los otros envases, por lo que esto se convierte en un acto muy peligroso, ya que la banda se encuentra en movimiento y al perder el equilibrio un operario, se pueden dar hechos lamentables. En la siguiente figura se puede observar la propuesta descrita anteriormente.

**Figura 18. Extensión de parrilla en encajonadora**



Fecha. Agosto 2008

Otra mejora a tomar en cuenta, es la sustitución de las ventanas de la llenadora de la línea 1, ya que se tiene mala visibilidad por lo que para estar viendo que la operación se vaya desarrollando adecuadamente, hay que estar abriendo dichas ventanas. Esto no es aconsejable ya que se pueden incurrir en diversos accidentes.

En el puesto de trabajo de la llenadora de barriles, se aconseja la instalación de un ventilador fijo, ya que éste puesto se encuentra a un lado de la lavadora de botellas, esto ocasiona un ambiente caluroso, que contribuye en la incomodidad del operador. Debido a ello se podría instalar en la parte superior del puesto de trabajo, un ventilador que refresque el puesto, desarrollando así de una mejor forma el trabajo.

En el área de empacadoras, se utiliza un tipo de pegamento el cual se va rellenando dentro de la máquina, conforme se va utilizando. Al rellenar dicha máquina, los operarios no utilizan guantes, lo cual podría ocasionar quemaduras serias, por esta razón se aconseja la distribución de guantes a las personas encargadas de dichas máquinas, para que estén más protegidos al realizar su trabajo.

El mayor de todos los problemas, es la escasa ventilación, ya que en la mayoría de puestos de trabajo se solicitaba por parte de los operarios, el mejoramiento de la ventilación. Debido a la gran cantidad de maquinaria, el sistema de ventilación no es el adecuado, por lo que es necesaria la mejora del mismo. Para eliminar dicho problema se presentaron diversas ideas en la sección 3.6 del capítulo tres.

#### **4.6.2 Mejoras en herramientas**

Esta área fue detallada en la sección 3.5 del capítulo tres. Por lo que ahí se puede ver la propuesta de mejora que se tiene para dicha herramienta, que es utilizada por algunos operarios, para el levantamiento de envases dentro de la banda transportadora.



## 5. ANÁLISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD

### 5.1 Costos en modificación de puestos de trabajo

Este capítulo tiene como objetivo establecer los costos para las modificaciones propuestas en los capítulos anteriores. Por lo que a continuación se presentará una tabla en la cual se indicarán dichos costos.

**Tabla LXI. Costos en modificaciones**

Artículo	C/U	Medida	Cantidad	Costo
Señalización ruta de evacuación.	Q 44.64	0.30 x 0.35 m	12	Q 535.68
Señalización extintor.	Q 81.81	0.50 x 0.55 m	11	Q 899.91
Señalización sustancias tóxicas.	Q 67.86	0.50 x 0.35 m	4	Q 271.44
Señalización carga suspendida.	Q 75.89	0.30 x 0.35 m	1	Q 75.89
Señalización lavado de ojos.	Q 67.86	0.50 x 0.35 m	1	Q 67.86
Señalización ducha emergencia.	Q 67.86	0.50 x 0.35 m	1	Q 67.86
Señalización área resbaladiza.	Q 67.86	0.50 x 0.35 m	4	Q 271.44
Señalización pulsador de alarma.	Q 34.82	0.20 x 0.40 m	4	Q 139.28
Alfombras de confort para pies.	Q 130.00	0.10 x 0.15 x 0.23	30	Q 3,900.00
Extintor dióxido de carbono	Q 1,575.44	6.80 kg	2	Q 3,150.88
Extintor ABC	Q 464.30	9.07 kg	5	Q 2,321.50
Señalización protección auditiva	Q 67.86	0.50 x 0.35 m	6	Q 407.16
Escalera 1 bandas (aluminio)	Q 502.24	1.524 m	2	Q 1,004.48
Escalera 2 bandas (aluminio)	Q 236.61	3 escalones	4	Q 946.44
Costo total				<b>Q 14, 059.82</b>

Fecha. **Febrero 2009**

Según la investigación realizada, el total representaría el costo respecto a la seguridad industrial dentro de cada uno de los puestos de trabajo, cubriendo las distintas deficiencias que se poseen y así obtener una condición óptima dentro del salón de producción.

## 5.2 Costos en instalación de equipo

Gradas

**Tabla LXII. Costos en gradas**

Artículo	C/U	Medida	Cantidad	Costo
Tubo hierro negro 2" cédula 40	Q.33.48	0.3048 m	48.77 m	Q.5,356.80
Parrilla expandida de acero. 1 ½" x 1 ½" x 1 ½"	Q.36.83	0.0929 m <sup>2</sup>	21.37 m <sup>2</sup>	Q.8,470.90
Viga canal C (3")	Q.8.00	0.3048 m	60.96 m	Q.1,600.00
Angular (1/4" x 2" x 2")	Q.12.00	0.3048 m	56.39 m	Q. 2220.00
Sujetadores tipo M	Q5.00	Unidad	150	Q.750.00
Electrodo (E-6011)	Q.36.00	0.4536 kg	20 lb	Q 720.00
Pintura anticorrosiva	Q.160.00	0.004 m <sup>3</sup>	0.011 m <sup>3</sup>	Q.480.00
Viga tipo I (4")	Q.45.00	0.3048 m	15.24 m	Q.2,250.00
Pernos Ø = 2.5 cm con arandela cuadrada de (20 x 20) cm	Q 56.00	Unidad	30	Q.1,680.00
Costo total				<b>Q.23,527.7</b>

