



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

**MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE PROCESOS DE TRABAJO, EN UN  
TALLER DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PECUARIA**

**Mario Augusto España Elías**

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE PROCESOS DE TRABAJO, EN UN  
TALLER DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PECUARIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MARIO AUGUSTO ESPAÑA ELÍAS**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Martha Guisela Gaitán Garavito
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE PROCESOS DE TRABAJO, EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PECUARIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 9 de agosto de 2012

  
**Mario Augusto España Elías**

Guatemala, agosto de 2013

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela Mecánica Industrial

Presente

Ingeniero Urquizú

Le saludo atentamente informándole que se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado **MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE PROCESOS DE TRABAJO, EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PECUARIA** desarrollado por el estudiante universitario Mario Augusto España Elías.

Después de haber realizado todos los cambios necesarios, y siguiendo las recomendaciones de la asesoría, se ha cubierto el estudio planeado, habiendo proyectado soluciones de ingeniería; en virtud me permito recomendar su aprobación.

Atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Asesor



REF.REV.EMI.187.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE PROCESOS DE TRABAJO, EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PECUARIA**, presentado por el estudiante universitario **Mario Augusto España Elías**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.293.013

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 **MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE PROCESOS DE TRABAJO, EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PECUARIA**, presentado por el estudiante universitario **Mario Augusto España Elías**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.791.2013

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: **MEJORA EN EL RENDIMIENTO DE PROCESOS DE TRABAJO, EN UN TALLER DE MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PECUARIA**, presentado por el estudiante universitario: **Mario Augusto España Elías**, autoriza la impresión del mismo

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, noviembre de 2013

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser iluminación perpetúa y permitirme alcanzar este logro en mi vida.
<b>Mi patria</b>	Guatemala. Tierra bendita que me vio nacer.
<b>Mi madre</b>	Dolores Albertina Elías Sintuj de España, por su inmensurable amor y dedicación, que esta meta alcanzada sea una mínima recompensa por todo su apoyo y sacrificio. Te amo mamá.
<b>Mi padre</b>	Carlos Augusto España Ramos, por su continua enseñanza y por inculcarme sus valores. Te amo papá.
<b>Mi tío</b>	Victorino Elías Sintuj, por creer en mí y por apoyarme siempre en toda mi etapa estudiantil.
<b>Mi abuela</b>	Rosaura Sintuj (q.d.e.p.), por brindarme su cariño sincero y apoyo.
<b>Mi abuelo</b>	Carlos Augusto España Rodas (q.d.e.p.), porque sus palabras fueron la razón de mi perseverancia.

**Mis hermanos**

Carlos Gabriel (q.d.e.p.) y Jorge Luis España Elías (q.d.e.p.), gracias por compartir muchas alegrías y por ser mi máxima inspiración para seguir adelante.

**Mis sobrinos**

Que sea una muestra de que todo se puede lograr en esta vida.

**Mi familia**

Por brindarme su apoyo y cariño.

**Mis amigos**

Por acompañarme en mis situaciones difíciles y brindarme su amistad sincera. En especial a mis hermanos scouts.

**A los presentes**

Respetuosamente.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por brindarme los conocimientos que se requieren para ser un profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme todas las herramientas y métodos para prepararme como un profesional de la ingeniería.

**Mis amigos de la  
Facultad**

Sael Alfonso Medrano Morales, José Daniel González Gómez, Alejandro Pérez y Claudia Patricia Cerón Fión, por estar siempre dispuestos a brindarme su apoyo y por pasar los mejores momentos de la vida universitaria con ustedes.

**Avícola Villalobos, S. A.**

Por permitir el crecimiento personal y por brindar su apoyo para la elaboración de este trabajo.

**Ing. Carlos Humberto  
Pérez Rodríguez**

Por su ayuda y asesoría en la elaboración de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Empresa .....	1
1.1.1. Historia de la empresa .....	1
1.1.2. Descripción de la empresa .....	2
1.1.3. Mercado nacional .....	2
1.1.4. Productos.....	2
1.1.5. Ubicación .....	4
1.1.6. Tamaño del Departamento de Mantenimiento.....	5
1.1.7. Visión.....	5
1.1.8. Misión .....	5
1.1.9. Valores .....	6
1.2. Departamento de Mantenimiento .....	7
1.2.1. Actividades .....	7
1.2.1.1. Fase administrativa.....	7
1.2.1.2. Fase de supervisión.....	7
1.2.1.3. Fase de planificación .....	8
1.2.1.4. Fase técnico-laboral .....	8
1.2.2. Estructura organizacional .....	8

	1.2.2.1.	Organigrama .....	8
2.		SITUACIÓN ACTUAL .....	11
	2.1.	Análisis del Departamento de Mantenimiento .....	11
		2.1.1. Características técnicas .....	11
		2.1.2. Desempeño en los procesos de mantenimiento.....	13
		2.1.3. Trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.....	16
		2.1.4. Investigación sobre los problemas o trabajos de rutina .....	19
		2.1.5. Investigación sobre los trabajos extraordinarios en el mantenimiento .....	23
		2.1.6. Requerimientos de instalación existentes .....	25
		2.1.7. Control de innecesarios.....	27
		2.1.8. Limpieza y orden del Área de Mantenimiento .....	27
		2.1.9. Revisión de instalaciones con las debidas especificaciones de manuales de máquinas .....	28
	2.2.	Seguridad industrial.....	30
		2.2.1. Estadísticas de accidentes .....	31
		2.2.2. Equipos de Protección Personal (EPP).....	32
		2.2.3. Sistemas de seguridad en las máquinas y procesos.....	33
		2.2.4. Medidas preventivas y correctivas de seguridad industrial.....	34
	2.3.	Inventarios.....	36
		2.3.1. Inventario de herramientas y equipo .....	36
		2.3.2. Inventario de repuestos y lubricantes .....	37
	2.4.	Equipo .....	38
		2.4.1. Equipo de producción.....	38

2.4.2.	Equipo de mantenimiento .....	39
2.4.3.	Cimentación y montaje de equipo actual .....	39
3.	PROPUESTA PARA UNA MEJOR ADMINISTRACIÓN Y EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO .....	41
3.1.	Evaluación de desempeño .....	41
3.1.1.	Estándares de desempeño .....	41
3.1.2.	Mediciones de desempeño .....	45
3.1.3.	Elementos subjetivos del calificador .....	47
3.2.	Reducción de riesgos y condiciones inseguras .....	48
3.2.1.	Reglas de seguridad dentro del taller .....	48
3.2.2.	Control de espacios libres dentro del taller .....	51
3.3.	Control de inventarios.....	54
3.3.1.	Clasificación ABC de los inventarios .....	54
3.3.2.	Conteo cíclico para el mantenimiento de los inventarios .....	55
3.4.	Ubicación de equipos .....	57
3.4.1.	Cimentación y anclaje de nuevos equipos.....	57
3.4.2.	Ubicación adecuada de equipos.....	62
3.4.3.	Montaje y mantenimiento de equipo .....	63
3.5.	Eficiencia en instalaciones mecánicas .....	67
3.5.1.	Cálculo de eficiencia en instalaciones .....	67
3.5.2.	Instalaciones según especificaciones técnicas de manuales .....	75
3.5.3.	Diseño de instalaciones en óptimas condiciones....	80
3.6.	Condiciones de instrumentación mecánica .....	92
3.6.1.	Análisis de instrumentos de medición.....	92

3.6.2.	Diseño de ubicación de instrumentos de medición .....	94
3.7.	Uso adecuado de insumos según manual de la máquina .....	98
3.7.1.	Tornillos.....	98
3.7.2.	Tuercas .....	102
3.7.3.	Pernos.....	107
3.7.4.	Remaches .....	108
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO .....	111
4.1.	Método de evaluación basado en el desempeño del pasado.	111
4.1.1.	Escalas de puntuación .....	111
4.2.	Método de evaluación basado en el desempeño del futuro ...	115
4.2.1.	Autoevaluaciones .....	116
4.2.2.	Administración por objetivos.....	116
4.2.3.	Evaluaciones psicológicas.....	117
4.2.4.	Métodos de los centros de evaluación .....	117
4.3.	Medición del desempeño .....	118
4.3.1.	Calificación de labores .....	118
4.3.2.	Observación directa e indirecta .....	119
4.3.3.	Objetividad en las evaluaciones .....	119
4.3.4.	Subjetividad en las evaluaciones .....	119
5.	SEGUIMIENTO.....	121
5.1.	Capacitación sobre el mantenimiento preventivo de los equipos a los técnicos de mantenimiento.....	121
5.2.	Programa de capacitación de trabajadores recién ingresados.....	122
5.2.1.	Técnicas de mantenimiento.....	122
5.2.2.	Valores de la empresa .....	123

5.3.	Propuesta de fichas técnicas y hojas de reportes .....	124
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	131
6.1.	Responsabilidad de la empresa con la sociedad.....	131
6.1.1.	Comunidades cercanas .....	131
6.1.2.	Importancia como centro de trabajo .....	132
6.1.3.	Impacto de los desechos a las fuentes de agua y terrenos adyacentes .....	133
6.2.	Mitigación de los daños al medio ambiente .....	134
6.3.	Clasificación de desechos .....	135
6.3.1.	Líquidos .....	135
6.3.2.	Sólidos .....	136
6.4.	Eliminación y tratamiento de desechos .....	137
6.4.1.	Reciclaje .....	137
6.4.2.	Plantas de abonos orgánicos.....	139
6.4.3.	Recolección de aceites lubricantes.....	140
	CONCLUSIONES .....	141
	RECOMENDACIONES .....	143
	BIBLIOGRAFÍA .....	145
	APÉNDICES .....	149
	ANEXOS .....	157



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de ubicación .....	4
2.	Organigrama del Departamento de Mantenimiento .....	9
3.	Planta de elevación de los talleres de mantenimiento.....	12
4.	Planta de elevación del área administrativa de mantenimiento.....	12
5.	Propuesta de control visual para el taller industrial y electromecánico .....	52
6.	Propuesta de control visual para el taller de calderas y refrigeración ..	53
7.	Clasificación ABC mediante la Ley de Pareto .....	54
8.	Tipos de cimentaciones.....	59
9.	Tipos de pernos para anclaje .....	62
10.	Eficiencia de caldera .....	70
11.	Proceso de compresión isotrópico y real.....	73
12.	Correcta derivación de una línea de vapor o aire comprimido .....	76
13.	Línea de derivación con columna de condensado y purgador .....	76
14.	Diagrama de tubería en terreno ascendente.....	77
15.	Pozo de goteo .....	78
16.	Golpe de ariete.....	79
17.	Ejemplo de tubería dañada por golpe de ariete .....	80
18.	Gráfico para el cálculo de longitud equivalente en accesorios de un diámetro de 3/4" .....	82
19.	Gráfico para el cálculo de longitud equivalente en accesorios de un diámetro de 1" .....	84
20.	Instalación triple de instrumentos de medición.....	94

21.	Plano de ubicación de instrumentos de medición de la línea de vapor.....	96
22.	Plano de ubicación de instrumentos de medición de la línea de aire comprimido .....	97
23.	Marcas en las cabezas de los tornillos para los diferentes grados SAE .....	99
24.	Marcas en las cabezas de los pernos métricos para diferentes clases .....	101
25.	Tipos de tuercas .....	103
26.	Remache .....	108
27.	Tipos de fallas en remaches .....	109
28.	Gráfica del rendimiento del taller de mantenimiento .....	114
29.	Programa de casco naranja .....	129

## TABLAS

I.	Eficiencia del Departamento de Mantenimiento .....	14
II.	Frecuencias de mantenimiento preventivo eléctrico.....	21
III.	Frecuencias de mantenimiento preventivo mecánico.....	22
IV.	Frecuencias de mantenimiento correctivo .....	24
V.	Estudio de iluminación en taller de mantenimiento (día) .....	26
VI.	Estándares de desempeño.....	42
VII.	Criterios de evaluación .....	44
VIII.	Resumen evaluación de desempeño del taller.....	46
IX.	Ponderación de factores .....	47
X.	Ejemplo de conteo cíclico.....	55
XI.	Lista de recuento.....	56
XII.	Plan de mantenimiento preventivo para la pulidora.....	64
XIII.	Plan de mantenimiento preventivo para el esmeril.....	65

XIV.	Plan de mantenimiento preventivo para el barreno .....	65
XV.	Plan de mantenimiento preventivo para la fresadora.....	65
XVI.	Plan de mantenimiento preventivo para el torno .....	66
XVII.	Plan de mantenimiento preventivo para la sierra circular .....	66
XVIII.	Plan de mantenimiento preventivo para la prensa de banco .....	66
XIX.	Plan de mantenimiento preventivo para el equipo de soldadura TIG .....	67
XX.	Exceso de aire permisible.....	69
XXI.	Tabla de datos para obtener eficiencia de caldera .....	70
XXII.	Tabla de datos para obtener eficiencia de compresor .....	74
XXIII.	Accesorios usados en línea de vapor de mezcladora.....	83
XXIV.	Accesorios usados en línea de vapor de lavadora de canasta..	83
XXV.	Accesorios usados en línea de vapor de escaldadora.....	85
XXVI.	Tabla resumen de accesorios en la línea de vapor .....	85
XXVII.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de bajadas de aire para limpieza .....	88
XXVIII.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de bomba neumática .....	88
XXIX.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de dosificadora .....	89
XXX.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de caldera 1 ...	89
XXXI.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de caldera 2...	90
XXXII.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de lavadora de canasta roja .....	90
XXXIII.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de inyectora ...	91
XXXIV.	Accesorios usados en línea de aire comprimido de selladora de tambos .....	91
XXXV.	Tabla resumen de accesorios en la línea de aire comprimido ...	92
XXXVI.	Especificaciones SAE para tornillos UNS de acero .....	100

XXXVII.	Especificaciones para tornillos métricos de acero.....	101
XXXVIII.	Tabla resumen de la evaluación de desempeño en el taller de mantenimiento de la planta procesadora AVSA.....	113
XXXIX.	Propuesta de ficha técnica .....	125
XL.	Propuesta de hoja de reporte .....	127

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>cm</b>	Centímetro
<b>dB</b>	Decibel
<b>Ksi</b>	Kilolibra sobre pulgada cuadrada
<b>Lx</b>	Lux
<b>mt</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>Fc</b>	Pie candela
<b>in</b>	Pulgada
<b>rpm</b>	Revolución por minuto



## GLOSARIO

<b>Acetaminofén</b>	Medicamento usado para controlar la fiebre.
<b>Adiabático</b>	Es un proceso termodinámico en el cual la entropía no cambia cuando se traslada de un estado a otro.
<b>Amoladora</b>	Equipo industrial que sirve para desgastar piezas usando un disco de desgaste, en cambio sí se usa un disco de corte, sirve para realizar cortes en piezas.
<b>AVSA</b>	Avícola Villalobos, S. A.
<b>Barreno</b>	Equipo industrial que sirve para hacer perforaciones.
<b><i>Bice-grip</i></b>	Herramienta de sujeción.
<b>Búnker</b>	Gasóleo #6 usado en calderas por el precio y rendimiento.
<b>CONAMA</b>	Consejo Nacional del Medio Ambiente
<b>Decibel</b>	Unidad de medida de nivel sonoro o ruidos.
<b>Destazadora automática</b>	Equipo industrial en el cual se producen todos los cortes hacia el pollo entero.

<b>Efecto de irreversibilidad</b>	En termodinámica, el concepto de irreversibilidad se aplica a aquellos procesos que, como la entropía, no son reversibles en el tiempo. Desde esta perspectiva termodinámica, todos los procesos naturales son irreversibles. El fenómeno de la irreversibilidad resulta del hecho de que si un sistema termodinámico de moléculas interactivas es trasladado de un estado termodinámico a otro, ello dará como resultado que la configuración o distribución de átomos y moléculas en el seno de dicho sistema variará.
<b>Entalpía</b>	Cantidad de energía de un sistema termodinámico que éste puede intercambiar con el entorno
<b>EPP</b>	Equipo de protección personal
<b>Equipo de soldadura TIG</b>	Equipo de soldadura en la que el arco y el metal fundido están protegidos mediante gases aportados por fuente externa, y el metal de aporte necesario se suministra por medio de varillas de soldadura. Los electrodos son de tungsteno no consumible.
<b>Escaldadora</b>	Equipo industrial se introducen los pollos enteros para hervirlos y luego desplumarlos.
<b>Esmeriladora</b>	Máquina herramienta usada para desgastar.
<b>Fijaciones</b>	Se les denomina a aquellos elementos que sirven para evitar el movimiento en un elemento.

<b>Fresadora</b>	Máquina herramienta usada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa.
<b>HACCP</b>	Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (Hazard Analysis and Critical Control Points).
<b>IGSS</b>	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
<b>Inyectora</b>	Equipo industrial utilizado para inyectar una mezcla denominada salmuera, en las piezas cárnicas.
<b>Isotrópico</b>	Proceso termodinámico en el cual la entropía no varía al cambiar de un estado a otro.
<b>Kolit</b>	Medicamento antidiarreico.
<b>Maalox</b>	Antiácido.
<b>Merthiolate</b>	Substancia a base de mercurio que sirve para esterilizar un área del cuerpo humano, cuando se desea que esté libre de cualquier infección.
<b>Micropore</b>	Elemento que sirve para sujetar elementos en el cuerpo humano.
<b>Miolaxin</b>	Relajante muscular, espasmos y dolores de espalda.

<b>MP</b>	Materia prima.
<b>OSHA</b>	Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration).
<b>Oftina</b>	Medicamento usado para el dolor y ardor de ojos.
<b>Pie candela</b>	Unidad de iluminación equivalente a la iluminación producida por una fuente luminosa uniforme de una candela de intensidad situada a un pie de distancia, equivale a un lumen por pie cuadrado ( $\text{lm}/\text{pie}^2$ ); símbolo: FC.
<b>Prensa de banco</b>	Herramienta usada para sujeción de piezas.
<b>Purgador</b>	Dispositivo que se utiliza en las instalaciones mecánicas
<b>Reverbero</b>	Es el efecto que se produce cuando la luz o el sonido chocan en un elemento y rebotan, ocasionando un incremento de sonido o luz en un espacio.
<b>Selladora</b>	Equipo industrial que sirve para colocar un plástico protector a las canastas con producto.
<b>Sierra circular</b>	Máquina herramienta que se usa para realizar cortes.
<b>Stock</b>	Capacidad que tiene una bodega de mantener en inventario un elemento.

**Tee**

Accesorio de tubería por el cual se puede tener una derivación en paralelo y otra perpendicular al eje.



## **RESUMEN**

Todas las áreas de trabajo que no tienen orden, limpieza y mantengan elementos innecesarios dentro de la misma, no tienen un desempeño adecuado. Para que un trabajador tenga un desempeño eficaz tiene que tener las condiciones adecuadas para realizar el trabajo, es por ello que la falta de estas condiciones provoca un desanimo para llevar a cabo dicha actividad laboral.

La productividad del proceso de trabajo de un taller de mantenimiento de una planta industrial pecuaria se logra en un ambiente adecuado, en el que se mantengan los requerimientos del lugar de trabajo, la reducción de riesgos y condiciones inseguras, tener un buen plan de mantenimiento de equipos del taller, controlar eficiencias en las instalaciones, poseer un buen control de inventarios de repuestos, reducir fallas en los equipos al tener cimentaciones adecuadas y regularizar los insumos que se usan en el taller.

En el siguiente trabajo de graduación se toman en cuenta todas estas deficiencias y se propone la manera de reducirlas, para que en el taller de mantenimiento se mantenga con un rendimiento en todos los procesos de trabajo que realizan.

El rendimiento en un taller de mantenimiento depende de los planes que se tengan para realizar un proceso de trabajo y está determinado por el tiempo en el que se realiza, es por ello que para evitar pérdidas de tiempo se debe de tener a total disposición los requerimientos necesarios para realizar dicho proceso.



# OBJETIVOS

## General

Proponer un proceso de mejora en el rendimiento de procesos de trabajo, en un taller de mantenimiento de una planta industrial pecuaria.

## Específicos

1. Evaluar el rendimiento de los técnicos de mantenimiento, mediante evaluación de desempeño.
2. Reducir riesgos y condiciones inseguras, creando estándares de limpieza, ubicación y control de innecesarios.
3. Realizar un método de inventarios que asegure que los repuestos se mantengan siempre en existencia.
4. Especificar las cimentaciones adecuadas para reducir fallas en los equipos.
5. Proponer un mantenimiento preventivo a los equipos usados en el taller.
6. Diseñar un control para mejorar el manejo de eficiencias en las instalaciones mecánicas de la planta
7. Regularizar el uso de los insumos del taller.



## INTRODUCCIÓN

El obtener una mejora en el rendimiento de los procesos de trabajo se ha vuelto una tendencia y una búsqueda en la corrección de fallas y deficiencias en las mismas. Un taller de mantenimiento es un área que frecuentemente está determinada a obtener una utilidad por medio de los tiempos en los que realiza las órdenes de trabajo, es por ello que se busca optimizar este rendimiento pero a través de mejorar las condiciones en las que se realiza el trabajo y no en el enfoque de mejorar la manera en que se realiza.

Hay varias causas que provocan que no se cumpla un beneficio adecuado en los procesos de trabajo de un taller de mantenimiento, entre ellas se pueden mencionar por ejemplo las condiciones en las que se trabaja, tales como: la iluminación, la ventilación, el ruido, el orden y la limpieza. A esto se puede agregar que los equipos y herramientas sean accesibles y estén siempre en buenas condiciones para ser usados. Y no se puede dejar pasar por alto las condiciones en las que están todos los equipos de la industria, se debe de considerar la cimentación, la eficiencia, la ubicación y que tenga los suficientes equipos de medición para poder controlar el buen funcionamiento.

Es por ello que se propone el uso de evaluaciones de desempeño para medir el grado cualitativo del técnico de mantenimiento al realizar la orden de trabajo. No se debe confundir que la evaluación de desempeño es solo una herramienta para promoción, sino también es un reflejo de las fortalezas y debilidades que tienen los técnicos al realizar el trabajo en el taller, como dentro de la planta industrial.

Para complementar el rendimiento en los procesos de trabajo se proponen planes de mantenimiento a los equipos del taller, plan de seguridad preventiva, control de eficiencias en los equipos que proporcionan energía a la planta, control de instrumentos de medición, proponer un plan de cimentación para nuevos equipos, control de inventario y control de insumos de fijaciones.

Se describe además como se debe de realizar cada propuesta para poder lograr la mejora esperada, en el cual solo se buscan cambios que no necesitan de mucha inversión, pero si de un seguimiento prolongado. Esto se debe a que se busca crear una cultura dentro del taller.

# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1. Empresa**

Avícola Villalobos, S. A. es una empresa que ha crecido con el pasar de los años. A continuación se presentan los antecedentes.

### **1.1.1. Historia de la empresa**

Granja Villalobos, que después pasaría a llamarse Avícola Villalobos, es fundada en 1964. En 1965 Granja Villalobos absorbió una pequeña operación de carne de pollo en Guatemala. Dicha operación avícola denominada Pollo Rey, fue a cambio de una deuda entre los dueños de la fábrica y los de la granja. Es así cómo nace la marca Pollo Rey en Guatemala. Posteriormente incursionan en 1972 en El Salvador, comenzando operaciones y comercializando productos avícolas bajo la marca Pollo Indio, luego en 1991 en el mercado hondureño y recientemente en el mercado costarricense, ambos países utilizando la ya prestigiosa marca Pollo Rey.

Estas operaciones avícolas forman parte de la División Industrial Pecuaria (DIP) de la Corporación Multi-Inversiones. La división cuenta con granjas de crecimiento, postura y engorde, plantas de incubación y procesadoras, generando más de 14 000 empleos en la región. A lo largo del tiempo, la imagen de Pollo Rey ha ido evolucionando, llegando este año a un cambio de la imagen alineada en Guatemala, Honduras y Costa Rica.

### **1.1.2. Descripción de la empresa**

La División Industrial Pecuaria desde los inicios en los años 60 se encarga de la producción y comercialización de productos de carne de pollo y cerdo, así como de la producción de alimentos balanceados para animales.

Se cuenta con presencia regional a través de granjas de crecimiento, postura y engorde; plantas de incubación y plantas procesadoras de carne de cerdo y pollo en Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica.

Con el objetivo de hacer más eficientes y competitivas las plantas, se invierte constantemente en tecnología de punta, para la implementación y manejo de estrictos controles fitosanitarios y fortalecimiento de los procesos de calidad como HACCP (Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos).

### **1.1.3. Mercado nacional**

Las actividades que realiza la planta procesadora es la comercialización de los productos a todos los centros de distribución: distribuidora central y distribuidoras departamentales. Cumpliendo con las necesidades para abastecer la demanda actual de los productos.

### **1.1.4. Productos**

Son productos cárnicos para el consumo diario de cualquier persona, y varían las presentaciones dependiendo de las necesidades y gustos de los clientes.

Los productos que se comercializan son los siguientes:

- Pollo entero
- Pollo en partes
- Pollo deshuesado
- Filetes y trozos de pollo
- Carne molida de pollo
- Marinados de pollo
- Menudos
- Piel de pollo
- Recorte de pollo
- Gallina beneficiada
- Marinados de cerdo
- Fritos
- Rostizado
- Ahumados
- Jamones
- Salchicha
- Chorizo y longanizas
- Salami
- Embutidos

### 1.1.5. Ubicación

La planta procesadora de Avícola Villalobos, S. A. se encuentra ubicada en la calzada Raúl Aguilar Batres 50-52, zona 11 ciudad de Guatemala.

Figura 1. Mapa de ubicación



Fuente: Google maps. Consulta: mayo de 2013.

### **1.1.6. Tamaño del Departamento de Mantenimiento**

El tamaño del Departamento de Mantenimiento indica la cantidad usada en metros cuadrados. Este espacio es el que se usa por parte de todo el departamento para la realización de las operaciones.

El Área Administrativa y de Planificación, tiene un espacio de 8,94 metros de largo 8 metros de ancho y un área que consta de 71,52 metros cuadrados (ver figura 4), el área de talleres consta de 142,38 metros cuadrados formados por un ancho de 7 metros y un largo de 20,34 metros (ver figura 3).

### **1.1.7. Visión**

“Ampliar en Centroamérica nuestro liderazgo de participación de mercado y rentabilidad con productos, procesos y capital humano de clase mundial; expandiendo nuestra presencia a nuevos mercados donde existan oportunidades estratégicas.”

### **1.1.8. Misión**

“Ser líderes en proveer e innovar soluciones alimentarias cárnicas y de alimentos para animales que generen valor, para sus accionistas, consumidores, clientes, proveedores, colaboradores y la comunidad de manera creativa, responsable y sustentable”.

### **1.1.9. Valores**

- “Liderazgo: es la habilidad necesaria para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, original, como modelo de referencia, ocupando el primer lugar en la región.
- Efectividad: nuestra actuación busca resultados eficientes y eficaces, optimizamos el presente y el futuro.
- Creatividad: creamos e innovamos procesos y productos exitosos
- Compromiso: nuestra decisión de hacer lo mejor para la consecución de nuestros objetivos. Sentir como propios los objetivos de la organización.
- Integridad: obrar con rectitud, actuar en consonancia con lo que se dice y se considera importante. Hacemos y cumplimos de forma correcta lo que prometemos.
- Lealtad: somos fieles a nuestras relaciones con todos los interesados en el éxito de nuestras operaciones.
- Responsabilidad Social: contribuimos con nuestra sociedad para su crecimiento y desarrollo, respondiendo por el comportamiento social asumido (no solo con la empresa, sino también hacia las comunidades alrededor de nuestras áreas de trabajo).
- Ética: cumplimos con nuestros valores”

## **1.2. Departamento de Mantenimiento**

El Departamento de Mantenimiento es una parte esencial en la planta procesadora, a continuación se presentan sus funciones.

### **1.2.1. Actividades**

El Departamento de Mantenimiento de la planta procesadora de Avícola Villalobos, S. A. desglosa las actividades en cuatro fases.

#### **1.2.1.1. Fase administrativa**

En esta fase se encuentran todas aquellas actividades que tienen un carácter administrativo, como la elaboración anual de presupuestos indicados por área y equipos, análisis y seguimiento a inversiones que se establecen para proyectos especiales, suministro de los recursos y gastos, estadísticas e informes que son solicitados por la Gerencia General.

#### **1.2.1.2. Fase de supervisión**

La fase de supervisión es la conexión de la fase administrativa y la fase técnico laboral, en ella se destacan todas las actividades de control y supervisión. En esta fase se da la supervisión del mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, proyectos especiales, fumigación de áreas, estudios técnicos, análisis de cloro del agua, control y autorización de horas extras del personal, elaboración de informes solicitados por el jefe de mantenimiento.

### **1.2.1.3. Fase de planificación**

En esta fase se lleva a cabo la organización y archivo de todos los documentos, como lo son las hojas de control del mantenimiento correctivo, hojas de control del mantenimiento preventivo, fichas técnicas de los equipos, fichas técnicas de los productos, hojas de control de horas extras, control de pases de salida de materiales, control de jornadas laborales de los técnicos.

### **1.2.1.4. Fase técnico-laboral**

En esta fase es en donde están involucradas todas aquellas actividades que realiza el personal técnico, dentro de las muchas y diversas actividades se encuentran: trabajos de mantenimiento preventivo a equipos de refrigeración (compresores, evaporadores, condensadores, condensadores evaporativos), se debe de cumplir con los requerimientos que se tienen con el mantenimiento correctivo, trabajos de infraestructura a toda la planta procesadora.

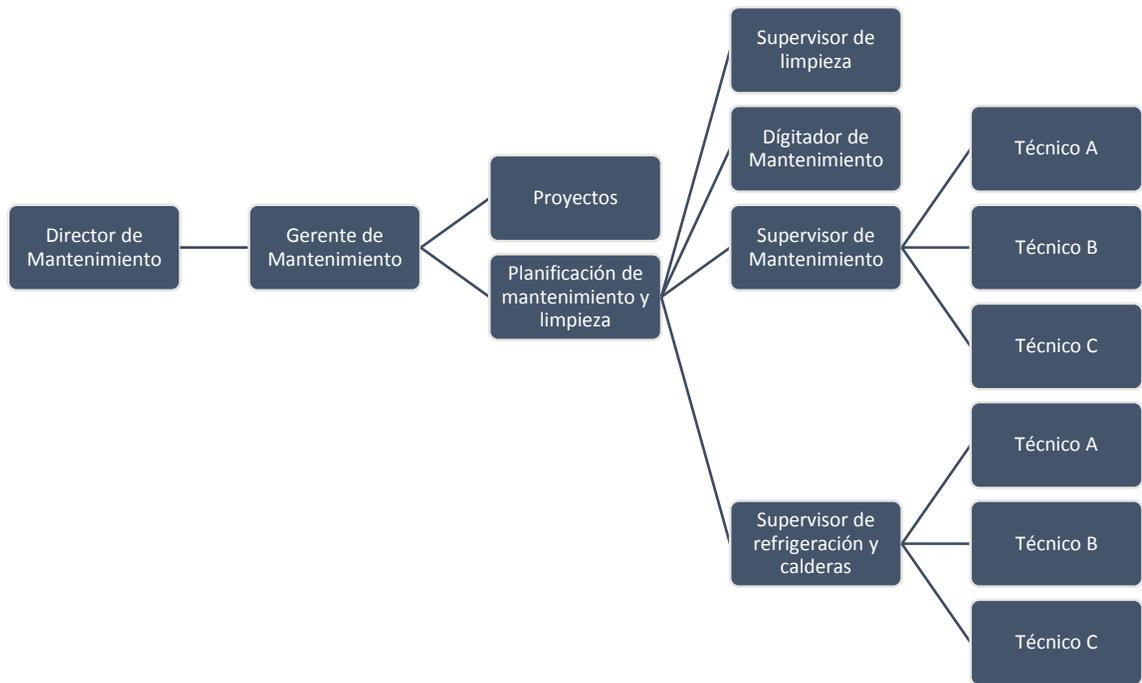
## **1.2.2. Estructura organizacional**

A continuación se presenta el organigrama que muestra quienes intervienen en el Departamento de Mantenimiento.

### **1.2.2.1. Organigrama**

El organigrama que se presenta en la figura 2, es solo del Departamento de Mantenimiento.

Figura 2. Organigrama del Departamento de Mantenimiento



Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Análisis del Departamento de Mantenimiento**

Es importante conocer todas las características que tiene el Departamento de Mantenimiento, por lo que se muestran a continuación.

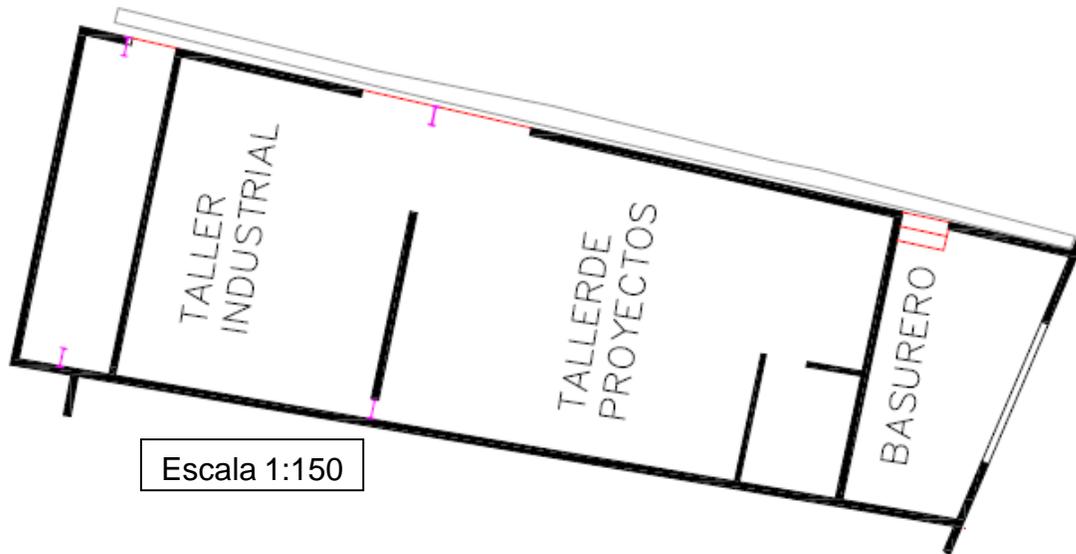
#### **2.1.1. Características técnicas**

El Departamento de Mantenimiento de la planta procesadora se divide en dos instalaciones físicas: el Área de Talleres y el Área de Oficinas. Las cuales se presentan en las siguientes imágenes (figura 3 y 4), donde se pueden apreciar los espacios físicos de los que se compone el Departamento de Mantenimiento.

Con estas imágenes podemos tomar en cuenta los espacios usados y lo que hay sin usar, para poder buscar posibles mejoras en el espacio físico del área de Mantenimiento.

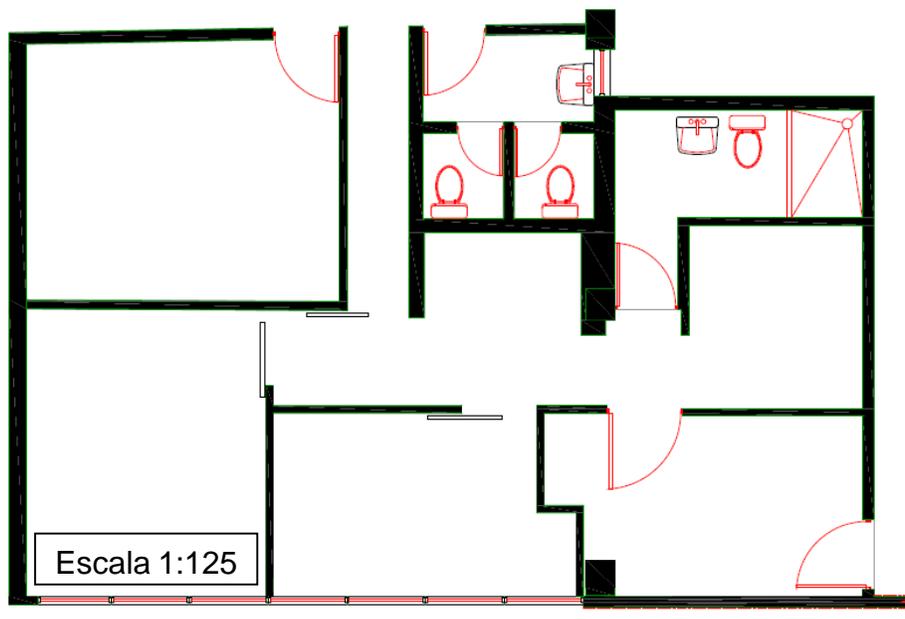
Tomando en consideración que no se muestran los equipos instalados en ninguna de las áreas de las que conforma el Departamento de Mantenimiento, esto debido a que más adelante se detalla la cimentación y montaje del equipo instalado en el taller de mantenimiento. Mientras que en el área de administración no es necesario hacer una reubicación de elementos, esto es debido a que los procesos que llevan a cabo son por medio de un software de computadora y no pueden ser mejorados físicamente.

Figura 3. **Planta de elevación de los talleres de mantenimiento**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.

Figura 4. **Planta de elevación del área administrativa de mantenimiento**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.

### **2.1.2. Desempeño en los procesos de mantenimiento**

El desempeño de los procesos de mantenimiento se toma mediante las horas que se estipula en realizar una orden de trabajo dividido las horas que se tomó en realizar el trabajo. El cálculo para la medición de desempeño se realiza semanalmente y se lleva un control en el departamento que se muestra en talleres y Área Administrativa, dejando como el máximo de eficiencia para el departamento en un 80 %.

Se lleva un control de las horas usadas por trabajador para realizar los trabajos de mantenimiento requeridos; a esto se le denomina: porcentaje de utilización por técnico en ejecución. De la misma manera al igual que la eficiencia se lleva un control semanal.

Todas estas mediciones son elaboradas por el encargado de planificación del Departamento de Mantenimiento, llevando el estricto control de los tiempos usados por los técnicos y planificando la jornada laboral.

Actualmente el desempeño del taller lleva una desviación estándar ( $\sigma$ ) que muestra la eficiencia con la que se maneja el Departamento de Mantenimiento desde la semana 1 hasta la semana 18 de 2013.

Para el cálculo de la desviación estándar se hizo la sumatoria de la eficiencia de todas las semanas ( $\sum x$ ) y se estableció la variable N, que es la cantidad de datos a tabular.

Tabla I. **Eficiencia del Departamento de Mantenimiento**

Semana	Eficiencia del departamento
1	85
2	83
3	82
4	79
5	79
6	82
7	83
8	86
9	83
10	71
11	81
12	85
13	84
14	84
15	75
16	76
17	78
18	76
N=18	$\sum x=1452$

Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.

Usando la fórmula de la media aritmética se establece un valor que servirá para medir la desviación estándar.

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Sustituyendo:

$$\bar{X} = \frac{1}{18} \sum_{i=1}^{18} x_i =$$

$$\frac{1}{18} (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18}) =$$

$$\frac{1}{18} (85 + 83 + 82 + 79 + 79 + 82 + 83 + 86 + 83 + 71 + 81 + 85 + 84 + 84 + 75 + 76 + 78 + 76)$$

Operando:

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{18} (1452) \\ &= 80,66667 \approx 81 \end{aligned}$$

Dejando como valor de la media aritmética el ochenta y uno, que sirve para el cálculo de la desviación estándar, que a continuación se presenta la fórmula y cálculo de la misma.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Sustituyendo:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{18-1} \sum_{i=1}^{18} (x_i - 81)^2} =$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{17} \left[ (85-81)^2 + (83-81)^2 + (82-81)^2 + (79-81)^2 + (79-81)^2 + (82-81)^2 + (83-81)^2 + (86-81)^2 + (83-81)^2 + (71-81)^2 + (81-81)^2 + (85-81)^2 + (84-81)^2 + (84-81)^2 + (75-81)^2 + (76-81)^2 + (78-81)^2 + (76-81)^2 \right]}$$

Operando:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{17} [292]}$$

$$\sigma = 4,14 \approx 4$$

Tomando el valor de cuatro para la desviación estándar del Departamento de Mantenimiento.

Con estos datos cuantitativos se puede demostrar que el Departamento de Mantenimiento se mantiene estable en lo que en desempeño respecta y el intervalo promedio a la tendencia central es un valor pequeño, que se ajusta al confort de los técnicos y a las necesidades del departamento.

### **2.1.3. Trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo**

#### Mantenimiento preventivo

El análisis de los controles de mantenimiento a los equipos que existen en la planta procesadora se mantienen regidos bajo un estricto programa que se lleva en el Área de Planificación y que se basa fundamentalmente en el procedimiento de operación estándar del Departamento de Mantenimiento. Describiendo de esta forma cómo se debe de tomar cada proceso de trabajo preventivo en el taller de mantenimiento.

Con este control se mantienen los inventarios de repuestos en condiciones ideales, así como el aprovechamiento de horas-hombre de los técnicos del taller de mantenimiento y se evitan los paros innecesarios por parte de la maquinaria de operación.

## Procedimiento de operación estándar para mantenimiento preventivo

- El jefe de planificación, con una semana mínima de anticipación, revisa el Plan Maestro de Mantenimiento Planificado, planifica y programa a los técnico, recurso y actividades de mantenimiento preventivo.
- El digitador de mantenimiento hace la revisión y asigna números de orden de trabajo según correlativo registrado en la base de datos.
- El digitador de mantenimiento imprime las órdenes de trabajo y se las entrega a los supervisores de taller.
- Los supervisores de mantenimiento entregan a los técnicos de cada taller según la asignación generada de planificación.
- Los trabajos deben ser ejecutados por los técnicos en la semana, día y hora programados propuestos por planificación.
- Los supervisores de mantenimiento verifican la finalización de los trabajos y firman en la orden de trabajo de finalizado.
- El jefe de mantenimiento valida la finalización del trabajo con firma, fecha y hora de la terminación de trabajo.
- Posteriormente, las órdenes de trabajo pasan al jefe de planificación para el proceso de cierre, en donde se verifican los tiempos de ejecución, salidas de bodega por repuestos y que los campos que requiere la orden de trabajo, estén correctamente llenos.
- El digitador de mantenimiento deberá ingresar los datos obtenidos en la orden de trabajo en la base de datos del Departamento de Mantenimiento.

## Mantenimiento correctivo

El tipo de mantenimiento correctivo que se está utilizando en la planta procesadora de la empresa Avícola Villalobos, S. A. es del tipo correctivo no planificado, ya que no se cuenta con un debido control de todas las actividades

de mantenimiento de los equipos y únicamente se queda a la espera de alguna avería o falla para que se proceda a solucionar el problema, cabe mencionar que tampoco se cuenta con hojas de reportes o registros que indiquen los trabajos realizados a los distintos equipos por lo que no se lleva ningún control de frecuencia de fallas, razón de la falla, gastos generados, fecha de reparación, personal asignado, supervisor responsable y datos técnicos de los equipos.

#### Procedimiento de operación estándar para mantenimiento correctivo

- El formato de solicitud de mantenimiento correctivo debe ser llenado exclusivamente por el jefe o supervisor de cada área que tiene bajo la responsabilidad.
- La solicitud de mantenimiento correctivo debe ser enviada vía correo electrónico con todos los campos correctamente llenos al gerente de mantenimiento, jefe de planificación de mantenimiento y digitador de mantenimiento, quedando con copia al respectivo solicitante el correo enviado para el posterior seguimiento.
- El jefe de planificación de mantenimiento asigna mano de obra, repuestos y recursos; el digitador de mantenimiento debe asignar número a la orden de trabajo y debe enviar un correo indicando el número asignado a la solicitud de mantenimiento.
- El digitador de mantenimiento debe repartir a los supervisores de mantenimiento las respectivas órdenes de trabajo de mantenimiento.
- Los supervisores de mantenimiento entregan la orden de trabajo al técnico para que estos sean ejecutados de acuerdo a las especificaciones respectivas hechas por planificación.
- Cada técnico que ejecuta el trabajo debe llenar los datos que se solicitan en el formato de orden de trabajo de mantenimiento, adicionalmente llenar el espacio de tiempo real de ejecución del trabajo, la fecha, hora de

finalización y firma de finalización del trabajo, luego entregar al supervisor de taller para ser revisado dicho trabajo.

- De no ejecutarse el trabajo en la fecha y tiempo programado por planificación, debe llevarse la orden de trabajo al proceso de reprogramación que consiste en asignar nueva fecha y hora para la ejecución.
- El técnico de mantenimiento entrega la orden de trabajo al supervisor de mantenimiento para la revisión de la ejecución, posteriormente se lleva la orden de trabajo al proceso de terminación dado por el jefe de mantenimiento.
- Luego las órdenes de trabajo serán adjuntadas por requirente en un sobre de papel donde se indica la cantidad y número de orden de trabajo que se envía para la firma de requirente, estos serán ubicados en la recepción y se estarán entregando y recogiendo en un período de 24 horas.

#### **2.1.4. Investigación sobre los problemas o trabajos de rutina**

El mantenimiento preventivo es esencial para el equipo, puesto que alarga la vida útil y mantiene una eficiencia en el trabajo que realiza. Sin un mantenimiento preventivo, los equipos estarían forzados a realizar la operación en condiciones que les puede provocar una falla o un daño permanente en algún elemento.

Cuando se menciona mantenimiento preventivo, se piensa en: el intercambio de rodamientos, partes pequeñas desgastadas, cambio de lubricantes, inspección y limpieza.

Con este tipo de mantenimiento se reducen los tiempos perdidos, los paros innecesarios y el costo por reparación. Es por ello que con un buen plan de mantenimiento en los equipos de la planta, incrementa la productividad y la vida útil de los equipos.

Es necesario llevar un control de mantenimiento debido a que va acoplado con el control de inventario de repuestos y lubricantes. Con el control se planifica el tiempo necesario que se necesita para que se le dé un mantenimiento preventivo a un equipo. Además de preparar un repuesto en especial que se encuentre en inventario para el día establecido de realizar el mantenimiento.

En el Departamento de Mantenimiento se llevan los controles de los trabajos a realizar en un equipo determinado, los cuales se detallan en cada orden de trabajo generada. Adecuando para un mejor control, los trabajos que realiza cada taller por separado. Es por ello que para realizar la investigación de trabajos preventivos o de rutina, se separa en dos, siendo estos los del taller electromecánico y los del taller industrial.

Teniendo en cuenta que cada área especializada del taller de mantenimiento ejecuta trabajos diferentes para el mantenimiento de un equipo y que no son realizados en el mismo período, esto es debido a que los componentes del equipo realizan diferente tarea y puede ser que no estén fabricados del mismo material. En este caso son diferentes los elementos, uno es eléctrico y el otro es mecánico.

Para realizar la investigación se hizo en el área de clientes nuevos y los equipos que contiene esta área están mencionados en el inciso 2.4.1 de esta tesis.

Tabla II. **Frecuencias de mantenimiento preventivo eléctrico**

Frecuencias de Mantenimiento preventivo (m=mecánico) (e=eléctrico)							
Equipo	7 días	15 días	30 días	2 meses	3 meses	6 meses	Anual
Báscula aérea						m, e	
Banda de selección de pollo entero						e	
Báscula manual						m, e	
Banda alimentadora a cortadora automática						e	
Cortadora automática						e	
Banda de enganchado de cortadora						e	
Banda de selección de piezas						e	
Banda alimentadora de inyectora 1						e	
Inyectora de salmuera 1						e	
Banda alimentadora a inyectora 2						e	
Inyectora de salmuera 2						e	
Selladora de tambos						e	
Transportador de rodillos a cuarto frío(cámara 4)							

Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.

Tabla III. **Frecuencias de mantenimiento preventivo mecánico**

Frecuencias de Mantenimiento preventivo (m=mecánico) (e=eléctrico)							
Equipo	7 días	15 días	30 días	2 meses	3 meses	6 meses	Anual
Báscula aérea							m
Banda de selección de pollo entero						m	
Báscula manual			m				
Banda alimentadora a cortadora automática					m		
Cortadora automática							m
Banda de enganchado de cortadora							m
Banda de selección de piezas						m	
Banda alimentadora de inyectora 1						m	
Inyectora de salmuera 1						m	
Banda alimentadora a inyectora 2						m	
Inyectora de salmuera 2						m	
Selladora de tambos					m		
Transportador de rodillos a cuarto frío(cámara 4)			m				

Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.

### **2.1.5. Investigación sobre los trabajos extraordinarios en el mantenimiento**

Al mencionar trabajos extraordinarios se refiere a aquellos trabajos que no se tienen planificados y que por ser inesperados pueden provocar paros en la planta e interferir en los procesos de producción.

Estos tipos de fallas son los que provocan más costos en el Departamento de Mantenimiento, porque requieren ser solucionados de la manera más rápida posible, provocando el consumo de materiales y de horas-hombre de los técnicos del Departamento.

A este tipo de mantenimiento se le denomina correctivo y es el que un Departamento de Mantenimiento debe de manejar lo menos posible, derivado por los costos que genera.

Al ser fallas que no se esperaban de parte de un equipo, pueden provocar que este tenga que ser desechado o cambiado parcialmente en algunos de los mecanismos. Degradando la eficiencia del equipo y el tiempo de vida útil que debería de tener.

Para evitar estas fallas siempre se deben de contar con herramientas de mantenimiento más modernas como lo son: Mantenimiento Productivo Total (TPM), predictiva o clase mundial.

Aunque manteniendo un programa de mantenimiento preventivo adecuado y que se ajuste a las necesidades del equipo, puede lograr que este tenga una vida útil alargada, aún más de lo que el fabricante tiene predicho.

Tabla IV. **Frecuencias de mantenimiento correctivo**

Frecuencias de Mantenimiento preventivo (m=mecánico) (e=eléctrico)							
Equipo	7 días	15 días	30 días	2 meses	3 meses	6 meses	Anual
Báscula aérea							m
Banda de selección de pollo entero						m	
Báscula manual							
Banda alimentadora a cortadora automática						m	
Cortadora automática					e	m	
Banda de enganchado de cortadora							m
Banda de selección de piezas							m
Banda alimentadora de inyectora 1							m
Inyectora de salmuera 1							m
Banda alimentadora a inyectora 2							
Inyectora de salmuera 2							
Selladora de tambos						m	
Transportador de rodillos a cuarto frío(cámara 4)							m

Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.

### **2.1.6. Requerimientos de instalación existentes**

Los requerimientos de instalación existentes se refieren a las condiciones en las que se trabaja en los talleres de mantenimiento de la planta procesadora, estas son esenciales para la realización de trabajos, por lo que es importante conocer la situación actual de las mismas.

A continuación se presentan los datos de estudios realizados en los talleres de mantenimiento, respecto a lo que es el ruido y la iluminación, además de mostrar lo que en las Normas cal/OSHA estandarizan en ambos aspectos.

#### **Iluminación**

Según la Norma Cal/OSHA sobre los niveles mínimos de iluminación (Title 8, California Code of Regulations, section 3317), se establece que el mínimo de iluminación en un área de trabajo es de 5 pie candelas ( $F_c$ ) que son el equivalente de 53,8205 lx.

Para determinar la equivalencia de pies candelas a lux se hace mediante la siguiente ecuación.

$$1 F_c = 10,764 lx$$

El estudio del taller en el día dio como resultado la cantidad de 1,600 lx máximo y en los lugares más apartados dio el mínimo de 60 lx, por lo que se acepta las condiciones de iluminación durante el día, ya que no hay lugar en el taller que proporcione un valor menor. A continuación se presenta la tabla de dicho estudio.

Tabla V. **Estudio de iluminación en taller de mantenimiento (día)**

Elemento	Cantidad de iluminación en lux
Mesa central	1600
Torno	1250
Fresa	1675
Afiladora	970
Mesa área eléctrica	60
Mesa área electrónica 1	115
Mesa área electrónica 2	120
Mesa reparaciones pequeñas	260
Mesa reparaciones grandes	1160

Fuente: elaboración propia.

Durante la noche el taller enciende las lámparas fluorescentes de la marca Ruud Lighting que poseen una capacidad de 2 000 lúmenes por tubo y posee un total de 16 tubos y sabiendo que el equivalente a  $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$ .

Conociendo de la sección 1.1.6 de la presente tesis que el valor del área de taller es de  $142 \text{ m}^2$ , se realiza la siguiente operación:  $(2\ 000 \text{ lúmenes}/142 \text{ m}^2)$  (16 tubos fluorescentes) = 225 lux, por lo que en todo el taller hay una cantidad de 225 lux que son suficientes para desempeñar los trabajos.

## Ruido

Según la norma Cal/OSHA sobre los niveles de ruido permitidos (Title 8, California Code of Regulations, sections 5095 – 5100), ha establecido que el límite máximo para el ruido es de 90 dB durante un período de trabajo de 8 horas.

El estudio en el taller tomado con decibelímetro respecto a la contaminación sonora proporcionó como resultado en ambos talleres la cantidad de 83,4 dB por lo que se toma como un nivel soportable dentro de los talleres.

### **2.1.7. Control de innecesarios**

El taller de mantenimiento tiene como control de innecesarios, vender todos los restos metálicos convertidos en chatarra, luego de que estos sean guardados en una bodega que no se encuentra dentro del perímetro del taller. Todo lo que no sea metálico es desechado y retirado de la planta por el servicio de extracción de basura, incluyendo las pinturas en aerosol.

Por parte del Área Administrativa todos los papeles son desechados a la basura. Y no cuenta con un control de elementos innecesarios, debido a que no se acumulan por mucho tiempo.

El control de innecesarios no es tomado como un factor para la reducción de gastos y de comodidad para los que pertenecen al área de mantenimiento, por lo que todos los procesos que se llevan a cabo se manejan de una forma que implica que se tome más tiempo para la culminación del mismo.

### **2.1.8. Limpieza y orden del área de Mantenimiento**

Existe un manejo de la limpieza y orden del área de Mantenimiento, pero este es alterado cuando se realizan trabajos de manejo de aceite y refrigerantes.

En el Área de Taller es muy poca la limpieza, ya que la realizan los técnicos que se encuentran de 8 a.m. a 8:30 a.m. si están libres de trabajo.

En el Área Administrativa la limpieza se realiza todos los días de 6:45 a.m. a 7:15 a.m., realizada por una persona. De esta misma manera la limpieza de los baños se realiza de 8:45 a.m. a 9 a.m. y en la tarde de 3:30 p.m. a 3:45 p.m.

El equipo de cómputo tiene el mantenimiento y limpieza programado una vez al mes por una empresa externa.

El orden del área está bajo la responsabilidad de la persona designada en cada puesto, esto es en el área administrativa. Mientras que en el Área Técnico-laboral está a cargo de los técnicos al realizar un determinado trabajo.

### **2.1.9. Revisión de instalaciones con las debidas especificaciones de manuales de máquinas**

En la revisión de maquinaria existente en el taller de mantenimiento se determina que se encuentran en lugares bien iluminados y con una excelente ventilación, en cambio con lo que respecta al ruido se produce reverbero dentro del taller y provoca que cuando realicen un trabajo se escuche con más intensidad y sea molesto para los demás técnicos.

Ambos talleres se encuentran ordenados de una manera que solo los técnicos puedan encontrar lo que necesitan y en muchas ocasiones con el más mínimo cambio de posición provoca que se pierda mucho tiempo en la búsqueda y utilización de lo requerido. El orden es una comodidad del técnico y no aporta a que el taller se mantenga con el suficiente espacio libre y más cómodo para la realización de un trabajo.

La limpieza es otra comodidad del taller, esto es debido a que cada técnico es el responsable de mantener el área limpia. Los técnicos al terminar de realizar un trabajo no limpian el área usada de una forma inmediata y esto puede provocar que existan condiciones inseguras y se produzcan incidentes, hasta incluso pueden existir accidentes si no se tienen las medidas adecuadas para la realización de procesos de trabajo de mantenimiento.