Fecha. **Febrero** 2009

Extensión en área de encajonadora

**Tabla LXIII. Costos en extensión propuesta**

Artículo	C/U	Medida	Cantidad	Costo
Tubo hierro negro 2" cédula 40	Q.33.48	0.3048 m	7.62 m	Q.837.00
Parrilla expandida de acero. 1 ½" x 1 ½" x 1 ½"	Q.36.83	0.0929 m <sup>2</sup>	3.25 m <sup>2</sup>	Q.1,289.05
Viga canal C (3")	Q.8.00	0.3048 m	8.84 m	Q.232.00
Angular (1/4" x 2" x 2")	Q.12.00	0.3048 m	8.84 m	Q.348.00
Sujetadores tipo M	Q5.00	Unidad	25	Q.125.00
Electrodo (E-6011)	Q.36.00	0.4536 kg	3.63 Kg	Q 288.00
Pintura anticorrosiva	Q.160.00	0.004 m <sup>3</sup>	0.004 m <sup>3</sup>	Q.160.00
Viga tipo I (4")	Q.45.00	0.3048 m	9.144 m	Q.1,350.00
Pernos Ø = 2.5 cm con arandela cuadrada de (20 x 20) cm	Q56.00	Unidad	10	Q. 560.00
Costo total				<b>Q. 5,189.05</b>

Fecha. **Febrero 2009**

(Debido a la no existencia de proveedores para parrillas de fibra de vidrio, en este análisis se propuso el costo aproximado de parrillas de expanded metal).

Lo presentado en las tablas anteriores, será el costo aproximado de las mejoras a llevarse a cabo en algunas áreas de trabajo. Los precios presentados son aproximados, ya que según el estado del mercado los precios tienden a subir o bajar dependiendo de la oferta y la demanda existente.

### 5.3 Costos en nuevas herramientas de trabajo

**Tabla LXIV. Costos en material de nueva herramienta**

Artículo	C/U	Medida	Cantidad	Costo
Aluminio Ø= ½"	Q.120.00	6m	1	Q.120.00
Forro de poliuretano	Q.60.00		12	Q.720.00
Costo Total				Q.840.00

Fecha. **Febrero 2009**

Estos costos son los resultados de las cotizaciones realizadas en Alumicentro y ESSA, S.A., por lo que éste sería el costo aproximado para la elaboración de la nueva herramienta propuesta.

### 5.4 Costos en mano de obra

**Tabla LXV. Costos en mano de obra**

Trabajo	Empresa	Tiempo	Costo
Instalación de señalización	Personal de la empresa.	2 días	
Instalación de gradas.	Opcional	8 días	Q.7,000.00
Instalación de extensión encajonadora	Opcional	4 días	Q.4,000.00
Fabricación de pieza aluminio	Maquinado	2 días	Q.840.00
Fabricación forro para pieza	ESSA, S.A.	8 días	Q.1,080.00
Costo Total			Q.12,920.00

Fecha. **Febrero 2009**

A continuación se presenta la inversión total para las mejoras propuestas.

**Tabla LXVI. Resumen de costos**

<b>Trabajo</b>	<b>Costo</b>
Costos modificación puestos de trabajo.	Q.14,059.82
Costos en instalación de equipo gradas.	Q.23,527.7
Costos en instalación de equipo extensión.	Q. 5,189.05
Costos en nuevas herramientas.	Q. 840.00
Costos en mano de obra.	12,920.00
<b>Costo Total</b>	<b>Q.56,536.57</b>

Fecha. **Febrero 2009**

### **5.5 Análisis de rentabilidad**

En este caso el proyecto se enfoca en la ergonomía del trabajador, por lo que las propuestas anteriormente mencionadas cumplen con la función ergonómica que el trabajador necesita, como también la seguridad en la realización de su trabajo. Por lo que algunos de los beneficios a obtenerse al poner en práctica dicho proyecto es disminuir los posibles accidentes que se puedan presentar dentro de las áreas de trabajo, cayendo en costos ocultos, lo cuales perjudican el beneficio que busca la empresa.



Otro beneficio a obtenerse es el mejor rendimiento de los trabajadores en el desarrollo de su trabajo, ya que al estar incómodos aumenta la fatiga, ocasionando disminución en la productividad exigida, por lo que con esto se pueden generar nuevas metas de productividad y así obtener la rentabilidad requerida por la empresa.

La productividad se obtiene al hacer una relación entre dos factores:

$$\text{Productividad} = \text{producción} / \text{recursos utilizados}$$

En este caso, se podría obtener el incremento de dicha productividad al conocer los datos de producción antes de realizar las mejoras y después de realizadas dichas mejoras. Ya que al ejecutar dicha propuesta se incrementarían un poco los recursos utilizados, pero también se aumentaría la producción. Al analizar dicha comparación se obtendría un dato exacto, sobre que tan conveniente es invertir en dichas mejoras, ya que con ello se puede apreciar que tanto se logró aumentar la productividad y así poder tomar una decisión que ayude a la empresa, con el fin de ir mejorando la rentabilidad de la misma.

## **6. SEGUIMIENTO**

### **6.1 Implementación de modelos para la evaluación ergonómica**

Estos modelos se especifican en la sección 3.7 de este capítulo. En dicha sección se presenta una evaluación de cada uno de los puestos de trabajo, con lo cual se logra verificar si se cumple con los lineamientos establecidos. En caso contrario, se procede a tomar acciones para la mejora de los mismos.

Esta evaluación debe ser realizada mensualmente, registrar los diversos resultados, para así realizar una comparación mensual de los datos históricos e ir conociendo el estado en el que se encuentran los puestos de trabajo. Con lo mencionado se puede encontrar posibles causas de deficiencias en caso los resultados no sean los esperados (ejemplo: bajo rendimiento del operario), conforme a modificaciones realizadas dentro del salón de producción o debido a pérdidas de funcionamiento de los diversos equipos utilizados.

### **6.2 Presentación de beneficios a obtenerse con la mejora continúa**

Actualmente, la mejora continua es una base fundamental para cualquier empresa, ya que con ella se van mejorando día a día las deficiencias existentes, alcanzando el nivel óptimo de productividad dentro de la organización para ofrecer al cliente las mejores opciones en producto, generando de esta forma una gran ventaja con las diversas competencias.

Los beneficios a obtenerse son:

- Mejorar el rendimiento de la organización. Adaptándose a las necesidades y expectativas del proceso, es más fácil poner en práctica diversas soluciones para alcanzar los objetivos establecidos, los cuales son buscar el incremento de la rentabilidad y la obtención de las instalaciones adecuadas de los puestos de trabajo para el desempeño requerido del operario.
- Proporciona personal con entrenamiento en métodos y herramientas del proceso. Los miembros de la organización pueden afrontar los cambios y mejorar las técnicas en el desarrollo de sus tareas.
- Establece metas de guía y medidas para continuar la mejora continua. Se fijan nuevos objetivos para mejorar los resultados obtenidos en un período determinado.

### **6.3 Creación de programa de mantenimiento**

En este capítulo se crearán programas de mantenimiento para las mejoras realizadas en herramientas, equipo industrial y puestos de trabajo, lo cual tiene como fin mantener en buen estado dichas partes del proceso y no caer en una mejora parcial sino que en una mejora duradera. Por lo que, en los siguientes puntos se especificará el mantenimiento a realizarse, en cada una de las partes mencionadas.

### **6.3.1 Programa de mantenimiento para herramientas**

Se enfoca directamente en la herramienta propuesta en la sección 3.5.

- Mantener almacenada la herramienta en lugares secos.
- Evaluación semanal para verificar el desgaste obtenido, tanto en el aluminio como en el poliuretano.
- No someter a cargas excesivas, ya que el aluminio no posee resistencia elevada. (Tracción  $400,000 \times 10^3 \text{ Kg/m}^2$ )
- No someter a altas temperaturas, ya que el poliuretano no soporta temperaturas elevadas. (Temperatura máxima  $90^\circ\text{C}$ ).

### **6.3.2 Programa de mantenimiento para puestos de trabajo**

- Limpieza diaria de alfombras de confort.
- Verificar estado de las parrillas de piso industrial.
- Verificar estado de baranda (específicamente líneas de soldadura y el estado de la pintura anticorrosiva).
- Verificar que no se encuentre húmedo el panel de controles.
- Verificar que no exista conexión eléctrica expuesta.
- Verificar estado de las válvulas de suministro.
- Verificación de no existencia de fugas.
- Limpieza de señalización en el área.
- Verificación de ruta de evacuación despejada.
- Verificar estado de la iluminación y ventilación.
- Limpieza y verificación de estado en protectores auditivos.

### **6.3.3 Programa de mantenimiento para el equipo industrial**

En este caso se deben de seguir los programas de mantenimiento aconsejado por el fabricante, debido a la complejidad de las máquinas. Por lo que dicho programa se basará en verificación de lubricación y estado de algunos otros parámetros importantes dentro del equipo.

- Comprobación de niveles de lubricante, presión, temperatura, voltaje, peso, etc, así como sus valores, tolerancias. Esto deberá realizarse semanalmente.
- En cuanto a transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc, los fabricantes indican un número de horas aproximado o máximo de funcionamiento, pero dependerá de las condiciones de trabajo: temperatura, carga, velocidad, vibraciones, etc. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para su sustitución, sino calcular esa sustitución en función del comentario de los operarios, la experiencia de los técnicos de mantenimiento, incidencias anteriores, etc.
- Creación de un Software de Mantenimiento, el cual indique las causas de paros, averías, repuestos utilizados, tiempo de reparación. Para llevar un registro que indique las fallas más comunes en la maquinaria y así tomar acciones para realizar un mantenimiento preventivo adecuado.
- Distintas mediciones predictivas como lo son: termografía, medición de vibraciones, calidad de lubricante y el sonido de la maquinaria.