La maquinaria en el taller de mantenimiento carece de manuales de fabricantes, por lo que no se puede determinar las deficiencias que contienen cada una, además que no se les aporta el mantenimiento preventivo correspondiente, esto provocará que la maquinaria y equipo falle en un determinado proceso por lo que se propone un plan de mantenimiento en el siguiente capítulo para los equipos y máquinas usadas en los talleres de mantenimiento de la planta procesadora AVSA.

La cimentación de máquinas es inexistente dentro del taller, debido a que solo la fresadora es la única que tiene un peso grande y contiene movimientos del cabezal que provoca fuerzas dinámicas en la base. Es necesario que en próximas instalaciones se tomen en cuenta estos factores, porque pueden producir daños a la infraestructura del taller.

Una deficiencia es la ubicación de la bodega de equipo, se encuentra en un área muy alejada de los técnicos y provoca pérdida de tiempo de ejecución de trabajos de mantenimiento. Por otro lado, se tiene un mejor control del equipo, evitando que este haga falta cuando se desea realizar un trabajo.

Con el manejo de cajas de herramientas para el uso de cada técnico se descentraliza la necesidad de tener toda la herramienta dentro del taller y la falta de esta para realizar un trabajo, ya que cada técnico tiene la herramienta necesaria y no tiene necesidad de buscar en otro lugar.

## **2.2. Seguridad industrial**

La seguridad industrial de la empresa AVSA es manejada bajo el Comité de Seguridad. Este comité es el encargado de velar por las normas de seguridad e higiene industrial que tienen que llevar los procesos dentro de la planta procesadora.

El Comité de Seguridad lleva el control de incidentes y accidentes que se producen dentro de la planta.

Cuando se produce un accidente los encargados del comité verifican el área en donde ocurrió, hacen observaciones para verificar si el accidente fue provocado por la persona o porqué estaba en una condición insegura. Si existe una condición insegura, se hacen los ajustes para que sea eliminado.

El Comité tiene asignado a un grupo selecto de personas, las cuales fueron capacitadas por una empresa externa sobre primeros auxilios y medidas de contingencia. Estas personas están bajo constante capacitación y son las encargadas de ser las primeras en prestar ayuda en cuando se le necesite. Son identificados por un casco de color rojo y se les denomina: brigadistas.

Todo brigadista tiene por obligación el uso de un casco de color rojo dentro de la planta procesadora, para la pronta identificación en cualquier circunstancia.

De la misma manera, todo el personal de la planta procesadora es capacitada por el médico de la clínica, en donde se les instruye de la forma de actuar en un caso de accidente y de cómo poder ayudar en el mismo.

Para el control de lo que sucede en la planta se mantiene un cartel en las instalaciones externas del Área de Administración, en donde se indica la cantidad de veces que han ocurrido accidentes durante un período mensual. En este control también se muestran las áreas en donde ocurrió el accidente y la severidad del mismo.

### **2.2.1. Estadísticas de accidentes**

Las estadísticas de los accidentes laborales dentro de la planta procesadora son archivadas por la persona encargada y designada por el comité de seguridad industrial. Además de ser archivadas, también son mostradas para que todo el personal este enterado de las mismas.

Estas estadísticas son tomadas mensualmente y también indican el área en donde se produjo el accidente.

Se manejan bajo el control de semáforo en donde el color verde se muestra para indicar que no hubo accidente, el color amarillo indica que solo hubo un accidente o dos y el color rojo indica que hubieron tres accidentes o más.

Las áreas en las que se distribuye la planta son: muelle, cámaras, mantenimiento, patios, proceso, lavado de canasta, transporte y oficinas administrativas.

Cuando ocurre un accidente es mostrado en el control visual que está en el exterior del área de oficinas administrativas, se lleva el conteo mensualmente y con el paso del mes se vuelve a iniciar. En el mismo control visual, también se lleva el control anual de los accidentes ocurridos dentro de la planta, pero solo

lleva un conteo y no muestra el área en donde ocurrió el accidente, ni el tipo de accidente.

El área que muestra más accidentes dentro de la planta es el área de producción, esto es debido a que se manejan muchas condiciones inseguras y no han sido eliminadas en totalidad.

### **2.2.2. Equipos de Protección Personal (EPP)**

Está elaborado para la prevención de un accidente durante la realización de un trabajo, además de proteger partes vitales de la persona que ejecuta el trabajo. Los EPP han ido evolucionando, esto en gran parte, para que la persona que la usa tenga un mejor confort y se sienta más segura de realizar un trabajo.

Los EPP son elaborados con materiales que son especiales y con especificaciones certificadas por empresas reconocidas mundialmente y que se dedican al estudio de la seguridad e higiene industrial. Toda empresa es responsable de la compra del EPP para el personal.

El EPP usado en el área de talleres del Departamento de Mantenimiento es:

- Casco industrial
- Gafas de protección
- Gabachas para soldar
- Cinturón
- Careta de soldadura
- Guantes
- Botas industriales

La seguridad del técnico de mantenimiento depende en la manera en que desempeña el trabajo, puede ser que logre realizar de una mejor manera o se sienta incómodo por el EPP que está usando. Para evitar que un EPP sea un motivo para realizar un trabajo de una mala manera, se deben de pedir EPP a los proveedores que cumplan con las especificaciones que se necesiten.

### **2.2.3. Sistemas de seguridad en las máquinas y procesos**

Se manejan los sistemas de seguridad básicos en cualquier proceso sin que sean monitoreados o supervisados.

Cuando se habla de sistemas de seguridad, se refiere a los dispositivos que sirven para detener una máquina y evitar que siga ejecutándose. Esto garantiza la seguridad del operario, mientras realiza una inspección o rutina de mantenimiento.

Actualmente se usan estos dispositivos para todo tipo de interruptor o dispositivo de encendido en una máquina.

Las máquinas del Área de Producción cuentan con el respectivo botón de paro de emergencia, para que el personal pueda detener la máquina en caso de un imprevisto. Esto es importante, debido a que las máquinas son operadas por el personal de producción y no por los supervisores.

Toda la maquinaria del taller no cuenta con sistemas de paro, esto es debido a que los interruptores de las máquinas están a la vista y a la mano del técnico de mantenimiento.

Los procesos de mantenimiento se llevan a cabo sin ningún tipo de seguridad preventiva, además de que la seguridad del proceso es llevada por el técnico.

#### **2.2.4. Medidas preventivas y correctivas de seguridad industrial**

Las medidas preventivas actuales son afiches que indican el uso de equipo de protección, pero no hay personal que se encargue de velar que se mantengan estas medidas. Los técnicos del taller son los encargados de protegerse ante cualquier condición insegura que exista dentro del taller como en el área de producción.

Las capacitaciones son parte esencial en la instrucción de los técnicos para la seguridad personal en la realización de trabajos, dentro y fuera del taller, estas capacitaciones aportan conciencia a los técnicos y provoca que realicen el trabajo con las precauciones debidas.

Dentro del área de calderas se almacenan mascarillas en un cajón especial y que solo debe usarse en casos de fuga de amoníaco. Estos cajones están ubicados en cuatro partes estratégicas y de fácil acceso a las mismas.

También cuenta con un sistema de regadera, para uso en caso de una fuga de amoníaco y de tener contacto con el búnker (combustible de caldera). La ubicación de la regadera es en el Área de Calderas y se encuentra cerca de una puerta de evacuación.

En toda la planta se tienen dos trajes especiales que cuentan con tanque de oxígeno, botas de hule especiales y el traje. Este traje especial se usará en caso de realizar un rescate o para ingresar a la planta por algo especial.

La planta procesadora AVSA cuenta con servicio de clínica médica, que está al servicio de toda la planta, contando con médico que puede diagnosticar si el paciente puede laborar o no. Atiende casos de enfermedad común y si se llegará a tener un caso de accidente leve, también puede ser atendido. En caso de que el paciente no puede laborar o por la gravedad del padecimiento es trasladado al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).

Como medida correctiva se guarda un botiquín con requerimientos deficientes y no está completo. Existe un botiquín en cada taller de la planta y cuenta con los siguientes elementos: acetaminofén, agua oxigenada, curitas, gasa, Kolit, micropore, Miolaxin, Oftina, Maalox, guantes desechables. Los cuales no cumplen con las medidas de seguridad e higiene industrial.

Según el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en el Acuerdo 1414 en cumplimiento del artículo 60 del Reglamento sobre Protección Relativa a Accidentes en General y de los artículos 198 y 204 del Código de Trabajo, los botiquines del taller de mantenimiento de la planta procesadora AVSA deben de ser regidos bajo el artículo 5 de dicho acuerdo (ver anexos).

En la planta procesadora se maneja lo que es el comité de seguridad, que es el que vela por la seguridad e higiene de todos los trabajadores de la planta procesadora. Este comité designó a un grupo seleccionado para formar el equipo de brigadistas.

Los brigadistas son los encargados de llevar las medidas correctivas de seguridad industrial, con la capacitación en los temas de primeros auxilios, manejo de extintores y control de situaciones. Son las personas indicadas para llevar estas medidas en caso de un accidente.

Todos los brigadistas se mantienen a la espera de brindar ayuda en caso de accidente, pero ninguno colabora en la prevención, por lo que es necesario que existan personas encargadas que velen por la seguridad de la planta y que formen un papel importante en reducción de accidentes.

### **2.3. Inventarios**

Al conocer la situación actual de los inventarios se pueden hacer propuestas que mejoren los mismos y que sea de utilidad para aumentar el rendimiento dentro del taller.

#### **2.3.1. Inventario de herramientas y equipo**

El inventario de herramientas sirve para que en el Área de Mantenimiento estas se encuentren a la disposición y en un lugar reconocible por los técnicos de mantenimiento, además de poseer la cantidad necesaria de una misma herramienta para cuando se realicen procesos de trabajo que impliquen el uso de la misma herramienta.

En el taller de mantenimiento no se maneja un inventario sobre herramientas con el control esperado. Esto indica que se pierde un tiempo en búsqueda de cualquier herramienta necesaria para realizar un determinado trabajo además de no contar con una cantidad de herramienta para evitar paros innecesarios en la ejecución de trabajos.

Cada técnico de mantenimiento es el encargado de llevar el inventario de herramienta, esto es debido a que cada uno de ellos cuenta con una caja de herramientas. Esta caja de herramientas contiene todo lo básico como puede ser: destornillador phillips y castigadera, alicate, martillo, *bice-grip* y llaves de diferente medida.

Los equipos manuales son guardados en el Área de Bodega y son inventariados y controlados por el personal de bodega, provocando que los técnicos de mantenimiento tengan que ir a traer el equipo que necesitarán para realizar un trabajo.

Este tipo de situación provoca una pérdida de tiempo en la ejecución de trabajo, pero conlleva a un mejor control de los equipos y herramienta pesada que usan los técnicos del taller de mantenimiento.

### **2.3.2. Inventario de repuestos y lubricantes**

Este inventario también es llevado por una extensión independiente del taller de mantenimiento y es controlada por el Área de Bodega.

La mayor parte de repuestos son pedidos fuera del país, debido a que la maquinaria que se usa en el Área de Operaciones no son fabricadas en el país. Estos repuestos son los que llevan un mayor control y los que muchas veces faltan, causado por el tiempo que tarda en la exportación. Por lo que provoca paros de la maquinaria.

Se puede decir que manejan un inventario ABC, porque tienen el conocimiento de los repuestos que se usan poco y de los que se usan mucho, además de la importancia de cada uno.

Pero no está establecido ni controlado como el tipo de inventario ABC, sino es un control de inventario en donde las personas encargadas ya conocen los repuestos más usados.

Las grasas y lubricantes son manejados por el Área de Bodega y llevan un control de inventario similar al de repuestos. Se mantiene un *stock* bajo que provoca que muchas veces falte el lubricante o grasa que se desea usar. Dejando que un técnico no pueda realizar el trabajo por la falta del lubricante o grasa a usar.

## **2.4. Equipo**

De la misma manera que en un inventario de insumos, se debe de tener un buen control de los equipos que existen y se manejan en el taller de mantenimiento.

### **2.4.1. Equipo de producción**

La planta procesadora maneja equipos que la mayor parte son idénticos. Y para el siguiente estudio solo se tomará en cuenta los que conforman el área de cliente especial.

- Báscula aérea
- Banda transportadora
- Báscula manual
- Destazadora automática
- Inyectadora
- Selladora

### **2.4.2. Equipo de mantenimiento**

En el área de mantenimiento, la maquinaria existente es:

- Amoladora
- Esmeriladora
- Barreno
- Fresadora
- Torno
- Sierra circular
- Prensa de banco
- Equipo de soldadura TIG

### **2.4.3. Cimentación y montaje de equipo actual**

Ningún equipo actual está bien cimentado ni está aislado de contaminación sonora como vibratoria, tanto en el Área de Producción al igual que en el área de talleres del Departamento de Mantenimiento.

Los equipos que se manejan producen contaminación auditiva y la mayoría de ellos no pueden ser aislados, esto es debido a que el personal de operación está en contacto directo y esto evita que sean aislados.

Algunos equipos del Área de Calderas y de Refrigeración se encuentran montados en una cimentación de base de concreto, pero no lleva un aislante adecuado ni las especificaciones dadas por el fabricante para la cimentación.

En el área de refrigeración se encuentran equipos, como condensadores y evaporadores, estos equipos producen una contaminación auditiva y además de vibraciones excesivas que pueden provocar fallas en equipos colindantes, al igual que en estructuras de la edificación.

Algunos de estos equipos llevan en la cimentación una base de caucho, pero esta base no tiene las especificaciones para aislar la vibración del equipo, esto puede derivar en fallas futuras hacia el equipo.

El estudio de vibraciones es muy común en el mantenimiento predictivo, porque puede predecir las fallas que obtendrán los equipos, antes de que estos sucedan. Gracias a este tipo de mantenimiento se puede contrarrestar el tiempo perdido por los paros innecesarios del equipo cuando se produce una falla y tiene que ser reparada.

### **3. PROPUESTA PARA UNA MEJOR ADMINISTRACIÓN Y EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

#### **3.1. Evaluación de desempeño**

La evaluación de desempeño demanda estándares, que constituyen los parámetros que permitirán mediciones más objetivas y con los que se obtendrán los resultados para establecer las mejoras que tengan los procesos de trabajo.

##### **3.1.1. Estándares de desempeño**

Estos estándares solo servirán para medir el rendimiento actual, en el cual trabaja el Departamento de Mantenimiento y localizar los posibles fallos que se tienen al elaborar los procesos de mantenimiento de parte de los técnicos del taller.

Dependiendo la calificación es como se deben de tomar las decisiones para obtener mejoras y que el desempeño del taller de mantenimiento se mantenga en un rango deseado.

En la tabla VI se muestran los estándares que se trabajarán en la evaluación de desempeño y con los que se mostrará el desempeño del taller de mantenimiento.

Tabla VI. **Estándares de desempeño**

Calificación	Descripción
Sobresaliente (escala A)	El trabajador tiene la máxima prioridad para promociones, siempre y cuando cumpla los requisitos establecidos. Se le deberá felicitar por escrito y figurará en los medios informativos de la Institución (Boletín informativo, Memoria de Labores, etc.). Candidato a capacitación para su desarrollo en las áreas de oportunidad identificadas.
Muy Bueno (escala B)	El trabajador tiene prioridad después de (A) para promociones, siempre y cuando cumpla los requisitos establecidos. Se le deberá felicitar por escrito. Candidato a capacitación para su desarrollo en las áreas de oportunidad identificadas.
Bueno (escala C)	El trabajador tiene un desempeño aceptable, es candidato a programas de capacitación para su nivelación y desarrollo, tiene oportunidad para promociones, siempre y cuando cumpla los requisitos establecidos y no existan candidatos catalogados en las escalas A y B.
Regular (escala D)	El trabajador necesita mejorar su desempeño, es candidato a participar en programas de capacitación para su nivelación, para lo cual se procederá a asignarle un período de tres meses después de la evaluación para que modifique y/o mejore su desempeño; caso contrario podrá abírsele expediente disciplinario por incumplimiento de sus funciones y responsabilidades.
Deficiente (escala E)	El trabajador no realiza bien su trabajo por incumplimiento de sus funciones y responsabilidades; podrá abírsele expediente disciplinario

Fuente: ALVARADO CIFUENTES, Arnaldo Ademar. Modelo de evaluación del desempeño para una empresa de capacitación. p. 47.

En la evaluación de desempeño se deben de tomar ciertos criterios que concuerden con los procesos de trabajo que realizan los técnicos del taller de mantenimiento.

Estos criterios deben de indicar el rendimiento deseado que deben de tener los técnicos para que la evaluación tenga un buen indicador.

La medición de desempeño será una buena medida de calificación cualitativa hacia los técnicos de mantenimiento e indicará cuál es la capacidad para realizar un proceso de trabajo en las condiciones en las que se desempeña, que pueden ser tanta físicas como psicológicas.

Los criterios son tomados especialmente para medir a los técnicos de mantenimiento y conocer en cuáles de ellos se mantiene un valor alto y en cuál de ellos se encuentra en un valor deficiente.

Los estándares mencionados en la tabla (ver tabla VI) son los que se usarán en las evaluaciones de desempeño sin realizar medidas por la calificación que obtengan los técnicos en las respectivas evaluaciones.

En la tabla VII se muestran los criterios a usar en la evaluación de desempeño, los cuales solo serán un reflejo de la capacidad que tiene el técnico al realizar el trabajo en el taller de mantenimiento.

Tabla VII. **Criterios de evaluación**

CRITERIO	DEFINICIÓN
Actitud hacia el jefe	Grado en que obedece y cumple con los requerimientos de su jefe.
Autocontrol	Capacidad de controlar sus emociones ante cualquier situación.
Capacidad analítica	La capacidad que tiene el trabajador de evaluar las causas y efectos de las situaciones que se presentan, y de dar solución a las mismas.
Capacidad Física	La capacidad para realizar el trabajo medido en tiempo y desempeño.
Comunicación	Actitud del trabajador a proporcionar y recibir información, y el uso que hace de la misma.
Conocimiento del Trabajo	Grado en que el trabajador conoce la información, técnicas y procedimientos necesarios para el desempeño de su función.
Cooperación	Grado en que brinda ayuda a sus compañeros de trabajo en actividades propias y ajenas a sus funciones.
Coordinación	Capacidad de organizar eficientemente sus actividades y recursos.
Habilidad Manual	Capacidad del trabajador para realizar su trabajo con el uso de sus manos
Manejo de conflictos	Capacidad de analizar y manejar situaciones de conflicto.
Productividad	Cumplimiento de los objetivos propuestos con el uso óptimo de los recursos.

Fuente: ALVARADO CIFUENTES, Arnaldo Ademar. Modelo de evaluación del desempeño para una empresa de capacitación. p. 57.

### **3.1.2. Mediciones de desempeño**

Son los sistemas de calificación de cada proceso. Deben ser de uso fácil, ser confiables y calificar los elementos esenciales que determinan el desempeño. Para realizar la evaluación de desempeño dentro de un Taller de Mantenimiento se usan diferentes tipos de mediciones, a los que se está acostumbrado a usar en Áreas Administrativas o de Operaciones.

Los factores que se usarán son los requeridos para el siguiente estudio y no serán tomados como parte de una evaluación hacia el técnico de mantenimiento sino como una fuente de información para poder realizar cambios futuros en los procesos y de esta forma poder mejorar el desempeño del taller de mantenimiento.

En la tabla VIII se muestra el resumen de la evaluación que servirá para publicar los aspectos en los que cada técnico tiene mayor capacidad para realizar el trabajo y el porcentaje de todos los aspectos evaluados.

Las evaluaciones de desempeño serán realizadas mediante el apoyo del supervisor de mantenimiento, esto es con el fin de tener una opinión exacta del rendimiento de los técnicos.

La propuesta de la evaluación de desempeño (ver apéndice) mostrará el rendimiento en el que se manejan los técnicos de mantenimiento en la elaboración de los procesos de trabajo.

Tabla VIII. **Resumen evaluación de desempeño del taller**

Resumen evaluación de desempeño (taller)	
<b>Factor</b>	<b>Punteo</b>
Actitud hacia el jefe	
Autocontrol	
Capacidad analítica	
Capacidad Física	
Comunicación	
Conocimiento del Trabajo	
Cooperación	
Coordinación	
Habilidad Manual	
Manejo de conflictos	
Productividad	
Puntaje Total	
<b>Porcentaje</b> (total/55*100)	

Fuente: elaboración propia.

Al tener la calificación cuantitativa del resumen, se pasa a hacer una ponderación de factores como se muestra en la tabla IX, esta ponderación se hace mediante rangos porcentuales que dará una calificación cualitativa del evaluado.

Esta nueva ponderación indicará el rendimiento en el cual se maneja el taller de mantenimiento y poder identificar elementos en los que no se logran alcanzar los resultados esperados y tomar decisiones para lograr que el rendimiento se mantenga en un estándar deseado.

Tabla IX. **Ponderación de factores**

Ponderación de factores	
Calificación	Rangos
Sobresaliente	91% - 100%
Muy Bueno	76% - 90%
Bueno	61% - 75%
Regular	51% - 60%
Deficiente	0 - 50%

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.3. Elementos subjetivos del calificador**

Las mediciones subjetivas del desempeño pueden provocar distorsiones en la calificación. Estas distorsiones pueden ocurrir con mayor frecuencia cuando el calificador no logra conservar la imparcialidad en varios aspectos:

- Los prejuicios personales: sucede cuando el calificador no mantiene buenas relaciones interpersonales y la calificación queda abierta a la interpretación. Dejando que factores independientes del desempeño real, sean utilizados para la calificación (edad, raza, sexo, etc.).
- Efecto de acontecimientos recientes: este tipo de medición se toma por parte del calificador, cuando solo toma en consideración los hechos ocurridos recientemente por el evaluado, ya sean buenos o malos. Para evitar este tipo de tendencia, el calificador también debe de tomar en consideración el historial del evaluado.
- Tendencia a la medición central: esto pasa cuando se trata de evitar los números extremos en la calificación y se brinda una calificación hacia los puntos medios.

- Efecto de halo o aureola: ocurre cuando una característica determinada influye en la calificación con respecto a otras características. Muchas veces haciendo la evaluación sin haber observado el desempeño, simplemente calificándolo por el apego que tiene el calificador con el evaluado.
- Interferencia de razones subconscientes: cuando el calificador no se siente cómodo con el ambiente laboral y desea agradar o ser estricto con los evaluados, puede dar calificaciones que no son las correctas debido al estado emocional.
- Métodos para reducir las distorsiones: se debe de tomar en consideración que para lograr tener una evaluación que cumpla con las especificaciones y que aporte una calificación seria del desempeño de los evaluados, hay que conocer las distorsiones que pueden provocar una mala calificación en la evaluación del desempeño. Para conocer las distorsiones hay que buscar la fuente de la distorsión, explicar a los calificadores la importancia que tiene la evaluación y hacer que los calificadores hagan varias evaluaciones de práctica.

### **3.2. Reducción de riesgos y condiciones inseguras**

En un taller de mantenimiento debe de existir un control de las condiciones inseguras que existen y la existencia de reglas internas.

#### **3.2.1. Reglas de seguridad dentro del taller**

En un taller de mantenimiento se mantiene siempre una posibilidad alta de que ocurra un accidente. Para reducir esta condición se eliminan las posibles condiciones inseguras que se encuentren dentro del taller, debido a la falta de limpieza y orden. Se mantiene un control semestral de innecesarios que se

encuentre en los talleres, así como una buena coordinación con el Área de Bodega para llevar el control de inventario de repuestos y herramientas en condiciones óptimas.

Como medida de seguridad se puede establecer que exista una persona encargada de la seguridad dentro del taller usando el método de seguridad casco naranja, el método consiste en identificar a una persona con un casco de seguridad de color naranja que cambiará de portador semanalmente, esta persona lleva consigo una hoja de reporte (ver apéndice) e identificará todas las condiciones y actos inseguros dentro del horario de labor durante la semana que porte el casco naranja, esta hoja de reporte la deberá de entregar al encargado de tabular datos en el Departamento de Mantenimiento y esta persona, a la vez, deberá de enviar los resultados mensuales al comité de seguridad industrial de la planta procesadora, para que vean, analicen y resuelvan las condiciones inseguras con las que trabajan en el Área de Talleres de Mantenimiento y en ocasiones en el Área de Operaciones.

El método de seguridad puede ser considerado innecesario y para ello se responden dos interrogantes que se hacen para la implementación de un nuevo método, el ¿por qué se tiene que hacer? y el ¿para qué se hace?

¿Por qué se tiene que hacer?

El método sirve para controlar las condiciones y actos inseguros que se manejan dentro del taller, asimismo, los que se manejan en el Área de Producción.

Este método permite que las personas involucradas en los procesos de trabajo se den cuenta por sí mismos de los riesgos que conlleva realizar el trabajo y formen parte de la solución.

Si el personal que forma parte del Área de Mantenimiento no se da cuenta de las condiciones inseguras en las que se trabaja, no trabajará de una forma eficiente y con una confianza excesiva, que puede terminar en un incidente o en un accidente.

¿Para qué se hace?

Este método se necesita para reducir riesgos que a los ojos de un miembro del comité de seguridad no puede ser perceptible. Esto es debido a que no están familiarizados con las instalaciones en las que trabajan los técnicos cuando realizan las órdenes de trabajo a diario. Los miembros del Comité de Seguridad de la planta pueden conocer las instalaciones, pero no con una visión crítica.

Los técnicos y operadores de la planta son los que conocen a profundidad los riesgos a los que están acostumbrados a trabajar, pero no tienen un sitio a donde reportar estas condiciones, es por ello que es necesario un método como este, para lograr la identificación de condiciones inseguras dentro de la planta y reducirlas.

La implementación del método, crea una cultura entre todo el personal, al ser los encargados del bienestar y seguridad propio, esto debido a que identifican las condiciones inseguras en las que trabajan y respetan más las normas de seguridad industrial, incrementando la seguridad y el uso del EPP correspondiente en cada área.

Al conocer las condiciones en las que se realiza un proceso de trabajo produce un ambiente agradable, porque provoca que se elimine un miedo que se tenga en el área de trabajo.

El técnico de mantenimiento tendrá una responsabilidad más con la empresa, esto es debido a que es el encargado de identificar los peligros en los que se encuentran los compañeros de trabajo, provocando a que tenga un compromiso y que sienta ser parte del desarrollo de la planta.

### **3.2.2. Control de espacios libres dentro del taller**

Para poder controlar los espacios libres se crean controles visuales por medio de la herramienta de software Microsoft Visio y se mantienen a la vista en un lugar donde todos los técnicos y personal ajeno al taller puedan ubicar toda la maquinaria y elementos que contengan los talleres.

Con los controles visuales se mantiene en constante revisión el lugar de trabajo, obligando que el área siempre permanezca de esta forma permanentemente, con excepción de que exista un cambio de equipo y que necesite ser ubicado en otra sección del Área de Taller.

El control visual tiene que ser de fácil entendimiento y que especifique con detalles gráficos a cada elemento que se encuentra dentro del taller, esto facilitará la rápida ubicación del elemento y si no se encuentra dentro del área.

Los espacios libres siempre quedarán disponibles y en el mismo lugar dentro del área, evitando que exista un desorden y que se desaprovechen estos espacios.

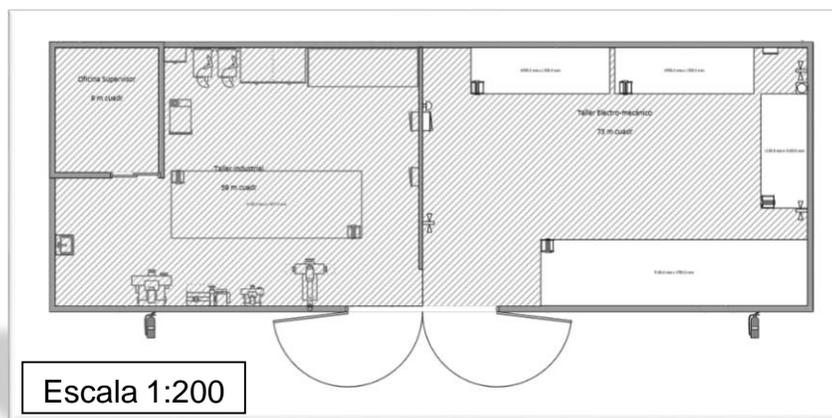
Cuando se conocen los espacios libres en un área permite el uso adecuado de las instalaciones y la fácil ubicación de nuevos equipos, evitando pérdidas de tiempo y desacuerdos futuros entre los del personal del Área de Mantenimiento.

Un área ordenada evita condiciones inseguras y evita los accidentes que se pueden producir dentro del taller de mantenimiento, asimismo, reduce los gastos innecesarios por accidente.

En la figura 5 se muestra la propuesta del control visual a implementar en el Área de Taller industrial.

En esta propuesta se observan los lugares en los que se encuentran los elementos que forman parte del área del taller industrial y del taller electromecánico.

Figura 5. **Propuesta de control visual para el taller industrial y electromecánico**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

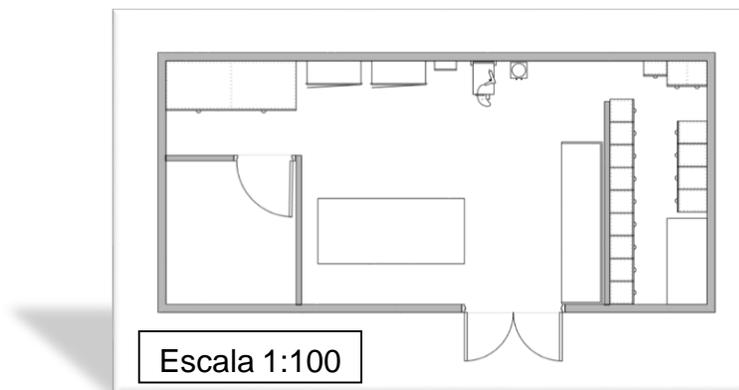
En este control visual también se denotan los elementos de prevención de seguridad industrial, como lo son los extintores y botiquines.

El taller industrial y electro-mecánico tienen espacios libres adecuados a la realización de trabajos, pero en muchas veces, estos se ven bloqueados por elementos que se dejan dentro del taller y que son innecesarios, provocando que no sean utilizados y generando pérdidas de tiempo, al querer ubicar un elemento que si es necesario.

En la figura 6 se muestra la propuesta para el control visual del taller de calderas y refrigeración.

En este control visual se observan los espacios libres que contiene el taller y que en el mayor de los casos es obstaculizado por elementos que no son necesarios para el taller, provocando que se pierdan tiempos para realizar trabajos y que obstaculice el paso de los técnicos dentro del taller.

Figura 6. **Propuesta de control visual para el taller de calderas y refrigeración**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

En este control visual se puede observar que en el área de taller hay un espacio para lo que son los vestidores y área de lockers de los técnicos de calderas y refrigeración.

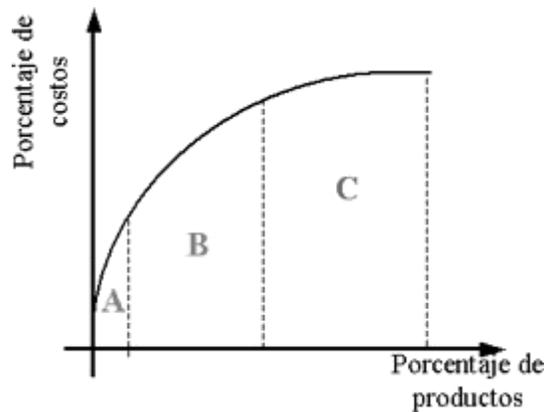
### 3.3. Control de inventarios

A continuación se presentan las propuestas para el control de inventarios para el Departamento de Mantenimiento.

#### 3.3.1. Clasificación ABC de los inventarios

Esta clasificación de inventarios está determinada por las condiciones de la ley de Pareto (80/20), que se puede usar fijando que el 80 % del costo en el inventario es el 20 % del material a usar.

Figura 7. Clasificación ABC mediante la Ley de Pareto



Fuente: <http://www.pdcahome.com/wp-content/uploads/2012/05/ABC.png>

Consulta: julio de 2013.

La clasificación A del inventario serán los elementos que forman el 80 % del costo de inventario, la clasificación B serán los elementos que formen el 15 % y la clasificación C serán los 5 % restantes.

### 3.3.2. Conteo cíclico para el mantenimiento de los inventarios

Una manera segura de validar el inventario es el conteo cíclico. Revisar cantidad, estado y la localización de los elementos en el inventario.

Haciendo un conteo cíclico bajo un programa semanal y sobre todo que sea una herramienta fácil de usar para el personal en el área de trabajo. El conteo cíclico es una opción que permite la detección de errores, hacer ajustes y actuar al momento en que se presentan. Es sobre todo, una técnica de carácter preventivo, porque al no encontrar las causas del problema se convertirá en una falla crónica. El siguiente ejemplo de 1 000 unidades clasificadas en tipo ABC muestra e ilustra la lógica de los conteos cíclicos:

Tabla X. **Ejemplo de conteo cíclico**

<i>Tipo</i>	porcentaje	unidades	frecuencia	conteos diarios	conteos semanales	conteos anuales
<i>A</i>	5	50	quincenal	27	126	7654
<i>B</i>	15	150	bimestral	14	85	3845
<i>C</i>	80	800	anual	5	24	1432
<i>Total</i>	100	1000		46	235	12 931

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto parte de la rutina semanal será programar los artículos a contar y hacer el ajuste al inventario a fin de darle exactitud al registro.

Para no consumir recurso humano excesivo en estas operaciones el recuento cíclico del inventario se debe materializar en una lista de recuento, en la que las distintas referencias a contar se vayan alternando para no tener que efectuar el recuento simultaneo de muchas de ellas. Se supone, por ejemplo, que se tienen las siguientes referencias:

Tipo A: artículo 001 con recuento semanal

Tipo B: artículo 002 y 003 con recuento quincenal

Tipo C: artículo 004 a 007 con recuento mensual

En estas circunstancias, la lista de recuento debería ser como la que se indica en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Lista de recuento**

LISTA DE RECUENTO	
Semana	Artículos a recontar
1	001-002-004
2	001-003-005
3	001-002-006
4	001-003-007
5	001-002-004
6	001-003-005
7	001-002-006
8	001-003-007
9	001-002-004
10	001-003-005
11	001-002-006
12	001-003-007

Fuente: elaboración propia.

Gracias a la lista se consigue realizar el recuento físico de solamente tres referencias cada semana, lo que permite optimizar recursos.

### **3.4. Ubicación de equipos**

Para la ubicación de equipos se propone una cimentación y montaje para la instalación de nuevos equipos.

#### **3.4.1. Cimentación y anclaje de nuevos equipos**

La cimentación es la parte que soporta la distribución de cargas que transmite una máquina de manera directa o indirecta, hacia la base en donde está establecido.

Comúnmente se usan bases de cemento para cimentar una máquina, pero no siempre es el material adecuado para una cimentación correcta. Para que exista una buena cimentación se deben de realizar estudios de contaminación auditiva y de vibraciones en las instalaciones, además de un estudio de suelos si lo amerita para que se puedan escoger los materiales a usar en la cimentación de una máquina.

Una buena cimentación provoca que todas las cargas que produce un equipo en el funcionamiento sean disminuidas y evita que provoque una vibración o hundimiento en donde se encuentre ubicada.

Basándose en el criterio de diseño de las cimentaciones, los equipos pueden clasificarse:

- Las que producen fuerzas de impacto, como son los martillos y las prensas.
- Las que producen fuerzas periódicas, como los compresores
- La maquinaria de alta velocidad, como las turbinas y los compresores rotatorios.
- La maquinaria especial, como por ejemplo los radares

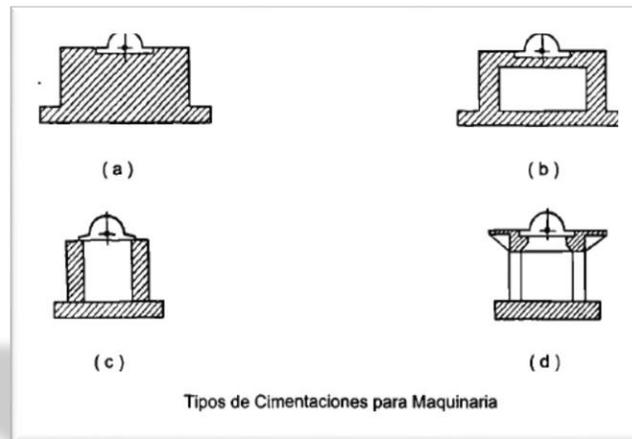
El estudio de las cimentaciones debe resolver tres principales problemas:

- Que los movimientos y la cimentación no sean excesivos, ya que originarían fallas y desperfectos en la operación propia del equipo.
- Que los asentamientos debidos a los efectos dinámicos estén dentro de los límites permisibles.
- Que se disminuyan o se eliminen las vibraciones transmitidas a través del suelo, que pudieran afectar a las personas, edificios u otra maquinaria.

Es por ello que la cimentación de equipos debe de ser considerada importante, porque tiene un costo reducido en comparación a la compra del equipo e instalación. El mal diseño y la falta de cimentación pueden provocar grandes daños al equipo y costos de reparación innecesarios.

En la siguiente imagen se puede apreciar los diferentes tipos de cimentación que se usan, dependiendo el peso de la máquina, fuerza y vibración para ejercer el trabajo.

Figura 8. **Tipos de cimentaciones**



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/54308631/Cimentaciones#download> Consulta: mayo de 2013.

A la vez, las cimentaciones pueden clasificarse atendiendo al tipo estructural, de la siguiente manera:

- Cimentaciones tipo bloque (usada para las máquinas que producen fuerza de impacto): que consiste de un pedestal de concreto que soporta a la maquinaria.
- Cimentación de tipo cajón (usada para las máquinas que producen fuerza periódica): consiste en un bloque de concreto hueco que soporta la maquinaria en la parte interior.
- Cimentación de tipo muro (usada para las máquinas que son de alta velocidad), formada por un par de muros que dan soporte a la maquinaria.
- Cimentación tipo marco (usada para las máquinas especiales), con base en columnas verticales que soportan en la parte superior una plataforma horizontal, la cual sirve de asiento a la maquinaria.

Las máquinas que se usan en la planta procesadora AVSA son las de alta velocidad y las que producen fuerzas periódicas, por lo que las cimentaciones adecuadas para este tipo de máquinas son las del tipo marco y bloque respectivamente.

Cuando se instale una nueva máquina en la planta procesadora, se debe de tomar en cuenta si la máquina está catalogada de alta velocidad o de las que producen fuerzas periódicas y realizar la cimentación adecuada para la misma.

En el caso de las máquinas de alta velocidad pueden desplegarse según la frecuencia y estas son de 0-300 rpm y de 300-1500 rpm a lo que la cimentación depende de esta característica.

Las máquinas que producen fuerzas periódicas como compresores deben de ser cimentados en el tipo bloque rígido, solo en casos especiales se usan resortes, debido a que la máquina produce mucha vibración.

De esta forma se debe de considerar en instalaciones futuras la cimentación a usar, es un costo adicional, pero relativamente bajo en consideración con lo que se gasta en instalación.

Al realizar la cimentación adecuada se logra que el equipo trabaje de una manera adecuada y no pierda el desempeño al realizar el trabajo, evitando costos de mantenimiento futuros como los costos de daños a la instalación debidos a la mala cimentación.

Algo que muchas veces se pasa desapercibido es el anclaje y el uso de los pernos, porque la mayor parte de veces solo son consideradas para la cimentación el anclaje tipo L y el tipo J.

Los pernos de anclaje tienen una función especial además que existen los que se funden con el cemento y los que son barrenables que dependen de la expansión para transferir la fuerza de tensión al cemento o al anclaje mecánico.

Los que se funden con el cemento dependen de la adherencia con el mismo y de la forma. Esto debido a que transmiten la fuerza de tensión con el cemento y deben de permanecer firmes.

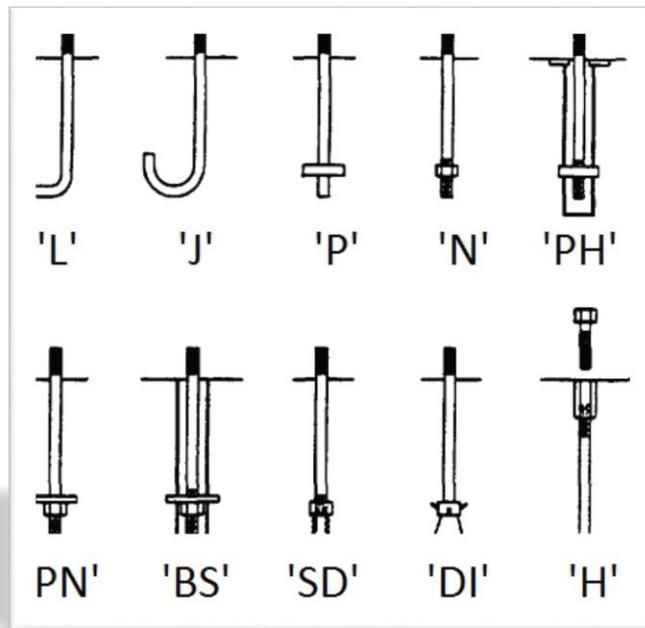
Todos los pernos deben de resistir las fuerzas a los que están sometidos, como las de corte, torsión y tensión.

El material del que están fabricados los pernos es comúnmente de acero al carbón y de aceros con aleaciones que lo vuelvan dúctiles, según sea el uso que se les dé.

El anclaje es esencial para el montaje de un equipo, porque evita que el equipo se salga del lugar y siempre se mantenga firme en la ubicación instalada. Hay diferentes tipos de anclaje que pueden hacer que un equipo se mantenga firme.

En la siguiente imagen se pueden apreciar los diferentes pernos que son usados para la cimentación de equipos industriales, tanto como los que son fundidos con la cimentación y los que tienen que barrenar la cimentación para luego ser fundidos.

Figura 9. Tipos de pernos para anclaje



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/54308631/Cimentaciones#download> Consulta: mayo de 2013.

### 3.4.2. Ubicación adecuada de equipos

La ubicación de equipos es esencial para que estos rindan de una manera eficiente, esto es debido a que condiciones de humedad, iluminación, ventilación, vibración, ruido y de espacio, provoquen que un proceso no se maneje en condiciones ideales y por ende no se logren maximizar.

Al aplicar un estudio de ubicación se establece si se está usando de la mejor forma los espacios de la maquinaria existente dentro del taller de mantenimiento.

Para la distribución de maquinaria existen tres tipos, los cuales son: producción por línea, funcional y grupos tecnológicos.

En el sistema de producción por línea, los equipos se ordenan según el orden de operaciones que se lleven a cabo para realizar un proceso, evitando en muchos casos que la MP retorne a un estado anterior. Con este tipo de distribución se logra que la producción sea elevada y que se realice en un tiempo mínimo.

Con el sistema funcional los equipos se agrupan según sea la función, formando Áreas de Maquinaria específica en donde se realice la misma operación con determinada pieza. En este sistema se tiene que llevar un mayor control del material y el manejo del mismo se vuelve compleja.

Por último, en los grupos tecnológicos los equipos se agrupan en un área según sean las operaciones que se deben de realizar para una pieza no importando el orden de las operaciones para realizarlas.

Comúnmente en un taller de mantenimiento se usa una distribución de maquinaria del tipo de grupos tecnológicos por los tipos de trabajos que se realizan dentro del mismo. Esto se debe a que muchas piezas deben de ser rectificadas, esmeriladas, taladradas, torneadas y fresadas, con órdenes diferentes según sea lo que se desea realizar en la pieza.

### **3.4.3. Montaje y mantenimiento de equipo**

Toda nueva maquinaria que se instale en el taller de mantenimiento necesita de un buen montaje, para ello se deben de respetar las condiciones en las que se trabaja y cumplir con las especificaciones del fabricante para el montaje del producto.

El taller de mantenimiento tiene una buena capacidad para montar equipos nuevos, esto debido a la altura que tiene la instalación. Considerando el espacio es un poco dificultoso para el ingreso de equipos grandes, por lo que debe de ser considerado a la hora de obtener un nuevo equipo para el taller.

Para lograr que el equipo se encuentre en una ubicación adecuada, se debe de tomar en cuenta la iluminación, el ruido, la ventilación y el espacio en donde será montado el equipo, porque se necesita de una buena forma que estos elementos sean bien aprovechados, para que el técnico del taller se encuentre en condiciones agradables y que no le resulte de ninguna manera que en el lugar en donde se ubica el equipo lo pueda perjudicar a la hora de realizar un trabajo.

El mantenimiento que se debe de realizar a los equipos que se encuentran en el taller es del tipo preventivo, la mayoría de los equipos son usados muy pocas veces y esto provoca que incremente la vida útil de los mismos.

A continuación se mostrarán unas tablas con el mantenimiento preventivo que se debe de realizar en los equipos y cuál es la frecuencia.

Tabla XII. **Plan de mantenimiento preventivo para la pulidora**

Tarea	Frecuencia
Inspección y limpieza de escobillas de carbón	6 meses
Inspección y limpieza de contactos	6 meses
Cambio de cojinetes	6 meses
Inspección de sistema eléctrico	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Plan de mantenimiento preventivo para el esmeril**

Tarea	Frecuencia
Inspección de sistema eléctrico	6 meses
Cambio de cojinetes	6 meses
Revisión de piedras abrasivas	3 meses
Revisión del interruptor	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Plan de mantenimiento preventivo para el barreno**

Tarea	Frecuencia
Inspección y limpieza de escobillas de carbón	6 meses
Inspección y limpieza de contactos	6 meses
Cambio de cojinetes	6 meses
Inspección de sistema eléctrico	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Plan de mantenimiento preventivo para la fresadora**

Tarea	Frecuencia
Revisión del sistema mecánico	3 meses
Mantenimiento a motores	6 meses
Lubricación	mensual
Inspección de sistema eléctrico	3 meses
Mantenimiento mayor	anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Plan de mantenimiento preventivo para el torno**

Tarea	Frecuencia
Revisión del sistema mecánico	3 meses
Mantenimiento a motor	6 meses
Lubricación	mensual
Inspección de sistema eléctrico	3 meses
Mantenimiento mayor	anual

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Plan de mantenimiento preventivo para la sierra circular**

Tarea	Frecuencia
Inspección y limpieza de escobillas de carbón	6 meses
Inspección y limpieza de contactos	6 meses
Cambio de cojinetes	6 meses
Inspección de sistema eléctrico	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Plan de mantenimiento preventivo para la prensa de banco**

Tarea	Frecuencia
Mantenimiento mayor	anual
Engrase	3 meses

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Plan de mantenimiento preventivo para el equipo de soldadura TIG**

Tarea	Frecuencia
Mida la resistencia de aislación que no debe ser inferior a 1MΩ	Anual
Revisión de tarjetas	Anual
Revisión eléctrica	Anual
Comprobación de ondas	Anual
Cable guía alimentador	Mensual
Cable de corriente	Trimestral
Conductor de gas	Trimestral
Flujómetros	Anual
Electroválvula	Anual
Cambio de pinza de tierra	Anual

Fuente: elaboración propia.

Al realizar el mantenimiento preventivo a los equipos del taller se estará evitando que en algún futuro cuando se desee realizar un trabajo en el equipo, este no se encuentre en condiciones para realizarlo y evitar paros innecesarios en el proceso de trabajo de mantenimiento.

### 3.5. Eficiencia en instalaciones mecánicas

La determinación de la eficiencia en las instalaciones mecánicas proporciona un valor que puede ser usado para futuras mejoras.

#### 3.5.1. Cálculo de eficiencia en instalaciones

En la planta procesadora AVSA se tienen dos tipos de instalaciones a evaluar, las cuales son: las líneas de vapor y las líneas de aire comprimido. Las cuales están distribuidas en todos los sectores de la planta. Usadas en mayor

parte para la limpieza de la planta pero sin ser el proceso que consume más vapor y aire.

Para determinar la eficiencia en una línea de vapor se debe de tomar en cuenta todo el sistema, desde el uso del combustible hasta el aislante térmico de la línea de distribución. En el caso del aire comprimido es desde el rendimiento del compresor, el tanque de almacenamiento y las salidas de la línea.

Para calcular la eficiencia de la línea de vapor se hace mediante la siguiente fórmula:

$$\eta = \epsilon_{\text{combustión}} - \text{pérdidas}$$

La anterior tabla se describe como: la eficiencia del sistema está dada por la diferencia de la eficiencia de combustión y las pérdidas del sistema de vapor.

La eficiencia de combustión se encuentra bajo el uso de la tabla de eficiencia de combustión del aceite combustible #6 (búnker) (ver anexos). Para poder usar los valores de la tabla se usan valores reales, los cuales son: la temperatura del aire de combustión, el exceso de aire y porcentajes de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en las condiciones originales de operación.

Para poder tomar estos valores se hace uso de un analizador de gases que muestra el exceso de aire que contienen los gases de la chimenea de la caldera y así poder medir la eficiencia de combustión. Muchas veces este analizador muestra el dato de eficiencia y ya no es necesario el uso de la tabla anteriormente mencionada.

Para el cálculo de la eficiencia de combustión en condiciones mejoradas se utiliza la misma temperatura y el porcentaje de aire u oxígeno mínimo permisible, determinándose de esta manera la nueva eficiencia de combustión.

A continuación se muestran los valores del exceso de aire permisible en los diferentes tipos de combustible.

Tabla XX. **Exceso de aire permisible**

Tipos de combustible	Método quemado	% Exceso de aire mínimo permisible
Gas natural		10 - 15
Propano		10 - 15
Horno de carbón		15 - 25
Aceite #2	Aire atomizante	20 - 30
Aceite #6 (búnker)	Aire atomizante	25 - 30
Carbón	Pulverizador	15 - 20
Carbón	Por alimentador	20 - 30

Fuente: Departamento de Mantenimiento, Avícola Villalobos S. A.

Las pérdidas son dadas por los factores que afectan a la caldera en el proceso, son las energías eliminadas del sistema y que se trasladan al ambiente, estas son: las pérdidas por humedad, las que se trasladan a los gases de chimenea, por purga y las generadas por radiación y convección.

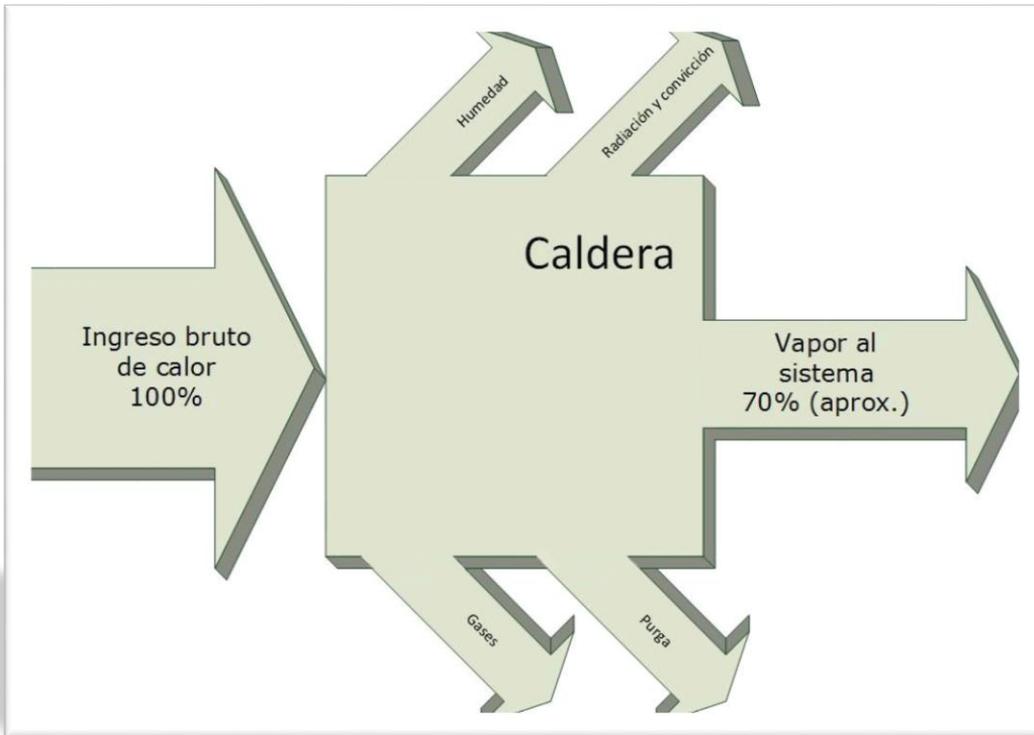
En resumen, los datos que se necesitan para obtener la eficiencia de la caldera se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XXI. **Tabla de datos para obtener eficiencia de caldera**

Temperatura ambiente	
% O2 actual	
% O2 mejorado	
% CO2	
Horas de operación por año	
Consumo del combustóleo	
Precio del combustóleo	

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Eficiencia de caldera**



Fuente: elaboración propia.

Obteniendo estos datos se puede determinar la eficiencia total de la línea de vapor, esto sin tomar en cuenta la pérdida de la tubería de vapor.

Lo que se pretende al demostrar la eficiencia de la línea es el cálculo del ahorro anual al ser incrementada por lo menos en un 0,01 %.

Este cálculo viene representado bajo la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro anual} = (\text{Consumo búnker en galones al año}) * (\text{Costo por galón de búnker}) \left(1 - \frac{\epsilon_{\text{inicial}}}{\epsilon_{\text{final}}}\right)$$

Se debe de considerar en tener un control diario de esta eficiencia, para poder eliminar los odiosos costos que puede producir un decaimiento de la eficiencia de combustión, tomando en cuenta que las pérdidas de energía transmitidas por calor al ambiente pueden ser muy pequeñas como también pueden ser muy altas y dependen del buen uso de aislantes térmicos para la línea de tubería, la disminución de purgar, control de humedad en el ambiente, el buen uso de retorno de condensados, calidad del agua de alimentación, calentamiento de agua de alimentación, calentamiento del búnker y otros aspectos que infieren a las pérdidas de energía.

En las líneas de aire comprimido al igual que en la línea de vapor se toma en cuenta la pérdida de energía debido a los factores que rodean al equipo, tales como: la humedad, temperatura, cimentación y altura sobre el nivel del mar.

El análisis de dispositivos que trabajan bajo condiciones de flujo estable, como lo son los compresores, implican examinar el grado de degradación de la energía causada por las condiciones en las que se trabaja. Para ello se necesita definir un proceso ideal que sirva como modelo para los procesos actuales.

Aunque no se pueda evitar la transferencia de calor entre estos dispositivos y los alrededores, se plantean muchos dispositivos para operar bajo condiciones

adiabáticas. Por lo que el proceso modelo para estos dispositivos debe ser uno adiabático. De esta misma manera un proceso ideal no debe incluir irreversibilidades porque el efecto de la irreversibilidad será siempre degradar el desempeño de los dispositivos. Por ende, el proceso ideal que puede servir como un modelo para los dispositivos de flujo estable adiabáticos es el proceso isotrópico.

Cuanto más se acerque el proceso real al idealizado, mejor desempeño tendrá el compresor. Por ello, es muy importante establecer un parámetro que exprese cuantitativamente lo eficaz que puede ser un dispositivo real cuando se aproxima a uno idealizado, este parámetro es la eficiencia isotrópica o adiabática, que es la medida de la desviación de los procesos reales respecto de los idealizados.