## **6.4 Orientación del enfoque ergonómico hacia el operario**

La ergonomía en todas las aplicaciones su objetivo es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general, a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar.

### **6.4.1 Operador y su función**

La lógica que utiliza la ergonomía se basa en que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer los de las personas. Los principios se fundamentan en que el diseño de productos o de trabajos debe enfocarse a partir del conocimiento de cuáles son las capacidades y habilidades, así como las limitaciones de las personas, diseñando los elementos que éstos utilizan teniendo en cuenta estas características.

### **6.4.2 Operador y el entorno**

El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los puestos de trabajo para adaptarlos a las personas y no al contrario. Por lo que en este caso, se enfoca en las condiciones ambientales como los son: temperatura, iluminación, ruido, vibraciones, etc. Como también la distribución del espacio y de los elementos dentro un espacio establecido de modo que el operario obtenga la ergonomía requerida para la adecuada realización de su trabajo.

## **6.5 Programas de capacitación en manipulación de equipo y herramienta**

Al establecer un programa de capacitación, el primer paso consiste en coordinar las necesidades, en caso se dé la introducción de un nuevo equipo o peligrosidad por la existencia de diversos riesgos dentro del área de trabajo. Por lo tanto, es necesario poner en práctica capacitaciones, determinando las diferencias entre los conocimientos de los trabajadores y los objetivos propuestos para evitar la repetición de datos conocidos o la suposición de conocimientos inexistentes. Al finalizar la capacitación los trabajadores entrenados sabrán mantener y manejar el equipo sin peligro.

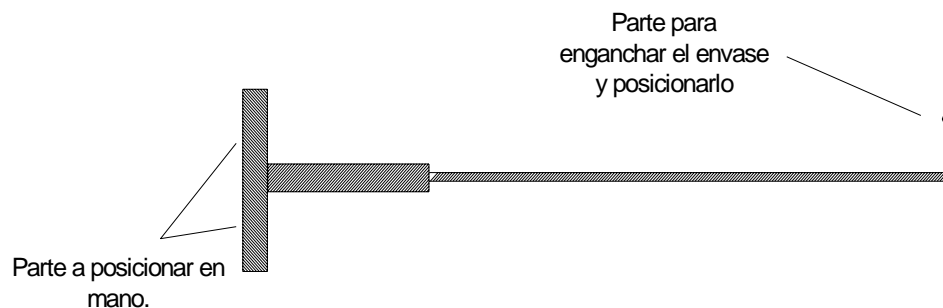
La capacitación consiste en:

- Capacitar al personal según los resultados de la evaluación de conocimientos.
- Explicar y demostrar la forma correcta de realizar las tareas.
- Evaluación del nivel de comprensión.
- Adecuar el nivel de capacitación a los participantes.
- Separar las tareas de aprendizaje en varios conceptos simples.
- Involucrar a todos los trabajadores para que todos participen.
- Utilización de material visual para obtener una adecuada comprensión.
- Tener amabilidad y paciencia en la explicación, para que los participantes pierdan el miedo de hacer preguntas.
- Ayudar al personal a desempeñarse bajo supervisión, hasta estar completamente seguros de que tiene el conocimiento necesario para la realización de la tarea.
- Que el trabajador afiance sus conocimientos capacitando a otra persona.

Por lo que en este trabajo de graduación, la capacitación se basará en los distintos peligros que existen en sus puestos de trabajo y la manipulación de la herramienta propuesta para el posicionamiento de envases.

Para la herramienta propuesta, se debe indicar la forma en la cual debe de posicionarse en la mano, para tener el adecuado desempeño de la misma y sobre todo que cumpla su función ergonómica. En la siguiente figura se explica la funcionalidad de las partes.

**Figura 19. Partes funcionales de herramienta**



Fecha. **Marzo 2009**

Entre los beneficios a obtenerse está el posicionar adecuadamente la mano en la herramienta, lo cual se logra poniendo dos dedos en la parte derecha e izquierda y enganchar el mango con el dedo pulgar, obteniendo de esta forma una posición cómoda y así evitar movimientos inadecuados que ocasionen futuras lesiones.





## CONCLUSIONES

1. Mediante dicho trabajo se lograron establecer diversos modelos de estudio ergonómico, que indican las fortalezas y deficiencias en los puestos de trabajo, con lo cual se pueden tomar decisiones para la mejora de las deficiencias obtenidas.
2. Son diversos los avances que se obtienen en la realización de dicho proyecto, pues con ello se logra mejorar la calidad de trabajo del operario, como también los resultados, ya que se elevaría considerablemente la eficiencia, tanto en el proceso como en el desarrollo del trabajo.
3. Existen problemas que se generan por la inadecuada instalación del equipo industrial, como el mal funcionamiento o la poca duración de los mismos. Para evitar lo mencionado, se plantean diversos pasos para la adecuada instalación de equipo y así se logre cumplir la función por la cual fue adquirido.
4. Son muchas las mejoras que se obtienen en la readecuación del equipo industrial, ya que con ello se obtiene una producción continua y eficiente, logrando de esta forma aumentar el rendimiento de los operarios, manteniendo un confort ambiental adecuado dentro de los centros de trabajo. Logrando de esta forma que los operarios se encuentren en condición óptima para la realización de su trabajo.