La eficiencia isotrópica de un compresor se define como la relación entre el trabajo de entrada requerido para elevar la presión de un gas a un valor especificado de una manera isotrópica y el trabajo de entrada real:

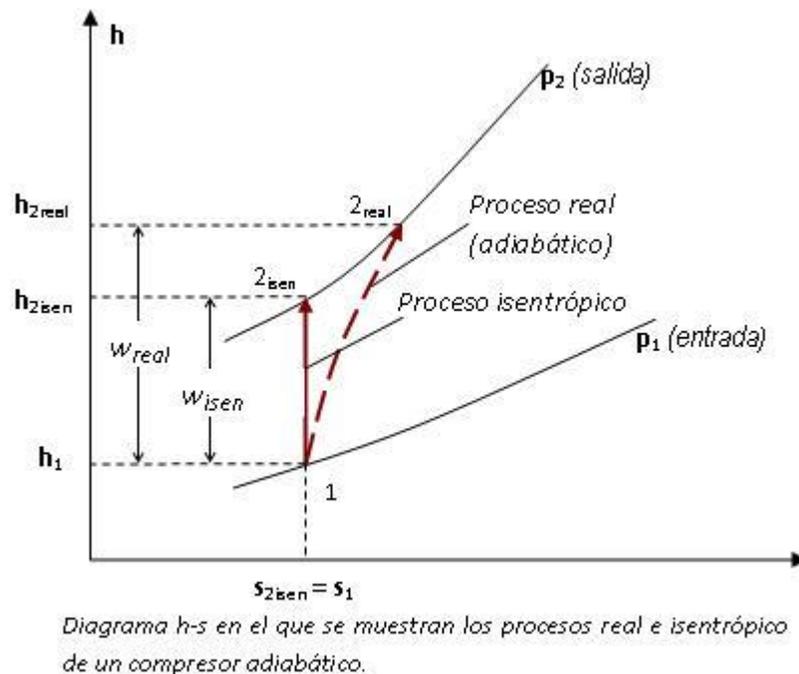
$$\eta_{\text{compresor}} = \frac{\text{Trabajo isotrópico del compresor}}{\text{Trabajo real del compresor}}$$

Cuando son insignificantes los cambios de energía potencial y cinética del gas mientras este es comprimido, el trabajo de entrada para un compresor adiabático es igual al cambio de entalpía, por lo que para este caso la ecuación de rendimiento adquiere la forma:

$$\eta_{\text{compresor}} = \frac{W_{\text{isotrópico}}}{W_{\text{real}}} = \frac{h_{2\text{isotrópico}} - h_1}{h_{2\text{real}} - h_1}$$

Donde  $h_{2\text{isentrópico}}$  y  $h_{2\text{real}}$  son los valores de la entalpía en el estado de salida para los procesos de compresión isentrópico y real, respectivamente, como se ilustra en la figura.

Figura 11. **Proceso de compresión isentrópico y real**



Fuente: [http://eribera\\_bo.tripod.com/termodinamica\\_1.html](http://eribera_bo.tripod.com/termodinamica_1.html). Consulta: mayo de 2013.

El valor de la eficiencia isentrópica depende en gran medida del diseño del compresor. Los compresores mejor diseñados tienen eficiencias isentrópicas de 80 a 90 %.

Para encontrar esta eficiencia se usa el valor de la presión de entrada y salida del sistema, más conocidos como la presión de descarga y de succión del compresor.

Al tener los datos se usan tablas termodinámicas para determinar la entalpía a la que se encuentran las presiones y así poder determinar la eficiencia a la que se maneja la línea de aire comprimido.

En resumen, los datos que se necesitan para obtener la eficiencia de un compresor se presentan en la siguiente tabla.

Tabla XXII. **Tabla de datos para obtener eficiencia de compresor**

Temperatura ambiente	
Presión relativa 1	
Entalpía 1	
Relación de compresión	
Presión relativa 2	
Temperatura de aire comprimido	
Entalpía 2 isotrópico	
Presión de descarga	
Entalpía 2 real	

Fuente: elaboración propia.

Los únicos datos que se obtienen sin la necesidad de cálculos, son los de la temperatura ambiente, relación de compresión y presión de descarga. Para obtener los demás datos se necesita interpolar de la tabla termodinámica A-5M (Propiedades del aire como gas ideal) (ver anexos).

Para hacer los cálculos se necesita seguir esta secuencia de pasos:

- Con temperatura ambiente, interpolar en la tabla A5-M y encontrar valor de presión relativa 1 y entalpía 1.
- Conociendo la relación de compresión, se despeja de la siguiente fórmula la presión relativa 2.

$$\text{Relación de compresión} = \frac{\text{Presión relativa 2}}{\text{Presión relativa 1}}$$

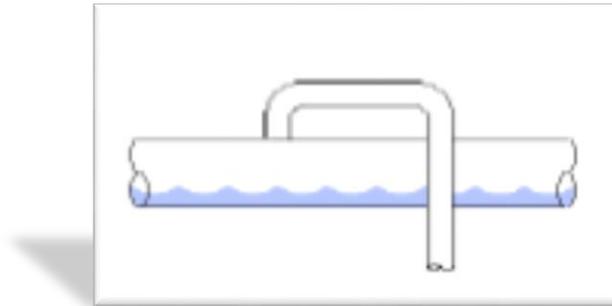
- Con la presión relativa 2, interpolar en la tabla A5-M y encontrar el valor de entalpía 2 isotrópico.
- Con la presión de descarga, interpolar en la tabla A5-M y encontrar el valor de entalpía 2 real y temperatura de aire comprimido.

Al tener los datos se sustituyen de la ecuación de la eficiencia anteriormente mencionada. Los compresores que tienen una eficiencia isotrópica menor del 80 % deben de ser sustituidos o mejorados. Esto es debido a que está perdiendo mucha energía en realizar el trabajo, derivado a desperfectos internos mecánicos o a las condiciones en los que está sometido.

### **3.5.2. Instalaciones según especificaciones técnicas de manuales**

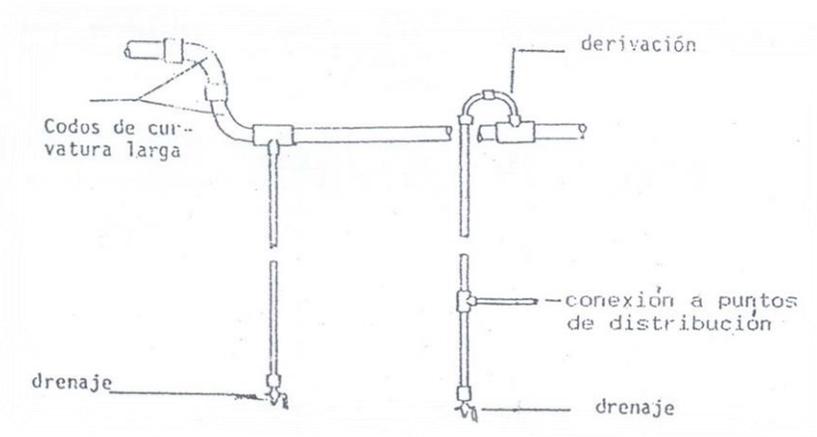
Al mantener la especificación técnica que establece el manual de determinada máquina, hace que las instalaciones dentro de la planta tengan un máximo rendimiento, por ejemplo: las ramificaciones (derivaciones) de las líneas de vapor y aire comprimido deben de salir por la parte superior de la línea de alimentación, tener una curvatura de 180° grados y cambiar el sentido. Cada línea derivada debe de poseer una columna de condensado y un respectivo purgador. Esto se hace para evitar que el condensado de las líneas de alimentación sea transmitido a los equipos. En las siguientes figuras se muestra lo descrito anteriormente.

Figura 12. **Correcta derivación de una línea de vapor o aire comprimido**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

Figura 13. **Línea de derivación con columna de condensado y purgador**



Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

En el caso del vapor se debe montar la línea con un descenso no inferior a 40 milímetros cada 10 metros, en la dirección del flujo. Mientras en las líneas de aire comprimido se recomienda tener un descenso de aproximadamente un pie por cada 40 pies de largo. Se debe de hacer en forma descendente, ya que si se hace en forma ascendente, el condensado se trasladaría en contra de la dirección

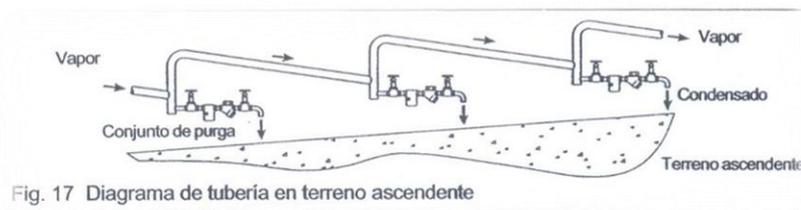
del vapor y provocaría que se mezclase y forme el vapor húmedo y pueda provocar golpes de ariete en la línea.

Se debe de considerar lo que le ocurre al condensado cuando se produce una parada y todo el flujo de vapor cesa. Este circulará en forma descendente de la línea y se acumulará en los puntos más bajos de la línea. Entonces los purgadores deben de estar en esos puntos bajos.

La cantidad de condensado que se forma en una línea de gran tamaño bajo condiciones de puesta en marcha, es suficiente para hacer necesaria la instalación de puntos de purga cada 30 o 50 metros y también en los puntos bajos de la línea.

Si la instalación es en forma ascendente se debe de realizar un tipo de instalación que contenga más conjuntos de purga y con un ángulo adecuado para la extracción de condensado como se ve en la siguiente imagen.

Figura 14. **Diagrama de tubería en terreno ascendente**

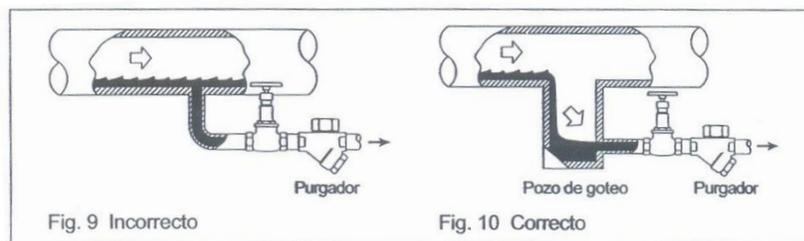


Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

Otra consideración es la instalación de pozos de goteo, estos deben de ser una Tee, dejando una línea hacia abajo, para que la gravedad sea la encargada

de recoger el condensado. Además que se usa el mismo diámetro para las tres líneas de la Tee, ya que lo que se desea, es que el condensado quede atrapado y ya no continúe en la línea. En la parte baja del pozo de goteo se hace la instalación de la línea de purga a una altura de unos 25 a 30 milímetros por encima del fondo, esto se hace para evitar que la suciedad que se transmite por la línea pase por el purgador. La parte inferior del pozo se debe de dejar roscable, esto permite que la limpieza del mismo sea de fácil acceso. En la siguiente imagen se muestra la forma incorrecta y correcta de la instalación del pozo de goteo.

Figura 15. **Pozo de goteo**

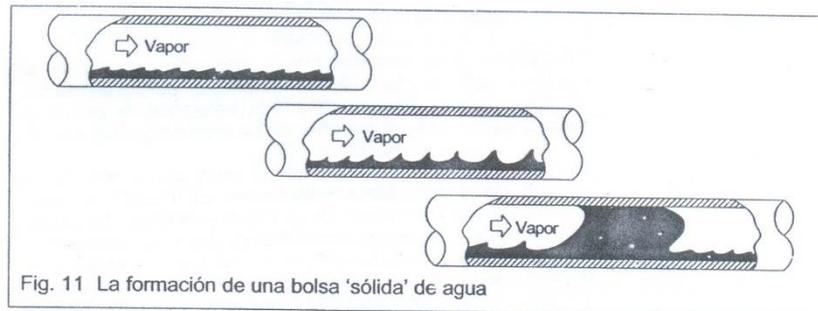


Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

Las instalaciones tienen que seguir especificaciones, ya que muchas empresas fabricantes de tuberías han invertido en investigaciones para maximizar el tiempo de vida de los productos y para evitar que se produzcan desperfectos por malas instalaciones. Uno de los más mencionados es el golpe de ariete.

El golpe de ariete se produce cuando no se purga en los puntos bajos de la línea el condensado y este es arrastrado por el gas, esto provoca que el condensado se detenga bruscamente al impactar contra un obstáculo del sistema.

Figura 16. **Golpe de ariete**



Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

Las gotas de condensado que se acumulan en la línea forman una bolsa sólida de agua que es arrastrada a la velocidad que viaja el gas en el sistema. Esta bolsa de agua es densa e incompresible y cuando viaja a una velocidad elevada, tiene una energía cinética considerable.

En casos serios, los accesorios pueden incluso romperse con un efecto casi explosivo, con la consecuente pérdida de gas vivo en la ruptura, creando una situación peligrosa como se ve en la figura 17.

Figura 17. **Ejemplo de tubería dañada por golpe de ariete**



Fuente: [http://www.tlv.com/global/images/steam\\_theory/0902wh\\_zu3\\_LA.jpg](http://www.tlv.com/global/images/steam_theory/0902wh_zu3_LA.jpg).

Consulta: mayo de 2013.

### **3.5.3. Diseño de instalaciones en óptimas condiciones**

Para el diseño de instalaciones en las líneas de vapor y aire se encuentra la longitud equivalente de ambas instalaciones para poder determinar si la tubería usada por ambas líneas tienen el diámetro pretendido para la distribución requerida de vapor y aire en la planta procesadora. Si en dado caso la tubería no cumple con el diámetro de la distribución requerida se propone el cambio de la tubería.

Además en el caso de la línea de vapor se define el gasto energético que tiene la línea de distribución y se propone una forma de evitar este gasto energético. Esto hace que se reduzca el uso del combustible y que se vea reflejado en los costos.

La longitud equivalente de la línea de vapor está formada por:

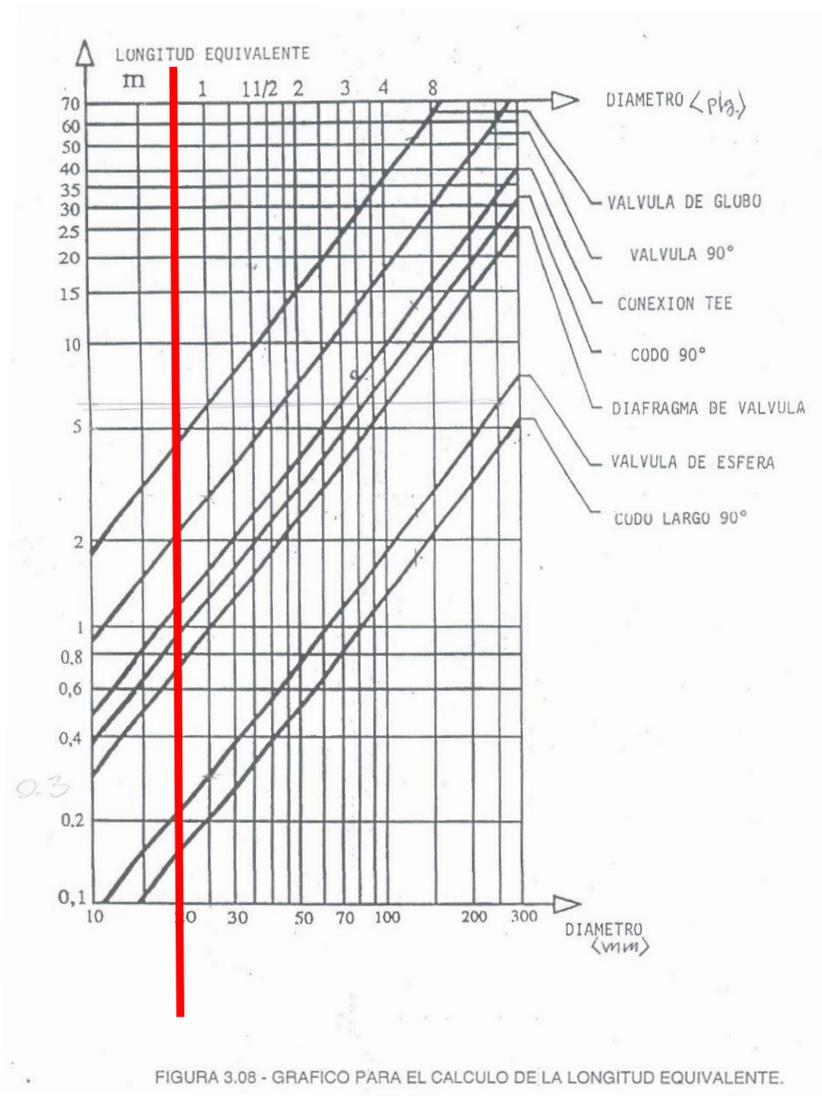
- longitud nominal = (mts)
- Accesorios = (codos equivalentes)

Para determinar el valor en longitud de los accesorios son trasladados a codos equivalentes y luego multiplicados para dar el semejante en metros. Por último se suman a la longitud nominal para dar un total.

Mediante un gráfico (ver anexos) se puede encontrar la longitud equivalente de los accesorios dependiendo del diámetro del accesorio, puede ser dado en milímetros como en pulgadas.

A continuación se muestra en el gráfico la longitud equivalente de los accesorios de un diámetro de 3/4" usados en la línea de vapor.

Figura 18. **Gráfico para el cálculo de longitud equivalente en accesorios de un diámetro de 3/4"**



Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

Con la longitud equivalente se puede determinar el diámetro de tubería requerido para la instalación.

A continuación se muestran los accesorios que se usan en cada equipo de la instalación en la planta procesadora AVSA.

Tabla XXIII. **Accesorios usados en línea de vapor de mezcladora**

(10) Mezcladora			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 90°	3	1,00	3,00
Válvula de compuerta	2	0,75	1,50
		TOTAL	4,50

Fuente: elaboración propia.

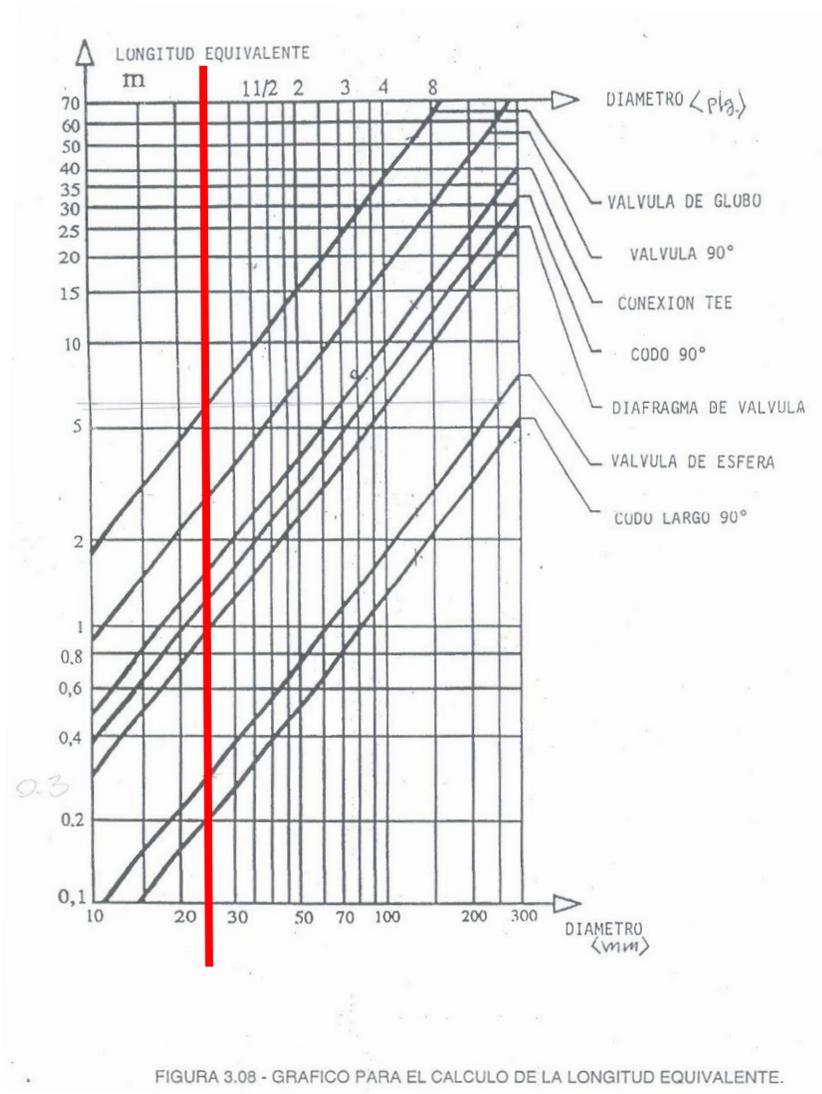
Tabla XXIV. **Accesorios usados en línea de vapor de lavadora de canasta**

(2) Lavadora de canasta			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 90°	4	1,00	4,00
Tee 100%	1	1,80	1,80
Válvula de esfera	1	0,25	0,25
		TOTAL	8,10

Fuente: elaboración propia.

En la escaldadora se usa tubería de 1" de diámetro. Esto provoca que la longitud equivalente sea diferente a los accesorios de los otros equipos, por lo que se usa el gráfico del cálculo equivalente pero ubicando una línea en los accesorios de 1" de diámetro como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 19. **Gráfico para el cálculo de longitud equivalente en accesorios de un diámetro de 1"**



Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

Tomando los datos del anterior gráfico se logran obtener los datos para el cálculo de los codos equivalentes en la línea de 1" de diámetro.

Tabla XXV. **Accesorios usados en línea de vapor de escaldadora**

(1) Escaldadora			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 90°	8	1,4	11,2
Tee 100%	6	2,1	12,6
Válvula de compuerta	2	1,0	2,0
Válvula de esfera	4	0,3	1,2
		TOTAL	27,0

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla resumen se muestran los valores totales de los accesorios en los equipos de la línea de vapor de la planta procesadora AVSA.

Tabla XXVI. **Tabla resumen de accesorios en la línea de vapor**

Equipo	Codos equivalentes
Mezclador	45,0
Lavadora de canasta	8,1
Escaldadora	27,0
TOTAL	80,1

Fuente: elaboración propia.

Con la cantidad de codos equivalentes en la línea de vapor se procede a determinar la longitud equivalente de la misma mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Longitud equivalente} = \text{longitud nominal} + \text{codos equivalentes}$$

La capacidad de conducción en una línea de aire comprimido se ve reducida por la presencia de accesorios, ya que provoca que exista una resistencia en el flujo de aire comprimido.

Para poder expresar dichas resistencias se ha optado hacerlo en longitudes de tubo recto. Las resistencias son sumadas a la longitud real de la tubería y la suma resultante es llamada longitud equivalente de la tubería.

Las pérdidas de presión que sufre un fluido cuando se transporta en una línea, están directamente relacionadas con el diámetro.

Es por ello que se debe de calcular el diámetro óptimo de la línea, para que tenga la capacidad de transportar un caudal que tenga pérdidas de presión aceptables; estas pérdidas oscilan comúnmente entre un 3 % a un 6 % de la presión nominal.

Para obtener un diámetro óptimo en una instalación neumática se deben seguir los siguientes pasos:

- Calcular el consumo de aire del equipo; que es el resultado de la suma de consumos individuales de todos los equipos y máquinas neumáticas en la línea de aire comprimido.

- Determinar el caudal requerido por la instalación; que es el resultado de la suma de consumo de aire del equipo más un 5 % por pérdidas en fugas o escapes y de un 20 % hasta 25 % por futuras ampliaciones.
- Determinar la presión de la instalación; que es la presión máxima requerida para el accionamiento del equipo neumático.
- Determinar la pérdida de presión admisible; que es la pérdida basada en la variación de presión que puede sufrir una instalación.
- Determinar la longitud equivalente de la línea.
- Calcular la pérdida de presión de la línea; que está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida de presión} = \frac{\text{factor de pérdida (F)} \times \text{longitud equivalente}}{\text{factor de tubería (R)} \times 1000}$$

El factor de pérdida (F) se determina de la tabla 4 (ver anexos), con el diámetro de la tubería en pulgadas y el caudal de aire requerido por la instalación en pie<sup>3</sup>/minuto.

El factor de tubería (R) se determina por:

$$\text{Factor de tubería (R)} = \frac{\text{Presión de la instalación} + \text{Presión atmosférica}}{\text{Presión atmosférica}}$$

Se cuantifica la pérdida de presión en porcentaje:

$$\% \text{ de pérdida de presión} = \frac{\text{pérdida de presión} \times 1000}{\text{presión de la instalación}}$$

Se compara la pérdida admisible de presión con la pérdida de presión en la tubería; si esta última es mayor se debe aumentar el diámetro de la tubería.

Para determinar la longitud equivalente se cambia el accesorio a longitud nominal mediante una tabla denominada: pérdidas de presión de aire en accesorios de tubería (ver anexos), dando como resultado valores en pies. Por lo que se muestran las siguientes tablas para encontrar el valor de la longitud equivalente de la línea de aire comprimido.

Tabla XXVII. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de bajadas de aire para limpieza**

Bajadas de aire para limpieza			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 45°	6	1,09	6,54
Codos de 90°	38	1,55	58,90
Válvula de esfera	14	0,98	13,72
		TOTAL	79,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de bomba neumática**

Bomba neumática			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 45°	2	1,09	2,18
Codos de 90°	11	1,55	17,05
Tee 100%	3	0,62	1,86
Válvula de esfera	2	0,98	1,96
		TOTAL	23,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de dosificadora**

Dosificadora			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 45°	4	1,09	4,36
Codos de 90°	49	1,55	75,95
Tee 100%	1	0,62	0,62
Unidad de mantenimiento	1		
Válvula de esfera	15	0,98	14,70
		TOTAL	95,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de caldera 1**

Caldera 1			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 90°	9	1,55	13,95
Unidad de mantenimiento	1		
Válvula de compuerta	1	0,36	0,36
Válvula de esfera	1	0,98	0,98
		TOTAL	15,29

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de caldera 2**

Caldera 2			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 45°	2	1,09	2,18
Codos de 90°	10	1,55	15,50
Unidad de mantenimiento	1		
Válvula de compuerta	1	0,36	0,36
Válvula de esfera	1	0,98	0,98
		TOTAL	19,02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de lavadora de canasta roja**

Lavadora de Canasta roja			
Accesorio	Cantidad	Codos equivalentes	Total
Codos de 90°	4	1,55	6,20
Tee 100%	1	0,62	0,62
Válvula de esfera	1	0,98	0,98
		TOTAL	7,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de inyectora**

Inyectora			
Accesorio	Cantidad	Codos Equivalentes	Total
Codos de 90°	19	1,55	29,45
Tee 100%	1	0,62	0,62
Válvula de esfera	7	0,98	6,86
		TOTAL	36,93

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Accesorios usados en línea de aire comprimido de selladora de tambos**

Selladora de tambos			
Accesorio	Cantidad	Codos Equivalentes	Total
Codos de 90°	3	1,55	4,65
Tee 100%	2	0,62	1,24
Válvula de esfera	1	0,98	0,98
		TOTAL	6,87

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla resumen se muestran los valores totales de los accesorios en los equipos de la línea de aire comprimido de la planta procesadora AVSA.

Tabla XXXV. **Tabla resumen de accesorios en la línea de aire comprimido**

Equipo	Codos equivalentes
Bajadas de aire para limpieza	79,16
Bomba Neumática	23,05
Dosificadora	95,63
Caldera 1	15,29
Caldera 2	19,02
Lavadora de canasta	7,80
Inyectora	36,93
Selladora	6,87
<b>TOTAL</b>	<b>283,75</b>

Fuente: elaboración propia.

La longitud equivalente se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Longitud equivalente} = \text{longitud nominal} + \text{codos equivalentes}$$

### 3.6. Condiciones de instrumentación mecánica

Se debe de conocer cuáles son las condiciones de los instrumentos de medición.

#### 3.6.1. Análisis de instrumentos de medición

Para iniciar con el análisis de los instrumentos de medición, se inspeccionan y se calcula la cantidad de tiempo que se usan, luego se determina si se deben de cambiar los que no están en perfectas condiciones y si se tienen que calibrar los que no marcan bien los datos.

El problema común encontrado en los instrumentos de medición es la dificultad de visión debido a la falta de limpiezas en la carátula del instrumento. Muchas veces las condiciones en las que se encuentran los instrumentos de medición son los que determinan la vida útil.

Los instrumentos de medición son importantes en las instalaciones mecánicas, porque son los que brindan los datos del funcionamiento de la instalación y determinan los decesos o aumentos que existen.