5. Los métodos propuestos de evaluación ergonómica, deben realizarse pensando en el bienestar del operario, pero sin descuidar la rentabilidad de la empresa con las modificaciones propuestas.
6. Las mediciones de confort ambiental son importantes, ya que de esto depende que el personal se encuentre en condiciones adecuadas para la realización del trabajo y al mismo tiempo se evitan problemas que pueden perjudicar la salud del personal.
7. Un análisis de costos es necesario en la propuesta de un proyecto, ya que con ello se puede conocer la disposición que posee la empresa para la realización de dicha inversión, llevando un estudio de los beneficios a obtenerse en la implementación de dicho proyecto.

## RECOMENDACIONES

1. Cada puesto de trabajo está diseñado acorde al proceso, por lo cual es necesario el análisis profundo de cada uno de los puestos, conociendo las ventajas y desventajas en los cambios que se realicen en los diseños establecidos.
2. En algunos casos es muy complicada la modificación de algunas áreas de trabajo, con lo cual se genera la impresión que es un gasto innecesario, por lo que se debe hacer entender las consecuencias que se obtendrían al hacer caso omiso a dicha recomendación.
3. Actualizarse constantemente en lo que corresponde a herramientas para la medición del confort ambiental y las diversas mejoras que se puedan ir dando en la readecuación del equipo, para ir mejorando continuamente y contribuir en el crecimiento de la empresa.
4. Existe diversidad de equipo industrial, por lo cual es necesario estar seguro de la instalación del mismo, mediante algún asesor con experiencia comprobada o mediante manuales del proveedor para tener garantizado el adecuado funcionamiento del mismo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Konz, Stephan. **Diseño de instalaciones industriales**. México, Limusa. 1991. 260 pp.
2. Mondelo, Pedro R. **Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo**. 2da. Edición, México. Editorial Alfaomega. 215 pp.
3. Niebel, Benjamín y Andrés Freibalds. **Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo**. 10<sup>a</sup>. Edición. México, Alfaomega. 2001. 150pp.
4. Ramírez Cavassa, César. **Ergonomía y Productividad**. México, Limusa. 2003. 300pp.
5. Sule, Dileep R. **Instalaciones de manufactura: Ubicación, planeacion y diseño**. 2<sup>a</sup>. Edición. México, Thomson. 2001. 340 pp.
6. Torres Méndez, Sergio Antonio. **Ingeniería de plantas**. 4<sup>a</sup>. Edición. Guatemala. 2004.
7. Manual de Mantenimiento Industrial. Mcgraw-Hill. 1ra. Edición, México D.F. 1989.
8. La Enciclopedia Libre. Wikipedia. Página web [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com). USA. 2009.



## APÉNDICE

Propuesta de evaluación, para todas las áreas en la operación de envasado, sección 3.7 métodos y modelos de evaluación ergonómica.

### 1. Puesto de Trabajo.

Señalización	<input type="checkbox"/>	Asientos	<input type="checkbox"/>
Altura de trabajo	<input type="checkbox"/>	Herramientas	<input type="checkbox"/>
Vista	<input type="checkbox"/>	Otros equipos	<input type="checkbox"/>

---

---

---

Analista	<input type="checkbox"/>	Trabajador	<input type="checkbox"/>
----------	--------------------------	------------	--------------------------

### 2. Actividad física general.

---

---

---

---

Analista	<input type="checkbox"/>	Trabajador	<input type="checkbox"/>
----------	--------------------------	------------	--------------------------



3. Riesgo de accidentes.

Pequeño

Considerable

Grande

Muy grande

Motivos:

---

---

---

---

Analista

Trabajador

4. Iluminación.

Intensidad luminosa \_\_\_\_ lux.

Valor recomendado \_\_\_\_ lux.

Deslumbramientos: Ninguno.  Algunos.  Muchos.

---

---

Analista

Trabajador

5. Ambiente Térmico.

Medida de temperatura \_\_\_\_\_°C.

Velocidad aire \_\_\_\_\_ m/s.

Th (temperatura húmeda) \_\_\_\_\_°C.

Ta (temperatura del aire) \_\_\_\_\_°C.

---

---

---

Analista

Trabajador

6. Ruido.

Nivel de ruido \_\_\_\_\_dB.

Comunicación verbal.

Concentración.

---

---

---

Analista

Trabajador

Al finalizar dicha evaluación, se pueden interpretar los datos obtenidos y presentar recomendaciones, para una mejor ergonomía dentro de los puestos.

**Sección 6.5. Evaluación sobre conocimientos en riesgos y ubicación de equipos, para obtención de datos sobre la necesidad de capacitación de colaboradores.**

**CIERRE DE CIRCUITOS**

Salón No.: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_.

Puesto de trabajo y máquina: \_\_\_\_\_.

Qué servicio de suministros tiene su máquina:

- |                  |                          |                  |                          |
|------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| Soda cáustica    | <input type="checkbox"/> | Cloro XY12       | <input type="checkbox"/> |
| CO <sub>2</sub>  | <input type="checkbox"/> | Agua caliente    | <input type="checkbox"/> |
| Aire             | <input type="checkbox"/> | Agua suavizada   | <input type="checkbox"/> |
| Vapor            | <input type="checkbox"/> | Agua cruda       | <input type="checkbox"/> |
| Condensado       | <input type="checkbox"/> | Jarabe           | <input type="checkbox"/> |
| Amoníaco líquido | <input type="checkbox"/> | Amoníaco gaseoso | <input type="checkbox"/> |
| Electricidad     | <input type="checkbox"/> | Cerveza          | <input type="checkbox"/> |
| Otro             | <input type="checkbox"/> | Lubricante       | <input type="checkbox"/> |

Tiene conocimiento de la ubicación de las válvulas que corta el suministro correspondiente de cada máquina.

Sí

No

Si su respuesta es "sí", indique la ubicación:

---

---

---

Tiene conocimiento de la ubicación de las válvulas (principales o primarias) que cortan el suministro correspondiente en todo el salón.

Sí

No

Si su respuesta es "sí", indique la ubicación:

---

---

---

---

Explique cuál es el procedimiento que debe realizar para el corte o restitución del suministro.

---

---

---

---

Sabe qué hacer en caso de entrar en contacto con alguno de los suministros mencionados.

Sí

No

Si su respuesta es "sí", indique el procedimiento:

---

---

---

---

¿Qué infraestructura necesita para poder cerrar el circuito?

---

---

---

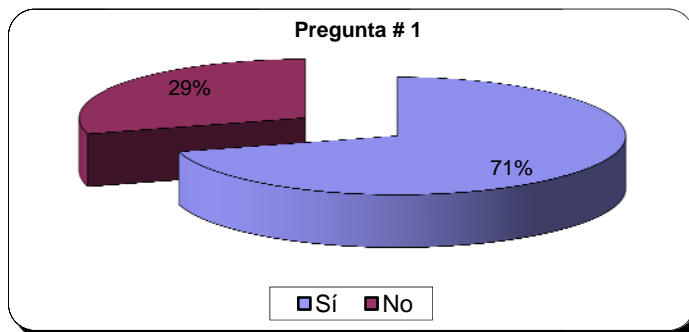
## Resultados *checklist* cierre de circuitos

<b>Cantidad de personas encuestadas:</b>	<b>17</b>
--	-----------

<b>Operarios</b>	<b>13</b>
<b>Mecánicos</b>	<b>3</b>
<b>Electricistas</b>	<b>1</b>

### Primera pregunta

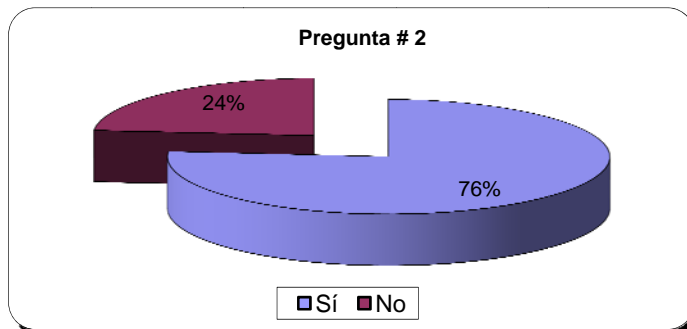
¿Tiene conocimiento de la ubicación de las válvulas que corta el suministro correspondiente de cada máquina?



SÍ	NO
12	6

### Segunda pregunta

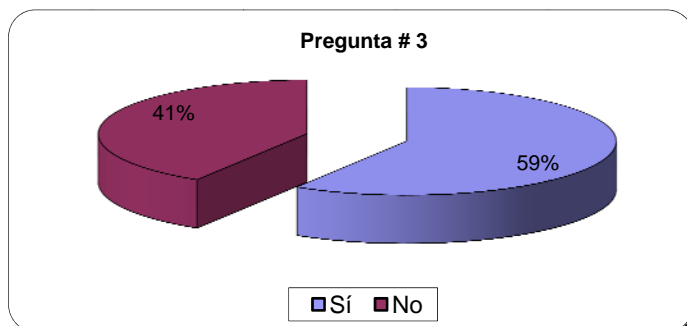
¿Tiene conocimiento de las válvulas principales que cortan el suministro de todo el salón?



SÍ	NO
13	4

### Tercera pregunta

¿Sabe qué hacer en caso de entrar en contacto con alguno de los suministros mencionados?