Muchas veces se cae en el error de solo usar un instrumento de medición para la toma de datos, por lo que no se puede determinar si en realidad el valor proporcionado por el instrumento es real o no. Lo recomendable para tener en una instalación y tomar un dato, es que sea proporcionado por tres instrumentos, para poder determinar si el dato es real. Con este tipo de instalación de instrumentos se puede saber si algún instrumento esta descalibrado y arreglarlo a tiempo.

Un ejemplo de la instalación de instrumentos en los diferentes equipos que necesitan de una presión constante, puede ser como se ve en la siguiente imagen:

Figura 20. **Instalación triple de instrumentos de medición**



Fuente: Hospital General de accidentes 7-19 IGSS. Consulta: mayo de 2009.

En las instalaciones de la planta procesadora AVSA se encuentran muchos instrumentos que poseen carátulas muy dañadas o sucias, por lo que es difícil tomar un valor exacto y provoca pérdida de tiempo para la toma de valores.

La toma de valores también es un poco desconfiable, esto es debido a que muchos instrumentos llevan tiempo de estar instalados y nunca han tenido un mantenimiento o limpieza. A esto se suman las distancias entre instrumentos y la cantidad de los mismos, que en muchos casos son nulos en las entradas a equipos.

### **3.6.2. Diseño de ubicación de instrumentos de medición**

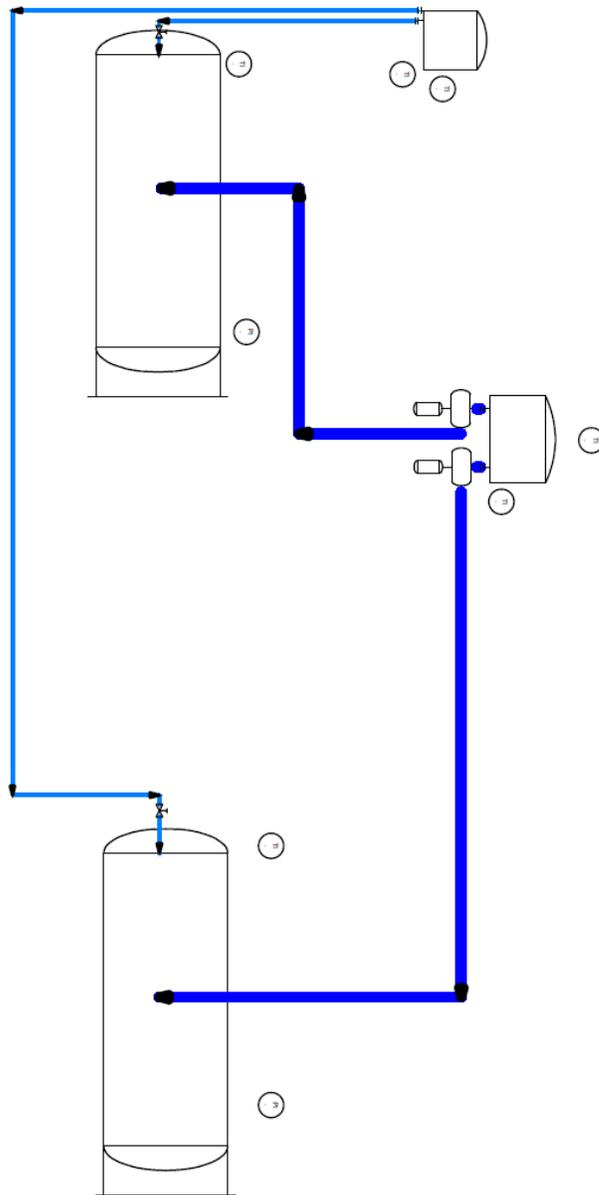
La ubicación de los instrumentos de medición es importante, debido a la fácil lectura y comprensión. El plano de ubicación puede brindar información técnica que en otros tipos de planos no brindan.

Debido a la carencia de planos de ubicación de instrumentos de medición en la planta procesadora se proyecta realizar dos planos que muestren el equipo de medición en las líneas de vapor y aire comprimido, estos planos de ubicación servirán para futuras referencias respecto a las líneas que manejan en la planta.

Con la ubicación de los equipos de medición se puede tener un mejor control de la ubicación y de la clase de equipo que se encuentra en el sistema. Además que es una fuente para obtener datos cuando se necesita elaborar diagramas de proceso o incluso para dar especificaciones en las órdenes de compra.

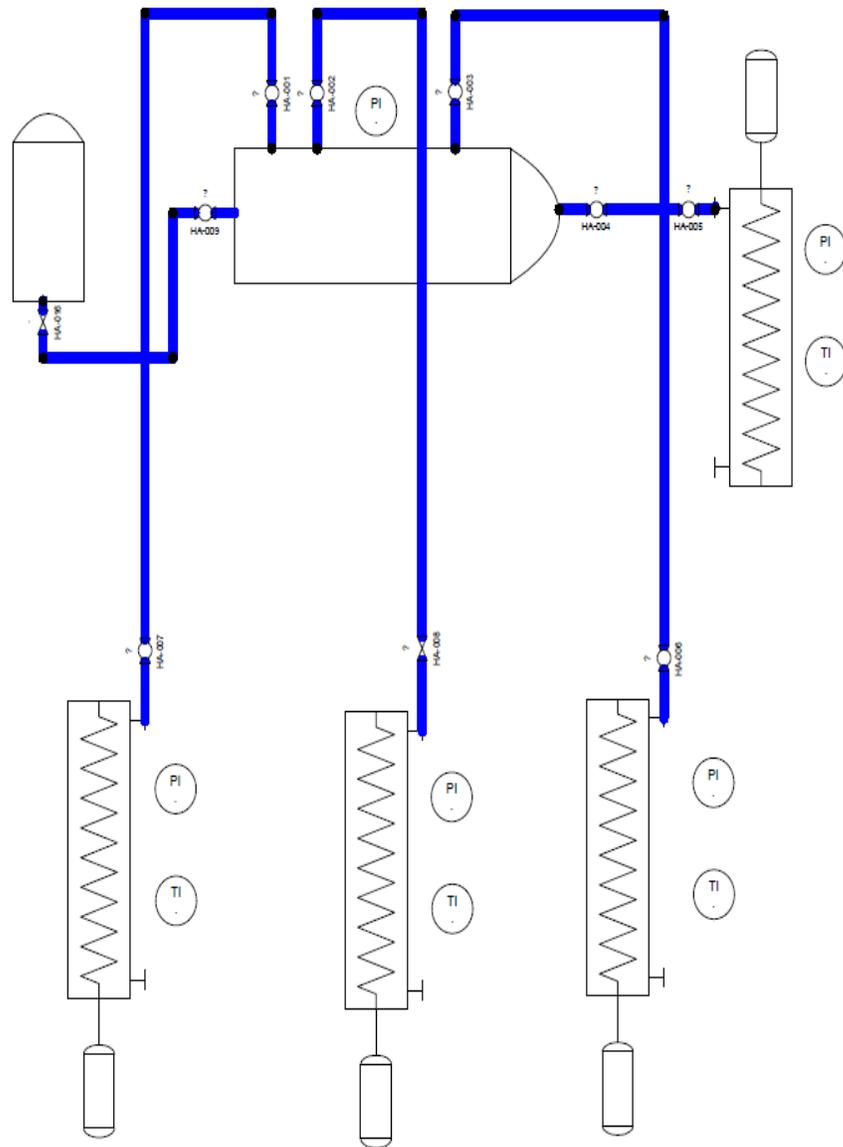
Debido a la importancia de que exista un plano de ubicación de instrumentos dentro de la planta se presentan las siguientes imágenes.

Figura 21. **Plano de ubicación de instrumentos de medición de la línea de vapor**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2013.

Figura 22. **Plano de ubicación de instrumentos de medición de la línea de aire comprimido**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2013.

El diseño de ubicación de los instrumentos de medición estará incluido en los controles visuales, indicando la función que tenga el instrumento de medición y características técnicas del mismo.

### **3.7. Uso adecuado de insumos según manual de la máquina**

El adecuado uso de los insumos dentro de un taller es tomado a veces sin mucha importancia, es por ello que se debe plantear una manera para resolver estos pequeños detalles que a la larga benefician en reducción de costos como también en tiempos de elaboración de procesos de trabajo.

Se debe de conocer que elementos son los que se usan en una máquina o equipo y la mejor manera de hacerlo es siguiendo las especificaciones de los manuales. Conociendo que tipo de fijaciones son los que se requiere se debe de tener un buen plan de control de inventario de los mismos.

Cada elemento de fijación tiene un uso distinto y se debe de tomar en cuenta a la hora de usarlo en un equipo o en un trabajo que lo requiere.

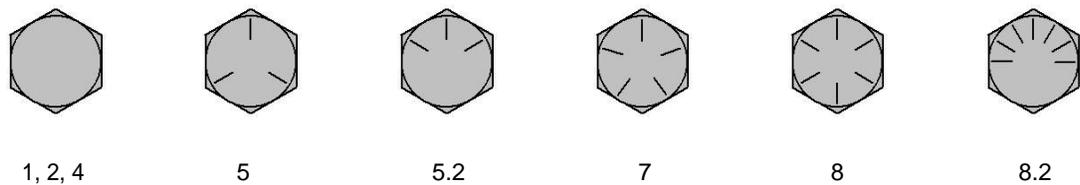
A continuación se mencionan algunos tipos de fijación y los respectivos usos en los elementos conocidos en la industria.

#### **3.7.1. Tornillos**

Se entiende por tornillo a todo elemento formado por un cilindro que esta fileteado helicoidalmente, tienen una cabeza para el ajuste o extracción y solo tienen filete en una parte del cuerpo. Los hay de diferentes tamaños, formas y diámetros. Están elaborados por distintas aleaciones que se usan dependiendo de lo que tienen que sujetar o resistir.

Están determinados bajo diferentes factores, tales como: tipo de aleación, carga máxima a la tracción, etc. Se les clasifica por grados en la Norma SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) y en métricos o comúnmente denominados milimétricos. Además para poderlos diferenciar tienen en la cabeza una identificación visual que es útil para no confundir el uso ni el grado. Para poderlo entender mejor se muestra la siguiente figura.

Figura 23. **Marcas en las cabezas de los tornillos para los diferentes grados SAE**



Fuente: <http://blog.utp.edu.co/lvanegas/files/2011/08/Cap8.pdf>. Consulta: junio de 2013.

Al reconocer el grado de un tornillo se puede conocer las cargas que puede resistir y poder tomar una decisión en la obtención de los mismos. Para ello se usan las especificaciones dadas por SAE.

Tabla XXXVI. **Especificaciones SAE para tornillos UNS de acero**

Grado SAE	Intervalo de tamaños (inclusive) (in)	Resistencia límite mínima a la tracción $S_p$ (ksi)	Resistencia de fluencia mínima a la tracción $S_y$ (ksi)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (ksi)	Características del acero
1	1/4 a 1 1/2	33	36	60	Medio o bajo carbono
2	1/4 a 3/4	55	57	74	Medio o bajo carbono
	7/8 a 1 1/2	33	36	60	
4	1/4 a 1 1/2	65	100	115	Medio carbono estirado en frío
5	1/4 a 1	85	92	120	Medio carbono templado y revenido
	1 1/8 a 1 1/2	74	81	105	
5,2	1/4 a 1	85	92	120	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido
7	1/4 a 1 1/2	105	115	133	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8	1/4 a 1 1/2	120	130	150	Aleado de medio carbono, templado y revenido
8,2	1/4 a 1	120	130	150	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/lvanegas/files/2011/08/Cap8.pdf>. Consulta: junio de 2013.

En el caso de los tornillos milimétricos en la cabeza traen el número de grado y es más fácil la búsqueda de especificaciones, ya que evita el reconocimiento visual de la cabeza del tornillo, como se observa en la siguiente imagen.

Figura 24. **Marcas en las cabezas de los pernos métricos para diferentes clases**



Fuente: <http://blog.utp.edu.co/lvanegas/files/2011/08/Cap8.pdf>. Consulta: junio de 2013.

La tabla de especificaciones para los tornillos milimétricos se muestra a continuación:

Tabla XXXVII. **Especificaciones para tornillos métricos de acero**

Grado SAE	Intervalo de tamaños (inclusive) (in)	Resistencia límite mínima a la tracción $S_p$ (ksi)	Resistencia de fluencia mínima a la tracción $S_y$ (ksi)	Resistencia última mínima a la tracción $S_u$ (ksi)	Características del acero
4.6	M5 – M36	225	240	400	Medio o bajo carbono
4.8	M1.6 – M16	310	340	420	Medio o bajo carbono
5.8	M5 – M24	380	420	520	Medio o bajo carbono
8.8	M16 – M36	600	660	830	Medio o bajo carbono, templado y revenido
9.8	M1.6 – M16	650	720	900	Medio o bajo carbono, templado y revenido
10.9	M5 – M36	830	940	1040	Martensítico de bajo carbono, templado y revenido
12.9	M1.6 – M36	970	1100	1220	Aleado de medio carbono, templado y revenido

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/lvanegas/files/2011/08/Cap8.pdf>. Consulta: junio de 2013.

Otra consideración muy importante para tomar decisiones en la adquisición de tornillos es el paso (distancia entre filos) que debe de tener. Los pasos más comunes son: la rosca ordinaria (UNC), la rosca fina (UNF) y la rosca extra fina (UNFE)

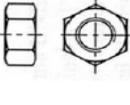
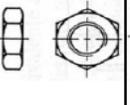
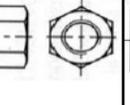
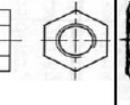
La diferencia entre este tipo de roscas es el uso en el equipo adecuado, esto se refiere a que están ligados a un tipo de equipos. Comúnmente se determina el uso según la vibración del equipo, si el equipo es vibratorio se necesita el uso de las roscas finas, ya que tienen un ángulo en la hélice mucho mayor que las de la rosca ordinaria y evita que se aflojen en los equipos, la debilidad de las roscas finas es que no pueden ser usadas en equipos que tienden a desenroscar constantemente porque pueden provocar el barrido y deterioro de los filos. Conociendo esto se puede determinar muy fácilmente el uso de los tornillos por medio de la rosca. Por ejemplo, si el equipo necesita de sujeciones fuertes y los tornillos son frecuentemente retirados por la frecuencia de mantenimiento que se le da al equipo, se necesitará de tornillos UNC.

Por otro lado, se debe de considerar el grado que debe de tener el tornillo para que pueda soportar las cargas a la que se encontrará sometido.

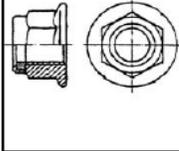
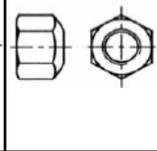
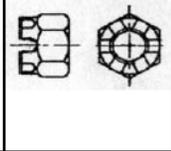
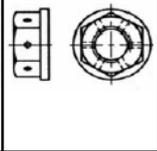
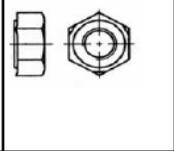
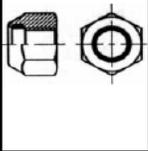
### **3.7.2. Tuercas**

Las tuercas son elementos que se ajustan a un tornillo y complementan la sujeción de una pieza. Existen varios tipos de tuercas que se ajustan a las exigencias a las cuales son requeridos. Para poder explicar los usos de las tuercas según el tipo y bajo las normas conocidas se muestran las siguientes imágenes.

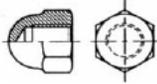
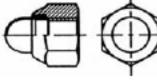
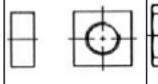
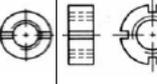
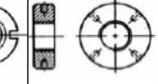
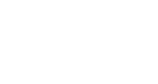
Figura 25. Tipos de tuercas

TUERCAS		UTILIZACION	NORMAS				REPRESENTACION
			DIN	UNE	UNE-EN	UNE-EN ISO	
Tuerca hexagonal	Uso general. Uniones atornilladas con gran apriete.	431, 555, 934, 6915			4032, 4033, 4034, 8673, 8674		
Tuerca hexagonal rebajada	Se utiliza como contratuercas para asegurar la inmovilización de una tuerca hexagonal, una vez apretada esta.	936			4035, 8675		
Tuerca hexagonal alta	Uniones atornilladas cuando la tuerca tiene que ser menos resistente que el tornillo.	6330, 6334, 30389					
Tuerca hexagonal de extremos planos	Uniones atornilladas con tornillos de pequeño diámetro (válvulas, equipos electrónicos).	431, 439			4036		
Tuerca hexagonal con valona	Uniones atornilladas sin necesidad de utilizar arandela de apoyo.	6331		1661, 14218			

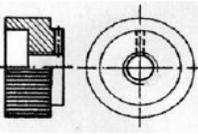
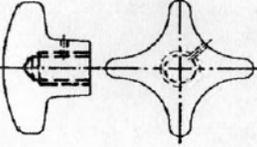
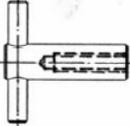
Continuación de la figura 25.

Tuerca hexagonal con valona y autoseguro	Uniones atornilladas sin necesidad de utilizar arandela de apoyo, asegurando la inmovilización de la tuerca, una vez apretada ésta, con la ayuda de una arandela de fibra dura vulcanizada que lleva incorporada.	1663, 1664, 1666, 1667,			
Tuerca hexagonal con asiento esférico	Uniones atornilladas cuando la cara de apoyo es oblicua con relación al eje del tornillo.	6330			
Tuerca hexagonal almenada	Permite alojar un pasador de aletas o cónico para asegurar su inmovilización.	533, 534, 935, 937, 979			
Tuerca hexagonal perforada	Permite alojar un pasador de aletas o cónico para asegurar su inmovilización.	35388			
Tuerca hexagonal con resalte	Uniones atornilladas, asegurando la inmovilización de la tuerca, una vez apretada ésta, con la ayuda de unos resaltes que lleva incorporados en uno de sus extremos, al incrustarse estos en el material de la pieza a fijar.	929			
Tuerca hexagonal con autoseguro	Uniones atornilladas, asegurando la inmovilización de la tuerca, una vez apretada ésta, con la ayuda de una arandela de fibra dura vulcanizada que lleva incorporada.	980, 982, 985		2320, 7040, 7042, 7719, 10511, 10512, 10513	

Continuación de la figura 25.

Tuerca de sombrerete	Tuerca ciega que impide la salida del extremo del vástago del tornillo, evitando el deterioro del mismo.	917, 986, 1587	
Tuerca de sombrerete con autoseguro	Uniones atornilladas asegurando la inmovilización de la tuerca, una vez apretada esta, con la ayuda de una arandela de fibra dura vulcanizada que lleva incorporada.	986	
Tuerca cuadrada	Uniones atornilladas con gran apriete, permitiendo montajes y desmontajes frecuentes.	557, 562, 798, 928	
Tuerca octogonal	Uniones atornilladas sin gran apriete (industria eléctrica y electrónica, mecanismos de precisión).	431	
Tuerca mortajada	Uniones atornilladas sin gran apriete (industria eléctrica y electrónica, mecanismos de precisión).	546	
Tuerca ranurada	Fijación de piezas, montadas sobre árboles, y que han de ser fijadas y aseguradas axialmente (por ejemplo rodamientos).	1804	
Tuerca de agujeros	Uniones atornilladas sin gran apriete (industria eléctrica y electrónica, mecanismos de precisión).	547, 548, 1816	

Continuación de la figura 25.

Tuerca moleteada	Frecuentes aprietes y aflojamientos manuales, permitiendo su inmovilización con la ayuda de un prisionero o un pasador.	466, 467, 6303	
Tuerca lobular	Frecuentes aprietes y aflojamientos manuales, permitiendo su inmovilización con la ayuda de un prisionero o un pasador.	6335	
Tuerca de mariposa	Frecuentes aprietes y aflojamientos manuales.	313, 315	
Tuerca con travesaño	Frecuentes aprietes y aflojamientos manuales, permitiendo su inmovilización con la ayuda de un prisionero o un pasador.	6305, 6307	
Tuerca de manivela	Frecuentes aprietes y aflojamientos manuales.	99	
Tuerca esférica	Frecuentes aprietes y aflojamientos manuales.	319	

Continuación de la figura 25.

Tuerca de cáncamo	Manipulación de maquinaria y utillaje.	582				
Tuerca de seguridad	Se utiliza como contratuercas, asegurando la inmovilización de una tuerca hexagonal, una vez apretada esta.	7967				

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/lvanegas/files/2011/08/Cap8.pdf>. Consulta: junio de 2013.

Es muy importante que se tome en consideración el tipo de tuerca y el uso para el que está fabricado.

### 3.7.3. Pernos

Se les denomina pernos a los elementos cilíndricos que están fileteados helicoidalmente, la diferencia física entre perno y tornillo es que en el primero los filetes están a lo largo del cuerpo cilíndrico, mientras que en un tornillo es en solo una parte o hasta el tope con la cabeza.

Los pernos están regidos bajos las mismas especificaciones de las tablas XXXVI y XXXVII respectivamente. No tienen mayor cambio a pesar de que los pernos pueden ser mucho más largos que los tornillos, ya que lo mencionado en esas tablas es acerca del grado que tienen.

Se debe considerar el manejo y uso de los pernos, esto debido a que entre más largos, son más susceptibles a recibir daños en los filos, por lo que deben de ser manejados apropiadamente.

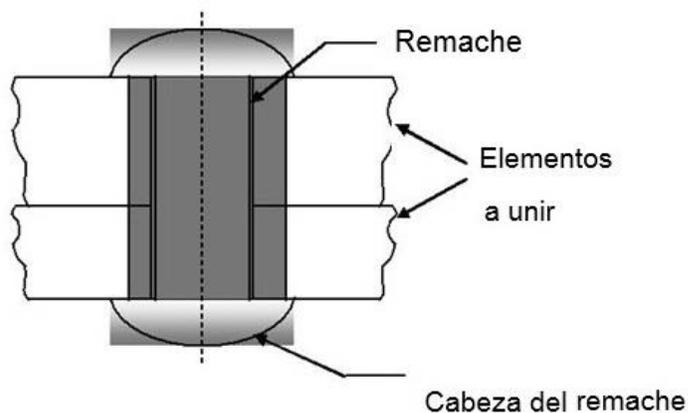
El uso más corriente es el de juntas de bridas y como tensores, por lo que se debe de considerar la capacidad de resistencia a la tensión a la hora de elegir el perno a usar en un equipo.

#### 3.7.4. Remaches

Los remaches son frecuentemente usados en uniones que deben de permanecer fijos. A diferencia de las otras fijaciones, el remache para ser extraído debe ser cortado.

El uso del remache es muy común y es por ello que se debe de tomar en cuenta el material del que se va a hacer.

Figura 26. Remache

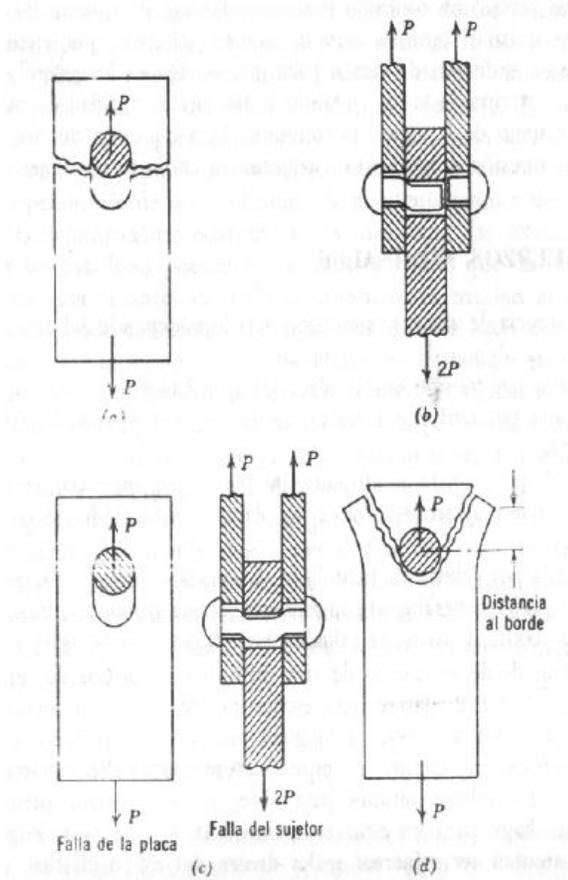


Fuente: <http://blog.utp.edu.co/lvanegas/files/2011/08/Cap8.pdf>. Consulta: junio de 2013.

Se recomienda usar el acero regido bajo la Norma ASTM con numeración A141 que es el denominado acero estructural, también se recomienda usar el ASTM A195 o el ASTM A502 que son aceros de alta resistencia.

Cuando no se usan los materiales adecuados se producen fallas en las uniones, pueden ser fallas para el remache o fallas en la pieza de unión. Se debe de tomar en consideración que es más valiosa la pieza de unión que el remache y para evitar que se produzcan fallas en las piezas se deben de usar remaches de material dúctil, para que sea el remache que sufra la falla y no la pieza.

Figura 27. Tipos de fallas en remaches



Fuente: <http://www.docentes.utonet.edu.bo/mruizo/wp-content/uploads/CAP-3.pdf>.

Consulta: mayo de 2013.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO**

### **4.1. Método de evaluación basado en el desempeño del pasado**

A continuación se presentan métodos de evaluación que servirán para encontrar el desempeño que el taller pudo tener basado en su desempeño pasado.

#### **4.1.1. Escalas de puntuación**

Cuando se evalúa se debe realizar una evaluación subjetiva del desenvolvimiento del técnico en el medio de trabajo y que tenga una escala que cambie de inferior a superior. La evaluación se basa restringidamente en las opiniones del evaluador que confiere la calificación. Entre las ventajas que se tiene al elaborar este tipo de evaluación son: la facilidad del desarrollo y la sencillez de impartirlo; los evaluadores requieren escasa capacitación y puede ser aplicado a grandes cantidades de personas. Se le da una calificación al evaluado en relación a la escala previamente determinada marcando una x en la casilla que el evaluador crea conveniente. Entre las desventajas se puede mencionar la aparición de desviaciones involuntarias, la retroalimentación se ve perjudicada, porque el técnico tiene poca oportunidad de mejorar aspectos deficientes o reforzar los adecuados cuando se administra una evaluación de carácter tan general.

Las escalas más comunes en la evaluación de desempeño son:

- Escala de calificación: se evalúa al técnico según factores como: iniciativa, confiabilidad, disposición, cooperación, actitud y cantidad de trabajo.
- Escala continua: se denomina de esta manera si el paso entre un grado y otro de la característica que se está calificando se hace en forma incesante.
- Discontinua: aquella que tiene divisiones verticales en cuyo caso el paso de un grado al siguiente se hace sin tomar en consideración el grado anterior.

Este tipo de evaluación es el adecuado para realizar dentro del taller de la planta procesadora AVSA, ya que como se mencionó en el capítulo anterior este debe de encontrar características de los técnicos evaluados que reflejen el desempeño que tienen al realizar los procesos de trabajo. De una u otra manera cada aspecto en donde esté involucrado el técnico de mantenimiento incidirá en la forma en que realizan los trabajos, ya que muchos de estos aspectos tienden a afectar psicológica y emocionalmente.

La evaluación tiene que mostrar un aspecto deficiente y un aspecto sobresaliente en el grupo de técnicos evaluados, estos aspectos pueden considerarse como indicadores de rendimiento en el taller y hacer que los mismos se estandaricen dentro del mismo, logrando que todo el grupo este familiarizado con cada aspecto y que todos logren alcanzar metas conjuntas, lo cual es una forma de lograr objetivos dentro del taller y de la planta procesadora.

A continuación se presenta una tabla que contiene los resultados actuales del rendimiento del taller en base a la evaluación del desempeño que se presentó en la propuesta. El formato que se usó para las evaluaciones se adjunta en el presente trabajo (ver apéndice).