SÍ	NO
10	7

**Tabla LXVII. Resultados de evaluación**

No.	Puesto	Nota	Observaciones	Infraestructura
1	Operador llenadora	A		Escalera
2	Ayudante llenadora	C	No tiene conocimiento de ubicación de válvulas	
3	Operador pasteurizadora	B	No tiene conocimiento de ubicación de válvulas principales	Escalera
4	Operador lavadora	C	No tiene conocimiento de ubicación de válvulas, no sabe qué hacer al entrar en contacto con suministro.	
5	Ayudante llenadora	A		Escalera
6	Operador empac. y desem.	B	No sabe qué hacer en caso de entrar en contacto con suministro.	
7	Ayudante general	C	No tiene conocimiento de válvulas, tampoco sabe qué hacer en caso de entrar en contacto.	
8	Ayudante lavadora	B	No conoce ubicación de válvulas principales, no conoce procedimiento de corte.	
9	Operador palet. Y desp.	A		
10	Ayudante etiquetadora.	A		Escalera
11	Operador etiquetadora	A		Escalera
12	Operador etiquetadora 2	A		Gradas fijas
13	Ayudante empac. Y desem.	A		Escalera
14	Electricista	A		Escalera o gradas fijas.
15	Mecánico	A		Escalera fija
16	Mecánico	A		Escalera
17	Mecánico	A		

Fuente. Agosto 2008.

**Calificaciones:**    **A** = Posee conocimientos adecuados.  
                          **B** = Hay que fortalecer algunos conocimientos.  
                          **C** = Deficiencias en el conocimiento.

La evaluación presentada anteriormente, se basa en la sección 6.5, donde se habla sobre el conocimiento y programas en manipulación de equipo y herramientas.

Muestra = 17 personas

Tipo     = probabilístico estratificado

% error = [(Valor teórico – Valor experimental) / Valor teórico] \* 100

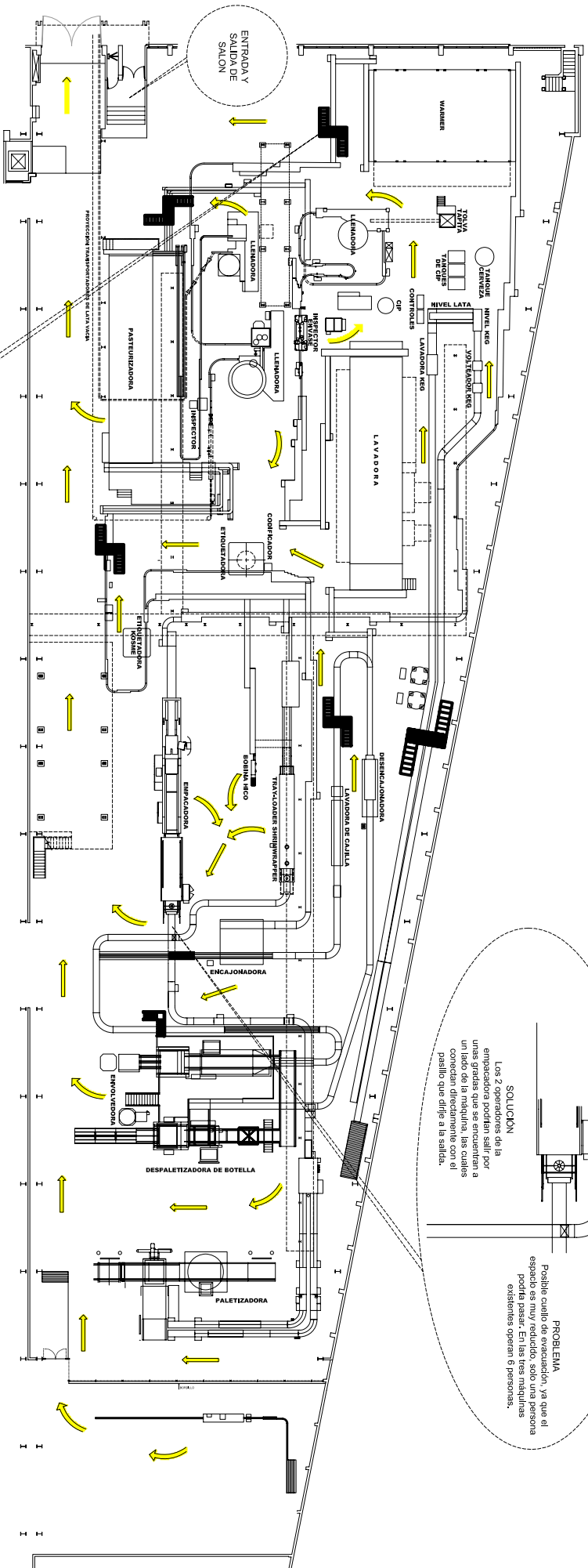
Según el estudio realizado, 11 personas (64% de la muestra) tiene el conocimiento adecuado, 3 personas (18% de la muestra) deben fortalecer conocimientos y 3 personas (18% de la muestra) tienen deficiencias en el conocimiento de la ubicación y manipulación de herramientas y equipos.

Por lo tanto, el 36% del personal evaluado debe ser enviado a capacitación, para mejorar el conocimiento que poseen actualmente, siendo estas 6 personas operadores de maquinaria.

Se propone la creación de diversos planos que indiquen la ubicación de maquinaria conforme su área de trabajo, como también la instalación de la infraestructura que el personal cree que es necesaria para poder alcanzar el equipo mencionado.