Tabla XXXVIII. **Tabla resumen de la evaluación de desempeño en el taller de mantenimiento de la planta procesadora AVSA**

Nombre	Porcentaje	Fortalezas	Debilidades
Samuel Genis	60%		Poco conocimiento.
Valentin Ico	69%		Poco conocimiento.
Cristian Quiñonez	48%		Necesita supervisión. No culmina a tiempo.
William Elías	62%	Da más de lo que se le pide	
Anderson Guzmán	66%	Trabajo bajo presión. Finalización de trabajo en tiempo establecido.	
Nestor García	49%		Necesita supervisión.
Alvin Carrera	75%	Años de experiencia. Capacidad para resolver problemas.	
Daniel Morales	51%		Poco accesible a dar información. Limitado para trabajar.

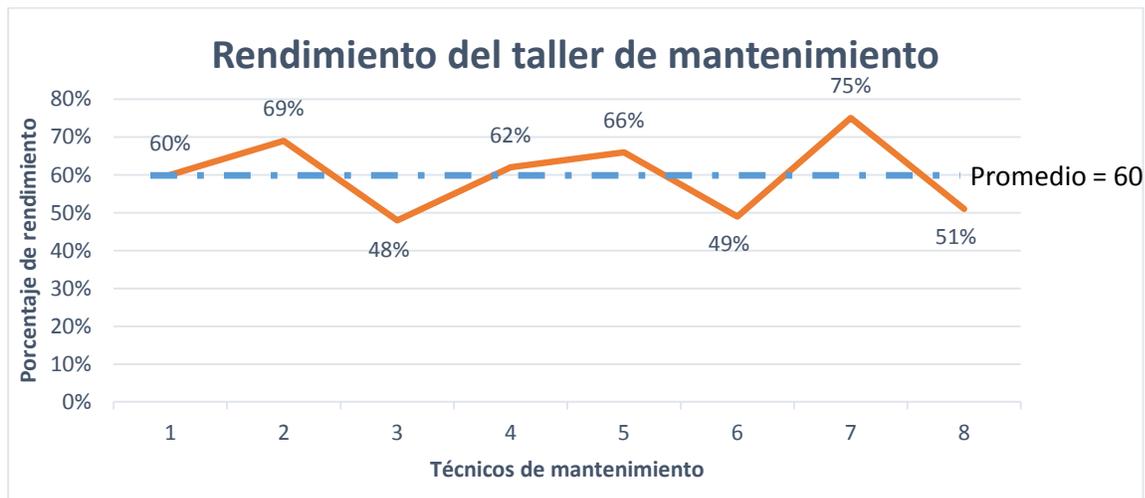
Fuente: elaboración propia.

Con los valores anteriormente dados se puede encontrar el promedio del rendimiento de los técnicos evaluados y deducir que es el total del rendimiento del taller de mantenimiento. Este valor servirá como indicador y será la meta a mejorar dentro del taller mediante las mejoras propuestas en el capítulo anterior.

Usando los valores de rendimiento en el software de Microsoft Office Excel se realiza una gráfica y se implementa la línea de promedio la cual da un valor exacto de 60 %. Manejando este valor como un indicador se podrán buscar mejoras en el taller e incrementar este rendimiento para que los procesos de trabajo sean eficientes y se logren metas conjuntas.

A continuación se presenta la gráfica que demuestra los resultados del rendimiento del taller de mantenimiento de la planta procesadora AVSA.

Figura 28. **Gráfica del rendimiento del taller de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

En la búsqueda de la mejora continua del taller de mantenimiento también se debe tener en cuenta las debilidades y fortalezas de los técnicos del taller, en las evaluaciones se tomaron notas al respecto y se puede observar en la tabla XXXVIII que las debilidades más comunes son las de poco conocimiento y que necesitan supervisión. Para erradicar estas debilidades en el taller se deben de implementar capacitaciones que traten del tema, muchas veces no se considera la capacitación de los técnicos por parte de una empresa, esto debido a que no conocen que existen nuevas técnicas de mantenimiento y que se pueden mejorar procesos en el área.

Al notar las fortalezas se logra determinar que en el taller no existen metas conjuntas y que cada técnico tiene una diferente forma de realizar un proceso de trabajo. Para que exista un desempeño alto en el área de mantenimiento se deben de trazar metas conjuntas, estas facilitan el estado de ánimo y las condiciones en la que se trabaja por lo que el rendimiento del taller sería óptimo y aportaría procesos de trabajo esperados a la planta procesadora.

#### **4.2. Método de evaluación basado en el desempeño del futuro**

A continuación se presentan métodos de evaluación que servirán para encontrar el desempeño que el taller pueda tener a futuro.

El taller de mantenimiento de la planta procesadora AVSA no tiene una planificación a futuro de lo que se espera de parte del desempeño de los técnicos de mantenimiento, por lo que no se puede determinar. En lugar de esa evaluación se definen los métodos de evaluación que sirven para determinar el desempeño del taller basado en lo que se espera.

#### **4.2.1. Autoevaluaciones**

Una técnica de evaluación que puede ser de mucha utilidad son las autoevaluaciones porque el objetivo de está es alentar el desarrollo individual. Cada técnico puede incluir metas propias y de conjunto que pueden ser útiles para la determinación de objetivos a futuro del taller de mantenimiento.

Cuando se realiza este método se pueden determinar las fortalezas y debilidades que tiene el taller en conjunto, esto es debido a que la mayoría de evaluados propondrá las áreas en las que estén deficientes y mantendrán las que tienen sobresalientes. Se tiene que tomar en consideración los aportes de parte de los evaluados y proponer las mejoras correspondientes.

#### **4.2.2. Administración por objetivos**

Departamento Administrativo y técnicos de mantenimiento establecen conjuntamente los objetivos de desempeño deseable. Además se puede medir el progreso y los técnicos pueden efectuar ajustes periódicos para asegurarse el logro de los objetivos. Cuando se imparten las evaluaciones en forma adecuada, los comentarios sobre el desempeño se centran en los objetivos del puesto y no en aspectos individuales. Está atado a los programas de la administración por objetivos, que se basa en la comparación periódica entre resultados asignados y los alcanzados, por lo que se identifican puntos fuertes y débiles, así como las medidas necesarias para el próximo período método práctico, el funcionamiento depende las actitudes y puntos de vista del administrador para obtener el máximo desempeño en todos los aspectos del Área de Mantenimiento.

### **4.2.3. Evaluaciones psicológicas**

Este tipo de evaluación emplea profesionales en la rama de la psicología, los cuales determinan las condiciones del evaluado. Cuando se emplean estas evaluaciones, los psicólogos tienen como función esencial en la evaluación la determinación del potencial del evaluado y no el desempeño pasado. El trabajo del psicólogo puede usarse sobre un aspecto específico, puede ser una evaluación global del potencial a futuro.

Al obtener el potencial del evaluado se pueden establecer condiciones en las que se puede desempeñar de la mejor manera y lograr un rendimiento óptimo, además de que el evaluado puede incrementar el nivel de desempeño al obtener mejoras en las condiciones en las que se trabaja.

### **4.2.4. Métodos de los centros de evaluación**

Es una forma estándar para la realización de la evaluación de los técnicos, esta se basa en tipos múltiples de evaluación y de múltiples evaluadores. Para realizar esta evaluación se envía a los técnicos a un centro especializado en realizar evaluaciones de desempeño en donde se les practica una evaluación individual. Cuando se terminan las evaluaciones individuales se procede a seleccionar a un grupo especialmente idóneo para realizarles una entrevista en profundidad, en donde se practicarán exámenes psicológicos, estudios sobre los antecedentes personales, participaciones en mesas redondas y ejercicios de simulación de condiciones reales de trabajo. En todas estas actividades serán observados y calificados por un grupo evaluador.

La empresa especializada determinará el desempeño en conjunto del taller de mantenimiento y se encargará de proponer las mejoras.

### **4.3. Medición del desempeño**

En el anterior capítulo se establecieron mediciones de desempeño para realizar la evaluación correspondiente en el taller de mantenimiento de la planta procesadora AVSA.

Estas mediciones contenían aspectos que reflejan las condiciones en las que el técnico de mantenimiento trabaja y afecta el desarrollo en los procesos de trabajo.

A continuación se explica un poco lo que se buscó en la evaluación de desempeño realizada a los técnicos del taller de mantenimiento.

#### **4.3.1. Calificación de labores**

Una evaluación del desempeño requiere de mediciones del desempeño, que reflejen los aspectos a evaluar y que sean la manera de calificación de cada proceso de trabajo.

En estas mediciones de desempeño se trata de buscar los aspectos deficientes y sobresalientes que los técnicos del taller puedan poseer debido a las condiciones de trabajo y como pueden ser mejorados.

Esta es una forma fácil de calificar las labores que tiene la evaluación, ya que solo depende de identificar la medición y colocar el equivalente cuantitativo en la evaluación.

#### **4.3.2. Observación directa e indirecta**

Las observaciones que se realizan en la evaluación de desempeño pueden llevarse a cabo en forma directa o indirecta. La observación directa se da cuando el evaluador que califica el desempeño lo ve en persona, mientras la observación indirecta ocurre cuando el evaluador debe basarse en otros elementos.

Este tipo de observación depende del tipo de evaluación que se hace, por lo que no siempre es adecuado tomar como referencia un solo tipo de observación, sino que es de mucha utilidad el uso de las dos.

#### **4.3.3. Objetividad en las evaluaciones**

Las mediciones objetivas del desempeño, son las que resultan verificables por otras personas.

Se trata de buscar que las evaluaciones sean lo más acertadas posibles y que en realidad refleje la situación del área evaluada.

#### **4.3.4. Subjetividad en las evaluaciones**

Las mediciones subjetivas del desempeño, son las calificaciones no verificables, que pueden considerarse opiniones del evaluador.

Se trata de evitar que en las evaluaciones solo exista la opinión del evaluador, a menos que se encuentre en un estado neutral de lo que se realiza en el área a evaluar. Muchas veces si se deja a la opinión del evaluador, no se tendrá una evaluación idónea y se tomarán decisiones que no mejorarán el desempeño.



## **5. SEGUIMIENTO**

### **5.1. Capacitación sobre el mantenimiento preventivo de los equipos a los técnicos de mantenimiento**

Los equipos y máquinas herramientas que se encuentran en el taller de mantenimiento de la planta procesadora no son desconocidos para la mayoría de técnicos, lo que sí es desconocido para la mayoría, es la clase de mantenimiento que se les debe de proporcionar.

El mantenimiento de los equipos y máquinas herramientas genera que se alargue el tiempo de vida útil de los mismos, evitando también que no se encuentren en buenas condiciones cuando se desee realizar un proceso de trabajo.

Para crear conciencia y hábitos en los técnicos, se debe de realizar una inducción del uso de los equipos existentes, como también el plan de mantenimiento preventivo. A esto se le debe agregar el plan de orden y limpieza del taller.

Esta inducción inicial es esencial para que el nuevo técnico se sienta en un lugar ordenado y limpio. Además de encontrar un taller al que le interesa el buen funcionamiento de equipos y que todos lo que lo usan son responsables de mantenerlos en excelentes condiciones.

No se debe de olvidar que siempre existe la resistencia al cambio, por lo que se debe de ser pacientes en la implementación de las mejoras y capacitar a los técnicos del taller como implementar estas mejoras que a largo plazo será un beneficio para ellos mismos.

## **5.2. Programa de capacitación de trabajadores recién ingresados**

Es necesario complementar entre la capacitación inicial de los técnicos recién ingresados en la planta procesadora el proceso de mantenimiento a los equipos y máquinas herramientas que se encuentran en el taller. Es por ello que a continuación se presentan los aspectos y técnicas que deben de considerar al ejecutar una orden de trabajo. Asimismo se deben de fomentar los valores de la empresa dentro del taller.

### **5.2.1. Técnicas de mantenimiento**

El programa de capacitación para los técnicos de mantenimiento debe de incluir los siguientes aspectos:

- Conceptos generales de mantenimiento
- Conocimiento del área en general
- Descripción de las obligaciones y el nivel de responsabilidad
- Conocimiento pleno del equipo y las características técnicas
- Seguridad eléctrica y pruebas de funcionamiento
- Fallas más comunes en el equipo y la forma de evitarlas
- Clasificación de fallas
- Control de mantenimiento preventivo
- Manual de mantenimiento preventivo
- Rutinas

- Inspecciones
- Limpieza
- Materiales de limpieza y desinfección
- Operación del equipo
- Seguridad del equipo

### **5.2.2. Valores de la empresa**

Los valores de la planta procesadora son los siguientes:

- Excelencia
- Integridad
- Respeto
- Responsabilidad

Por lo que se debe de fomentar desde el ingreso al taller y mantenerlos hasta que se vuelvan valores del grupo de trabajo.

Los valores que se adecuan al plan de mejora son los siguientes

- Integridad
- Respeto
- Responsabilidad
- Solidaridad
- Servicio

Con la anterior lista solo se agregan dos valores que son la solidaridad y el servicio. Cada valor le da un sentido a los técnicos en realizar los procesos de mejora y a largo plazo para la realización de los procesos de trabajo.

La solidaridad y el servicio son valores que aplican cuando existe un ambiente de trabajo en el que todos prestan ayuda y están dispuestos a realizar trabajos que no sean ordenados por superiores.

### **5.3. Propuesta de fichas técnicas y hojas de reportes**

Adicional a lo que se propone en el taller de mantenimiento, se debe de tener una documentación de los equipos y máquinas herramientas. Por lo que es necesario que existan las fichas técnicas y que adentro de ellas se coloque toda la información importante para futuras referencias.

Esta información puede ser determinante para la resolución de problemas o toma de decisiones cuando resulte una falla en el equipo.

Al tener una documentación adecuada de los aspectos técnicos de los equipos se asegura que no se perderán tiempos en la búsqueda de soluciones para las máquinas herramientas en el taller.

En el caso de los equipos a veces es más factible el cambio del equipo, debido a que los repuestos son únicos y esto provoca que el arreglo sea dificultoso.

Además este tipo de referencias puede ser útil en la toma de decisiones en futuras compras de equipos o máquinas herramientas, ya que se cuenta con antecedentes de uso, como también la vida útil que puede brindar.

A continuación se presenta una propuesta para elaborar las fichas técnicas de los equipos y máquinas herramientas.



Las hojas de reporte serán aquellas que complementen los controles visuales de orden y limpieza del taller y serán implementadas en cada equipo del taller, para reconocer el mantenimiento que se le practicó anteriormente, así como también demostrará el mantenimiento que se le debe de hacer posteriormente.

Estas hojas deben de estar siempre visibles, esto ayudará a que los técnicos tengan presente el realizar el mantenimiento a los equipos y máquinas herramientas correspondientes.

La hoja se cambiará anualmente y debe de tener el programa de mantenimiento y la orden que le corresponde, lo único que estará libre es la fecha de realización, que será colocada por el que realiza el mantenimiento.

Al tener el número de orden se lleva un control con el departamento de lo que se realizó, cuando y quién lo hizo.

Se debe de tomar en consideración que al ser una hoja de papel y permanecer por un año a la intemperie se debe de proteger y evitar que se extravíe.

A continuación se presenta el modelo de la hoja de reporte general de los equipos del taller.

Tabla XL. **Propuesta de hoja de reporte**

Taller		Equipo	
Orden de trabajo	Fecha a realizar	Trabajo realizado	Realizado fecha
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia.

Para reducir los riesgos del taller se propone implementar el método de seguridad casco naranja el cual debe llevar un control de los actos y condiciones inseguras que se presenten durante la estadía de los técnicos en las instalaciones, así como cuando realicen las órdenes de trabajo que se le asignen en la jornada laboral. Este formato debe de ser específico y claro para identificar los riesgos que puedan existir, además que los técnicos sean capaces de reconocer los riesgos sin la necesidad de una capacitación detallada de los mismos.

Este formato debe ser entregado semanalmente a una persona diferente, esta persona será la encargada de llenarla y colocar todos los actos y condiciones inseguras que se le presenten durante la semana.

Cuando culmine la semana el técnico deberá entregar la hoja al encargado del departamento que tabulará los datos y enviará el archivo a los encargados del comité que evaluará los datos y procederán a tomar los actos correspondientes para mitigar los actos y condiciones inseguras detectados.

El formato de identificación de actos y/o condiciones inseguras (ver apéndice) contiene cinco aspectos que son necesarios para la identificación de riesgos, los cuales son: equipo de protección personal, herramientas y equipo, lugar de trabajo, posición y uso del cuerpo y procedimientos de trabajo.

A continuación se presenta el formato para la tabulación de datos en el Departamento, el cual deberá de ser enviado semanalmente al Comité de Seguridad de la planta.

Figura 29. Programa de casco naranja

**Programa de Casco Naranja**

	Fecha	Hora	Sub	EPP	AIE	EDT	PRAC	EPT	Z	C	Observaciones
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
<b>TOTALES</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.



## **6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **6.1. Responsabilidad de la empresa con la sociedad**

Toda empresa está comprometida a ser solidarios con la sociedad. A continuación se muestra el compromiso de Avícola Villalobos, S. A. con la sociedad.

#### **6.1.1. Comunidades cercanas**

Avícola Villalobos, S. A. ha estado comprometida con la colonia Castañas, por ser la que se encuentra en la parte posterior de la planta procesadora.

Ha brindado ayuda económica y fuente de trabajo para los residentes de las colonias aledañas, debido a que se toma muy en cuenta para un candidato a un puesto de trabajo, que tenga como domicilio el vivir en las cercanías de la colonia.

Brindando de esta manera la responsabilidad social con las comunidades cercanas y ser una pieza clave para la subsistencia de la comunidad.

Por otra parte, la comunidad se ha visto beneficiada, esto es debido a que la mayoría de trabajadores busca la manera de conseguir una vivienda en la colonia y esto genera ingresos para los residentes de la colonia, ya puede ser que arrenden la vivienda parcial o totalmente y en otros casos hasta venderla.

Recientemente la colonia se ha beneficiado económicamente de parte de AVSA, porque gracias al compromiso se instaló un portón en el ingreso de la colonia, favoreciendo a la seguridad de la misma.

Una calidad de vida es obtenida para todos los que viven en la colonia Castañas, se encuentran más seguros y la economía dentro de la misma está en crecimiento constante.

### **6.1.2. Importancia como centro de trabajo**

Toda empresa en crecimiento es fuente generadora de empleo y avícola Villalobos, S. A. no es la excepción, es una empresa con más de 500 trabajadores en la planta procesadora y con un constante crecimiento que genera empleo y es una empresa comprometida a generar empleo y ser parte fundamental del desarrollo de la nación.

Actualmente el país se ve necesitado de empleo y empresas como AVSA ayudan a que se disminuya esta necesidad tan grave en la que se vive y forme parte del desarrollo sostenible del país.

La generación de empleo en una empresa significa que está en crecimiento y se preocupa por los factores macroeconómicos que le afectan. Además depende de la capacidad para invertir.

El empleo es de vital importancia a nivel social y es uno de los mayores problemas que afectan la economía del país, es por ello que se necesitan de empresas comprometidas a invertir y poder ser parte del crecimiento de la estabilidad económica.

AVSA siendo parte de la corporación multi-inversiones está comprometida con la sociedad guatemalteca, puesto que sigue en constante crecimiento y ampliando para ser una de las empresas pecuarias icono del país.

### **6.1.3. Impacto de los desechos a las fuentes de agua y terrenos adyacentes**

La avícola Villalobos ha invertido para ser una planta de productos avícolas que evita contaminar el medio ambiente, de maneras como: enterrar el producto, depositarlo en rellenos sanitarios y derramar los líquidos en los ríos, entre otros.

Actualmente la planta procesadora consta de tres trampas de grasa, cuya función es evitar que el agua usada por los procesos de la planta sea contaminada con grasas o sólidos, evitando la contaminación al río adyacente, el cual es el río Villalobos.

Se hacen estudios de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) cada semana para tener un monitoreo del mismo, esto debido a que se tiene planificado la reducción a largo plazo, un ejemplo de ello es al comenzar con los análisis presentaban un nivel de DBO de 1 500 unidades por litro.

Actualmente se tiene un proyecto de largo plazo para reducir la DBO, la primera etapa tuvo conclusión en 2011, fueron los primeros estudios que se hicieron para controlar la contaminación del agua. La segunda etapa se va a culminar en el 2016 con una DBO de 800 unidades por litro, la tercera en el 2020 con una DBO de 500 unidades por litro y la última etapa en el 2024 con una DBO de 340 unidades por litro.

Es importante que se hagan estos estudios y se reduzca todo tipo de contaminación al agua, esto debido a que todo proceso llevado a cabo en la planta procesadora es de importancia el consumo de agua y es regresada al río Villalobos.

La empresa AVSA implementará un proyecto de tratamiento de aguas. Al poner en marcha el proyecto se reducirá enormemente la contaminación del agua y será regresada al río Villalobos con la mínima cantidad de contaminación. Aportando de esta forma a ser una empresa responsable con el medio ambiente y con las comunidades cercanas que usan este vital líquido.

Al enviar los desechos a la fábrica de harinas se ha convertido en una empresa responsable en el ámbito ambiental. Esta fábrica es muy rentable por producir harinas que se utilizan como un ingrediente del concentrado para alimentación de animales tanto domésticos como de granja.

## **6.2. Mitigación de los daños al medio ambiente**

La mitigación tiene como finalidad eliminar o reducir los efectos negativos generados por el proceso. Se puede definir la mitigación como una serie jerárquica de acciones que incluyen:

- Evitar completamente el impacto al no ejecutar la acción
- Disminuir los impactos a un grado aceptable
- Rectificar el impacto después de la acción mediante la reparación o restauración del ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto durante el trascurso de la operación
- Compensar por el impacto el reemplazar o sustituir recursos o ambientes

En diversas actividades, la avícola Villalobos, S. A. ha implementado sistemas de preservación del medio ambiente por medio de la biotransformación de subproductos en energía, abonos orgánicos y alimentación animal.

### **6.3. Clasificación de desechos**

Se define como desecho a todo aquello que queda después de haber escogido lo mejor y más útil de algo. En este caso se trata del desecho generado por una actividad industrial, es todo aquel material inservible que queda después de haber realizado un trabajo u operación. Puede referirse además a equipos obsoletos.

#### **6.3.1. Líquidos**

La planta procesadora produce aguas residuales que van directamente a desembocar al río Villalobos. Estas aguas están minimizadas en desechos sólidos y contaminantes.

Los desechos líquidos que se usan en el taller de mantenimiento, son aquellos que solo tienen una función y tiempo de vida, luego que ya no cumplen con la función son desechados.

- Aceites
- Refrigerantes
- Pinturas

### **6.3.2. Sólidos**

Los subproductos o despojos recuperados en las plantas de beneficio que producen carnes para el consumo humano, tienen la característica de ser acompañados de grandes cantidades de agua consecuencia de la recolección de todos los despojos (de no consumo humano) sumados a estos, sólidos recuperados consecuentes de lavado, limpieza de maquinaria y áreas al finalizar la matanza del día, luego son transportadas a granel, hacia la fábrica de harinas.

Toda esta MP al momento de procesarse para convertirse en harinas, genera sólidos derramados durante todo el proceso y también otros en consecuencia de lavado de maquinaria y áreas de proceso.

En la planta:

- Cáscara de huevo
- Plumas
- Grasa de ave
- Piel de pollo

Los desechos sólidos del taller de mantenimiento son producidos por los restos de MP que quedan al hacer cortes para realizar un proyecto o trabajo, así mismo también son considerados como desechos, aquella viruta que sueltan las máquinas de transformación de MP, tales como: fresadoras, tornos, cepillos, barrenos. Estas máquinas además de dejar viruta metálica, dejan una cantidad de polvo metálico, del que también es considerado como desecho sólido.

En el taller:

- Hierro en partes pequeñas
- Partes metálicas inservibles
- Aserrín metálico
- Polvo metálico
- Madera
- Recipientes metálicos (latas, botes, toneles)

#### **6.4. Eliminación y tratamiento de desechos**

La eliminación y tratamientos de desechos es un factor importante para reducir el impacto ambiental que puedan producir.

##### **6.4.1. Reciclaje**

La obtención de materia prima a través de un elemento desechado reduce el impacto que provocaría si solo fuera enterrado o descartado. Es por ello, de que el reciclaje ha sido una manera de aprovechar todo lo que se ha considerado como desperdicio y transformarlo en algo utilizable.

Las industrias están comprometidas a cuidar del medio ambiente, esto debido a que producen todos los elementos que se consumen y adquieren para el diario vivir. Las empresas industriales producen una cantidad de desecho mayor al que solo una persona produce, es por ello, de que debe de tener un compromiso mayor con el tratamiento de la basura.

La planta procesadora AVSA tiene un plan de reciclaje para todos los desechos sólidos y de esta forma contribuye al cuidado y a la protección del medio ambiente.

La planta procesadora envía todos los desechos sólidos orgánicos a fábrica de harinas para que estos sean transformados en harinas, que luego servirán para ser alimento para animales domésticos y de granja.

Estos desechos sólidos son los orgánicos y son aprovechados en totalidad.

De los desechos sólidos inorgánicos se pueden mencionar las botas de hule y los guantes de nitrilo, estos desechos son vendidos a una empresa encargada del reciclaje.

Así también, los desechos producidos por el laboratorio son debidamente transferidos y mitigados por una empresa encargada de recolectar desechos bioquímicos.

El único desecho sólido que es enviado al relleno municipal es el producido en las Áreas Administrativas, comedores y guardería. Estos desechos son considerados leves y no necesarios para ser procesados por una empresa recicladora.

El reciclaje en el taller de mantenimiento es para el hierro en partes pequeñas y las partes metálicas inservibles, denominándoles chatarra. La chatarra es comprada por una empresa externa y es la encargada de realizar el procedimiento para el respectivo reciclaje.

#### **6.4.2. Plantas de abonos orgánicos**

El compostaje es una opción fácil de realizar teniendo en cuenta que se cuenta con los productos para la realización, debido a que no requiere de muchos recursos y ha dado como resultado la reducción de sólidos. (Como parte del proceso de compost) en algunos casos se agrega enzimas para acelerar la descomposición dependiendo de los sólidos puede oscilar entre 1 a 5 meses.

La empresa Avícola Villalobos, S. A. traslada todo lo que no se usa en la planta procesadora y la envía a la fábrica de harinas. Esta fábrica es la encargada de realizar todos los procesos que conlleva a la conversión de la materia prima al producto final.

En la fábrica lo que no es aprovechado se convierte en abono orgánico.

Los sólidos que van a reproceso son todos aquellos que por alguna razón están contaminados se han envejeciendo y ya no cumplen con las características de una MP para harinas. Se capturan en las trampas de sólidos, algunos son del proceso de cocción, pileta primaria y secundaria, estos han llevado un proceso de cocimiento que incluye deshidratación y da como resultado sólidos ricos en proteínas, nitrógeno y carbono que ayuda de mejor forma a la descomposición para convertirse en abono.

Todos los desechos sólidos orgánicos que produce la planta procesadora tienen un uso y no son desperdiciados ni eliminados de una manera de que contamine el ambiente.

### **6.4.3. Recolección de aceites lubricantes**

El cuidado de la forma de desechar los aceites lubricantes es muy importante para evitar la contaminación directa hacia el medio ambiente. En la actualidad hay empresas certificadas por la entidad designada de cuidar el medio ambiente de parte del Estado de Guatemala. Estas empresas son las que se encargan del debido proceso de eliminación.

Los aceites lubricantes de la planta procesadora que ya no se pueden usar son altamente contaminantes y por ello se necesita de un control para el debido proceso de eliminación. Todo el aceite que ya no está en uso es regresado al compartimiento original, para luego ser almacenado en espera de la extracción de la empresa.

AVSA lleva un contrato con una empresa certificada por el Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) para el tratamiento respectivo de los aceites lubricantes.

El Departamento de Mantenimiento tiene el control de los aceites lubricantes, el almacenaje y el cuidado para evitar derrames en áreas de trabajo. También es el encargado de contactar a la empresa recolectora y de brindar el apoyo necesario para la salida del aceite lubricante.