# RUTA DE EVACUACIÓN Y NUEVA INFRAESTRUCTURA PROPUESTA PLANO # 1



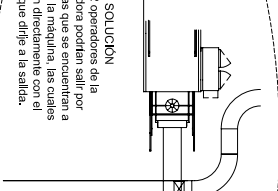
**PROBLEMA**  
Posible cuello de botadura, debido a que estas gradas las usaran los operadores de pasteurizadora de latices, llenadoras (botellas y barriles), lavadoras (barriles y botellas)



**SOLUCION**  
En los simulacros que se realicen, se debe distribuir adecuadamente a las personas, en las gradas propuestas para esta area. Para evitar dicha obstruccion se tendria que mandar a los operadores de la llenadora de botellas y los operadores de la pasteurizadora a las gradas que se encuentran a un lado de la pasteurizadora de latices, dejando las gradas indicadas para el resto de operadores.



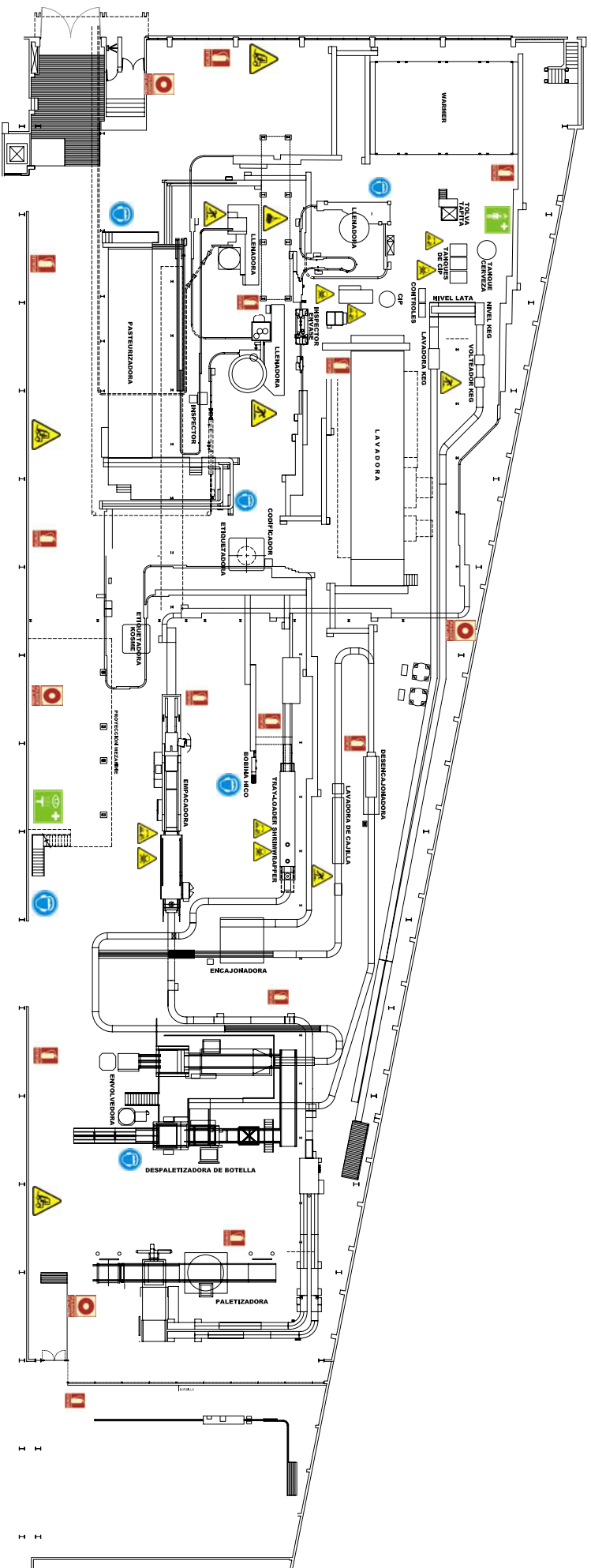
**PROBLEMA**  
Posible cuello de botadura, ya que el espacio es muy reducido y una persona podría estar en medio de las gradas existentes operan 6 personas.



**SOLUCION**  
Los 2 operadores de la empacadora podrian salir por unas gradas que se encuentran a un lado de la maquina, las cuales conectan directamente con el pasillo que dirige a la salida.

ESPECIFICACIONES	
ESCALA	1:250
FECHA	FEBRERO 2009
FUENTE	EMPRESA PARVADA
TIPO DE PLANO	PROPUESTO

# NUEVA SEÑALIZACIÓN PROPUESTA PLANO # 2



	VEHICULOS DE MANUTENCION		EXTINTOR		PELIGRO DE RESBALAR Y TROPEZAR
	SUSTANCIAS CORROSIVAS		PROTECCION AUDITIVA		LAVADO DE LOS OJOS
	SUSTANCIAS TOXICAS		PULSADOR DE ALARMA		DUCHA DE SEGURIDAD
	VEHICULOS DE MANUTENCION		CARGA SUSPENDIDA		

ESPECIFICACIONES	
ESCALA	1:250
FECHA	FEBRERO 2009
FUENTE	EMPRESA PRIVADA
TIPO DE PLANO	PROPUESTO