## CONCLUSIONES

1. Con las evaluaciones de desempeño se logra determinar el rendimiento de los técnicos con las condiciones en las que trabajan antes y después de la mejora de una manera cualitativa como cuantitativamente. Servirá como herramienta para determinar en qué aspectos se deben de hacer mejoras, mediante las fortalezas y debilidades de los técnicos del taller de mantenimiento.
2. Al reducir riesgos con el plan del casco naranja se mantienen a los técnicos en condiciones de sentirse seguros en las áreas en donde realizan procesos de trabajo. Los controles visuales tienen la función de crear la cultura de limpieza y orden en el área de trabajo, por lo que se verá reflejado con el continuo uso del mismo.
3. La propuesta del control de inventarios asegura que los repuestos se mantengan siempre en existencia en el área de bodega, así como un mejor control de los equipos que se guardan.
4. El plan de cimentaciones futuras para equipos nuevos propone reducir fallas en los equipos. Esto es debido a que se evitan fallas por el exceso de vibración y peso que estos pueden provocar a equipos adyacentes.
5. Al mantener un plan de mantenimiento preventivo en los equipos y máquinas herramientas del taller se asegura que estén en perfectas condiciones cuando se necesiten y eviten paros innecesarios en la elaboración de un proceso de trabajo.

6. El control de eficiencias en las instalaciones mecánicas es muy importante, ya que de ellas dependen las acciones a tomar que se reflejan en los costos. Por ejemplo, en las instalaciones de vapor si se descuida la eficiencia puede provocar un consumo mayor de combustible y poca producción de vapor.
  
7. Al mantener un control de insumos se logra la permanente existencia de los mismos y evita que por causa de la falta de estos elementos se pierda tiempo en la elaboración de procesos de trabajo.

## RECOMENDACIONES

1. Al usar las evaluaciones de desempeño no se deben de usar para calcular promociones o ascensos, esto es debido a que están enfocadas a medir como realizar un proceso de trabajo bajo las condiciones en las que se encuentra.
2. Cuidar que el plan de reducción de riesgos no sea un instrumento para recibir sugerencias y quejas. Para evitar esto hay que capacitar a los técnicos y darle un seguimiento adecuado al plan.
3. El control de inventario ABC con conteo cíclico ha sido desplazado con nuevos métodos, tal como el código de barras, pero hay que tomar en cuenta la inversión que se tiene que hacer para llevar este tipo de control de inventario.
4. Una buena cimentación evita que los equipos transporten movimientos hacia instalaciones y personal, por lo que se debe de considerar antes de realizar el montaje de un nuevo equipo.
5. Todos los equipos pueden incrementar el tiempo de vida si se les implementa un plan de mantenimiento, por lo que no está de más realizarlo, hasta los equipos que no tienen mucho uso.
6. Evitar conformismos y excesos de confianza en las Áreas de Calderas y Aire Comprimido. El control constante de los equipos asegura el buen funcionamiento y que no provoque fallas ni altos costos.

7. Muchas veces por la falta de un tornillo no se puede realizar un proceso de trabajo y otras veces no se considera el verdadero uso del tornillo y se usa cualquiera que se cruce en el camino, lo cual provoca daños a equipos y bajos rendimientos. Por lo que no se debe de tomar una decisión a la ligera en el uso de fijaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO CIFUENTES, Arnaldo Ademar. *Modelo de evaluación del desempeño para una empresa de capacitación I*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 147 p.
2. ANGOS TACO, Miguel Ángel. *Manual de diseño de cimentaciones tipo bloque para equipo dinámico I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador, 2009. 206 p.
3. ASCANIO MEDRANO, Ramón Andrés. *Propuestas de mejoras para el taller central de mantenimiento de planta de pellas CVG Ferrominera Orinoco C.A. I*. Informe de práctica profesional de Ing. Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Venezuela, 2012. 95 p.
4. CORTEZ SANTOS, José Miguel. *Línea de Selección, corte y marinado de pollo en una planta procesadora I*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 190 p.

5. GALARZA ESPINOZA, Patricio Roberto. *Aplicación de un proceso de mejora continua en un taller mecánico utilizando la técnica de mantenimiento productivo total (TPM) I*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, 2010. 158 p.
6. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; et al. *Metodología de la investigación*. 4a ed. México, D.F.: McGraw-Hill. 2008, 850 p. ISBN: 9789701057537
7. JUÁREZ CORONADO, Edgar Ricardo. *Simbología industrial aplicada al curso de instrumentación mecánica*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 83 p.
8. MORALES CAMEROS, Oscar Silvestre. *Propuesta de implementación para mejorar el rendimiento del envasado de yogurt, en una fábrica de productos lácteos I*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 233 p.
9. NAVARRO VELÁSQUEZ, Pablo Cesar. *Implementación de un separador de sólidos de subproductos avícolas en una planta de rendimiento para avícola Villalobos I*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 121 p.

10. SILVA, Jorge Bernardo. *Estudio para la compra, montaje y mantenimiento de un ventilador centrífugo para enfriamiento de moldes de envases de vidrio I*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 86 p.



# APÉNDICES

## APÉNDICE 1 Formato de identificación de actos y/o condiciones inseguras

Formato de identificación de Actos y/o Condiciones Inseguras		
Sede y área de ocurrencia:		Observador:
Fecha:		Hora:
Categoría y origen de los peligros	Comportamiento	Descripción detallada del evento identificado, acciones/decisiones tomadas o que deberán ser tratadas:
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Casco/Guantes/Zapatos de Seguridad/Gafas/Protección Respiratoria/Protección Auditiva/Careta/Gabacha/Arnés de Seguridad/Línea de Vida/Barbiquejo	<input type="checkbox"/> Acto Inseguro <input type="checkbox"/> Condición Insegura	
HERRAMIENTAS / EQUIPOS Selección uso de herramientas neumáticas/Eléctricas/Condiciones herramientas neumáticas/Eléctricas/Buenas Condiciones Generales de las herramientas y equipos	<input type="checkbox"/> Acto Inseguro <input type="checkbox"/> Condición Insegura	
LUGAR DE TRABAJO Superficies de trabajo/Aseo/Orden/Limpieza/Almacenamiento/Barreras/Conos/Señalización/Áreas de caminamiento/Extintores/Áreas de trabajo aseguradas	<input type="checkbox"/> Acto Inseguro <input type="checkbox"/> Condición Insegura	
POSICIÓN Y USO DEL CUERPO Levantando/Empujando/Halando/Ascendiendo/Descendiendo/Usando exceso de esfuerzo/Caminando/Punto de pellizco/Línea de fuego/Posición peligrosa/Movimientos repetitivos/Levantamiento de	<input type="checkbox"/> Acto Inseguro <input type="checkbox"/> Condición Insegura	
PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO Uso y comunicación de permiso de trabajo/Equipos Bloqueados y Etiquetados/Áreas de trabajo restringidas y señalizadas/Cumplimiento de Procedimientos/Inspecciones Preoperacionales	<input type="checkbox"/> Acto Inseguro <input type="checkbox"/> Condición Insegura	

Observaciones:

Formato\_Casco\_Naranja

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.

**APÉNDICE 2   FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL  
DEL PERSONAL CONTRATADO PARA EL TALLER DE MANTENIMIENTO  
DE LA PLANTA PROCESADORA –AVSA-**

**UNIDAD/DPTO** \_\_\_\_\_  
**EVALUADO** \_\_\_\_\_  
**PUESTO** \_\_\_\_\_ **FECHA DE INGRESO** \_\_\_\_\_  
**EVALUADOR** \_\_\_\_\_  
**FECHA DE LA EVALUACIÓN** \_\_\_\_\_

En qué grado cree usted que el trabajador tiene desarrollada las competencias que se presentan a continuación.- Marque con una X la letra que refleja su opinión

**INSTRUCCIONES**

1. Antes de iniciar la evaluación del personal a su cargo, lea bien las instrucciones, si tiene duda consulte con el personal responsable de la Unidad de Personal.
2. Lea bien el contenido de la competencia y comportamiento a evaluar.
3. En forma objetiva y de conciencia asigne el puntaje correspondiente.
4. Recuerde que en la escala para ser utilizada por el evaluador, cada puntaje corresponde a un nivel que va de Deficiente a Sobresaliente.

Deficiente	: (escala E)	--Inferior. Rendimiento laboral no aceptable.
Regular	: (escala D)	--Necesita mejorar. Rendimiento laboral regular.
Bueno	: (escala C)	--Promedio. Rendimiento laboral bueno.
Muy bueno	: (escala B)	--Superior al promedio. Rendimiento laboral muy bueno.
Sobresaliente	: (escala A)	--Superior. Rendimiento laboral excelente.

5. En el espacio relacionado a comentarios, es necesario que anote lo adicional que usted quiere remarcar.
6. Los formatos de evaluación deben hacerse en duplicado, y deben estar firmadas por el evaluador y el ratificador (jefe del evaluador), si es necesario agregar algún comentario general a la evaluación.

7. No se olvide firmar todas las hojas de evaluación.
8. La entrega de los formatos de evaluación, es con documento dirigido a la Dirección correspondiente, bajo responsabilidad funcional como máximo a los dos (02) días de recibido el formato.

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobre-saliente
	1	2	3	4	5
<b>ACTITUDES HACIA EL JEFE</b>					
No colabora con su jefe, no obedece.					1
Colabora y es respetuoso, ocasionalmente se tienen problemas con él.					2-3
Colabora, es respetuoso, cordial y obedece.					4
Colabora, es respetuoso, cordial, actúa anticipadamente a los requerimientos del jefe.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobre-saliente
	1	2	3	4	5
<b>AUTOCONTROL</b>					
Siempre se altera, es hostil y nervioso.					1
Con frecuencia se altera y es hostil.					2
De vez en cuando se altera, poco hostil.					3
Conserva la calma, su estado de ánimo es aceptable.					4
Control aceptable de cualquier situación.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobre-saliente
	1	2	3	4	5
<b>CAPACIDAD ANALÍTICA</b>					
Generalmente analiza las situaciones que se le presentan, sin embargo tiene dificultad para escoger una alternativa.					1-2
Analiza las situaciones que se le presentan, regularmente escoge una solución apropiada.					3
Tiene gran capacidad para analizar situaciones y escoger la alternativa más acertada.					4
Excelente capacidad para analizar situaciones, siempre selecciona o crea alternativas acertadas que conllevan al manejo efectivo de la misma.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>CAPACIDAD FÍSICA</b>					
Movimientos lentos, decaimiento en su labor, no termina las órdenes de trabajo en el tiempo establecido.					1
Movimientos moderados, termina su labor al límite del tiempo establecido.					2-3
Movimientos adecuados para realizar un trabajo, termina su labor en el tiempo establecido.					4
Agilidad para realizar un trabajo, termina su labor en menor tiempo,					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>COMUNICACIÓN</b>					
No es accesible, se resiste a expresar y recibir información.					1
Es poco accesible, se le dificulta expresar y recibir información.					2
Es accesible para recibir información, pero selectivo para expresarla.					3
Es accesible para recibir y expresar información.					4
Aprovecha al máximo las oportunidades de expresar o recibir información y hace un buen uso de la misma.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>CONOCIMIENTO DEL TRABAJO</b>					
Conocimientos superficiales, fallas graves en el trabajo.					1
Conocimientos limitados, fallas frecuentes.					2
Conocimientos necesarios, pocas fallas.					3-4
Conocimientos suficientes, trabajo superior.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>COOPERACIÓN</b>					
Presta su colaboración cuando se le solicita, pero NO por su propia voluntad.					1-2
Regularmente colabora con su grupo de trabajo.					3
Muestra disposición espontánea a colaborar.					4
Siempre presta su colaboración en forma espontánea, lo hace en forma entusiasta y activa.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>COORDINACIÓN</b>					
No ordena sistemáticamente los elementos y recursos de que dispone para el desarrollo de su trabajo.					1
Con dificultad organiza los elementos y recursos de que dispone para lograr el desarrollo de su trabajo.					2
Siempre ordena sistemáticamente los elementos y recursos que dispone para lograr el desarrollo efectivo de su trabajo.					3-4
Se distingue por su capacidad para organizar sistemáticamente su trabajo, optimizar los elementos y recursos que dispone.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>HABILIDAD MANUAL</b>					
Usa solamente una mano para realizar su trabajo, manera tosca e inadecuada de manipular herramientas.					1
Usa las dos manos pero no de forma correcta, manipula las herramientas adecuadamente y de vez en cuando sin cuidado					2
Al realizar un trabajo usa perfectamente las dos manos, manipula las herramientas adecuadamente y con cuidado					3-4
Manipulación correcta tanto de herramientas como de elementos a trabajar, mantiene un perfil seguro al manipular herramientas.					5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>MANEJO DE CONFLICTOS</b>					
No maneja asertivamente los conflictos de su trabajo. Necesita asesoría.					1
Tiene dificultad en analizar y solucionar los conflictos de su trabajo. Algunas veces necesita asesoría.					2
Analiza las situaciones de conflicto que se le presentan y escoge soluciones que se ajusten.					3
Tiene gran capacidad para analizar las situaciones conflictivas. Siempre las maneja acertadamente.					4-5

ÁREA DEL DESEMPEÑO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente
	1	2	3	4	5
<b>PRODUCTIVIDAD</b>					
No cumple con los objetos del puesto y está por debajo de los requerimientos en cuanto a tiempo, precisión y contenido.					1
Logra sus objetivos bajo supervisión. El tiempo, precisión y contenido de su trabajo es aceptable.					2-3
Logra sus objetivos en el tiempo previsto, su trabajo es nítido, preciso y de alta confiabilidad.					4
Alcanza el cumplimiento de objetivos antes del tiempo previsto. El trabajo que realiza es superior a lo exigido, con exactitud, nitidez y excelente confiabilidad.					5

Resumen evaluación de desempeño (taller)	
Factor	Punteo
Actitud hacia el jefe	
Autocontrol	
Capacidad analítica	
Capacidad Física	
Comunicación	
Conocimiento del Trabajo	
Cooperación	
Coordinación	
Habilidad Manual	
Manejo de conflictos	
Productividad	
Puntaje Total	

**Porcentaje**  
(total/55\*100)

Ponderación de factores	
Calificación	Rangos
Sobresaliente	91% - 100%
Muy Bueno	76% - 90%
Bueno	61% - 75%
Regular	51% - 60%
Deficiente	0 - 50%

Comentarios del evaluador

Lea detenidamente cada uno de los aspectos que se señalan a continuación, responda de acuerdo al comportamiento que ha observado en el evaluado durante todo el período de evaluación.

¿Qué debilidades y fortalezas presenta para desempeñar este puesto de manera eficiente?

Debilidades:

---

---

---

---

---

Fortalezas:

---

---

---

---

Especifique en qué áreas se requiere de capacitación

---

---

---

---

---

Firma del Evaluador

Firma del inmediato del evaluador

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1 Acuerdo 1414 del IGSS**

#### **INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL ACUERDO 1414**

EL GERENTE DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL, en cumplimiento del Artículo 60 del Reglamento sobre Protección Relativa a Accidentes en General y de los Artículos 198 y 204 del Código de Trabajo,

#### **ACUERDA:**

Reformar el Acuerdo 1102 de la Gerencia del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, así:

**ARTICULO 1.** Emitir las siguientes normas de cumplimiento general en relación a los botiquines de primeros auxilios que de conformidad con las leyes nacionales deben tener todas las empresas o lugares de trabajo del país.

**ARTICULO 2.** Para los efectos del presente Acuerdo, se entiende por “lugar de trabajo”, todo aquel en el que se efectúen trabajos industriales, comerciales, agrícolas o de cualquier otra índole, donde se encuentre más de una persona laborando.

**ARTICULO 3.** Los botiquines se clasifican en 3 tipos, de conformidad con el riesgo a que estén expuestos los trabajadores; debiéndose capacitar a una o más personas, para que puedan prestar los primeros auxilios en caso de accidentes y a su vez sean las encargadas de mantener el botiquín completamente surtido y en condiciones de uso inmediato.

**ARTICULO 4.** Para las empresas de riesgo mínimo (comercio, oficinas), el botiquín deberá contar con lo siguiente:

#### 4.1 Material de Curación

4.1.1	Algodón Absorbentes	4 onzas
4.1.2	Gasa en rollos de 2 x 3" de ancho	1 rollo
4.1.3	Esparadrapo, carrete de 1"	1 carrete
4.1.4	Alcohol 88° G.L.	1/8 litro
4.1.5	Tintura de Merthiolate	2 Onzas (60 c.c.)
4.1.6	Curitas	25 unidades
4.1.7	Venda Triangular	1 venda
4.1.8	Tablillas de 30 cms., de largo	2 tablillas
4.1.9	Aplicadores de madera (palillos con Algodón en un extremo)	4 docenas
4.1.10	Baja lenguas	1 docena

#### 4.2 Medicamentos

4.2.1	Aspirina 0.50 gr.	50 comprimidos
4.2.2	Bicarbonato de Sodio	8 onzas
4.2.3	Vaselina Estéril	1 tubo (4 onzas)
4.2.4	Agua oxigenada	2 onzas (60 c.c.)
4.2.5	Antidiarreico	4 onzas (120 c.c.)
4.2.6	Suero Fisiológico	½ litro
4.2.7	Antídoto Universal Oral	250 c.c.

#### 4.3 Instrumental

4.3.1	Torniquetes	2
4.3.2	Vendas Elásticas, 2 a 3"	2 de cada una
4.3.3	Tijera Recta de 14 cms.	1
4.3.4	Equipo para administrar respiración De boca a boca	1
4.3.5	Termómetro oral y rectal	2 de cada uno
4.3.6	Bolsa para hielo y para agua caliente	1 de cada una
	Linterna eléctrica de bolsillo	1

**ARTICULO 5.** Para las empresas de riesgo moderado (talleres con herramientas manuales), el botiquín deberá contar con lo siguiente:

#### 5.1 Material de Curación

5.1.1	Algodón Absorbente	8 onzas
5.1.2	Gasa en rollos de 2 y 3" de ancho	2 rollos cada uno
5.1.3	Esparadrapo, carrete de 2"	1 carrete
5.1.4	Alcohol 88° G.L.	¼ litro

5.1.5	Tintura de Merthiolate	4 onzas (120 c.c.)
5.1.6	Curitas	50 unidades
5.1.7	Venda Triangular	3 vendas
5.1.8	Tablillas de 30 cms., y 50 cms., de largo por 10 de ancho	2 de cada una
5.1.9	Aplicadores de madera (palillos con Algodón en un extremo)	6 docenas
5.1.10	Baja lenguas	2 docenas

## 5.2 Medicamentos

5.2.1	Aspirina 0.50 gr.	50 comprimidos
5.2.2	Bicarbonato de Sodio	8 onzas
5.2.3	Vaselina Estéril	2 tubos (8 onzas)
5.2.4	Agua Oxigenada	4 onzas (120 c.c.)
5.2.5	Antidiarreico	8 onzas (240 c.c.)
5.2.6	Suero Fisiológico	½ litro
5.2.7	Antídoto Universal Oral	250 c.c.

## 5.3 Instrumental

5.3.1	Torniquetes	2
5.3.2	Vendas Elásticas, 2 a 3"	3 de cada una
5.3.3	Tijera Recta de 14 cms.	1
5.3.4	Riñón de aluminio, mediano	1
5.3.5	Equipo para administrar respiración de boca a boca	1
5.3.6	Termómetro oral y rectal	2 de cada uno
5.3.7	Bolsa para hielo y para agua caliente	1 de cada una
5.3.8	Linterna eléctrica de bolsillo	1

**ARTICULO 6.** Para las empresas de riesgo mayor (fábricas en general y explotaciones agrícolas), el botiquín deberá contar con lo siguiente:

### 6.1 Material de Curación

6.1.1	Algodón Absorbente	1libra
6.1.2	Gasa en rollos de 2, 3 y 4" de ancho	3 rollos cada uno
6.1.3	Esparadrapo, carretes de 2 y 3"	2carretes
6.1.4	Alcohol 88° G.L.	1 litro
6.1.5	Tintura de Merthiolate	8 onzas (240 c.c.)
6.1.6	Curitas	50 unidades
6.1.7	Venda Triangular	4 vendas

6.1.8	Tablillas de 30 cms., y 50 cms., de largo por 10 de ancho	4 de cada una
6.1.9	Aplicadores de madera (palillos con Algodón en un extremo)	6 docenas
6.1.10	Baja lenguas	3 docenas

## 6.2 Medicamentos

6.2.1	Aspirina 0.50 gr.	80 comprimidos
6.2.2	Bicarbonato de Sodio	1 libra
6.2.3	Vaselina Estéril	3 tubos (12 onzas)
6.2.4	Agua Oxigenada	1 litro
6.2.5	Antidiarreico	8 onzas (240 c.c.)
6.2.6	Suero Fisiológico	1 litro
6.2.7	Antídoto Universal Oral	500 c.c.

## 6.3 Instrumental

6.3.1	Torniquetes	3
6.3.2	Vendas Elásticas de 2, 3 y 4"	3 de cada una
6.3.3	Tijera Recta de 14 cms.	1
6.3.4	Riñón de aluminio, mediano y grande	1 de cada uno
6.3.5	Pinza de Kocher de 14 cms.	1
6.3.6	Jeringas hipodérmicas de 5 y 10 cms.	1 de cada una
6.3.7	Agujas hipodérmicas Nos. 21,22 y 23	½ docena de c/u
6.3.8	Camilla portátil	1
6.3.9	Equipo para administrar respiración de boca a boca	1
6.3.10	Termómetro oral y rectal	2 de cada uno
6.3.11	Bolsa para hielo y para agua caliente	1 de cada una
6.3.12	Linterna eléctrica de bolsillo	2 linternas
6.3.13	Esfignomanómetro	1
6.3.14	Estetoscopio	1
6.3.15	Esterilizador de jeringas	1

**ARTICULO 7.** Las empresas que se dedican a la explotación agrícola, deberán contar además de lo consignado en el Artículo anterior, con lo siguiente:

7.1	Equipos para mordeduras de serpientes, con su antiofídico universal	3
7.2	Gluconato de Calcio al 10%	3 ampollas de 10 c.c.
7.3	Solución Dextrosada al 10%	3 litros
7.4	Antihistamínico (Antialérgico)	5 ampollas

**ARTICULO 8.** Las empresas que se dedican a la explotación agrícola donde se emplean pesticidas, deberán contar además de lo consignado en los Artículos 6 y 7, con lo siguiente:

8.1 Sulfato de Atropina 0.04 gr., para intoxicación  
por insecticidas fosforados 20 ampollas

8.2 Fenobarbital ampollas 0.10 gr., para intoxicación  
Por insecticidas clorinados 20 ampollas

**ARTICULO 9.** En las empresas a que se refieren los Artículos 6, 7 y 8, deberá haber siempre una persona responsable y debidamente adiestrada, para el empleo de equipo e instrumental y para la aplicación de los medicamentos de uso delicado mencionados en dichos Artículos y que sólo podrán ser administrados en casos debidamente justificados.

**ARTICULO 10.** Toda empresa industrial o agrícola, que cuente con más de 75 trabajadores, deberá contar con un equipo de clínica completo y personal Médico y Paramédico a su servicio durante las horas de trabajo, siendo el Profesional Médico el encargado de complementar el material de curación, medicamentos e instrumental, de conformidad con las necesidades propias de la empresa de que se trate.

**ARTICULO 11.** Los botiquines de primeros auxilios en las empresas, deberán mantenerse completamente equipados, en un mueble especialmente construido para ese efecto y en un sitio que permita la atención del paciente, salvo el caso de las empresas grandes que deberán tener su botiquín en la clínica correspondiente.

**ARTICULO 12.** Las empresas que por la naturaleza de sus labores, su magnitud y su conveniencia, se encuentran localizadas en secciones y en diferentes sitios, deberán contar con un botiquín de primeros auxilios en cada lugar de trabajo, botiquín que deberá estar construido de conformidad con su grado de riesgo.

**ARTICULO 13.** El Departamento de Medicina Preventiva de la Dirección General de Servicios Médico Hospitalarios del Instituto guatemalteco de Seguridad Social, será el encargado de decidir sobre la peligrosidad de las empresas, sobre el tipo de botiquín de primeros auxilios que deberán tener y sobre la tenencia de dicho botiquín, en las condiciones establecidas en el presente Acuerdo.

**ARTICULO 14.** Este Acuerdo rige desde el día de su publicación en el Diario Oficial.

Dado en la Ciudad de Guatemala, a los veintiséis días del mes de diciembre de mil novecientos sesenta y ocho.

HAGASE SABER

**Dr. RICARGO ASTURIAS VALENZUELA**  
Gerente

Publicado en el Diario Oficial "El Guatemalteco", Tomo CLXXXIV, No. 43 del 2 de enero de 1969.

## INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD SOCIAL

ACUERDO 1432

EL GERENTE DEL INSTITUTO GUATEMALTECO DE SEGURIDAD  
SOCIAL,

CONSIDERANDO:

Que se ha estimado conveniente revisar el Acuerdo de Gerencia No. 1414 emitido el 26 de diciembre de 1968, a fin de introducirle las enmiendas necesarias para que su aplicación práctica rinda los resultados que se persiguen; y,

Que como consecuencia de ello, el Artículo 10 de dicho precepto legal debe ser reformado.

POR TANTO,

En uso de las facultades legales de que está investido,

ACUERDA:

**ARTICULO 1.** Reformar el Artículo 10 del Acuerdo No. 1414 de la Gerencia, el cual queda así:

**“ARTICULO 10.** Toda Empresa Industrial o Agrícola que cuente con más de 75 trabajadores, deberá contar con el equipo de clínica indispensable para prestar Primeros Auxilios y por lo menos un Enfermero o Enfermera a su servicio durante las horas de trabajo, siendo este personal debidamente adiestrado, organizándolo de tal manera que pueda atender casos de jornada nocturna, así como asegurar en los casos que lo ameriten, el pronto traslado a centros hospitalarios.

Las empresas de excesiva peligrosidad que cuenten con más de 75 trabajadores, deberán contar con los servicios de facultativos médicos cuando a criterio del Instituto se considere que no es suficiente el personal de enfermería que se establece en el primer párrafo de este Artículo para garantizar los primeros auxilios de los trabajadores.”

**ARTICULO 2.** Las demás cláusulas consignadas en el Acuerdo No. 1414 de Gerencia se mantienen firmes.

**ARTICULO 3.** Este Acuerdo entra en vigor el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial y deroga cualquier disposición que se le oponga.

Dado en la Ciudad de Guatemala, a los veintiocho días del mes de febrero de mil novecientos sesenta y nueve.

HAGASE SABER:

Dr. EMILIO POITEVIN  
Gerente

Publicado en el Diario Oficial “El Guatemalteco” Tomo CLXXXIV No. 99 del 08 de marzo de 1969.

Fuente:

[http://www.igssgt.org/ley\\_acceso\\_info/pdfs/Ley/inciso\\_6/ACUERDO%20NUMERO%201414.pdf](http://www.igssgt.org/ley_acceso_info/pdfs/Ley/inciso_6/ACUERDO%20NUMERO%201414.pdf)

Consulta: octubre de 2013

ANEXO 2 **Tabla 4 de factores de pérdida de presión por fricción en tuberías**

TABLA 4  
FACTOR DE PERDIDA DE PRESION POR FRICCION EN LAS TUBERÍAS

Pies cúbicos de aire libre/min	DIAMETRO NOMINAL EN PULGADAS												
	1/2	3/4	1	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10
5	12.7	1.2	0.5										
10	50.7	7.8	2.2	0.5									
15	114	17.6	4.9	1.1									
20	202	30.4	8.7	2	0.9								
30	456	70.4	19.6	4.5	2								
40	811	125.3	34.8	8.1	3.6								
50		196	54.4	17.6	5.6	1.5							
60		282	78.3	18.2	8	2.2							
70		383	106.6	24.7	10.9	2.9	1.1						
80		503	139.2	32.3	14.3	3.8	1.5						
90		616	176.2	40.9	18.1	4.8	1.9						
100		785	217.4	50.5	22.3	6	2.3						
150			490	113.8	50.3	13.4	5.2	1.6					
200			870	202	89.4	23.9	9.3	2.9					
300				454	201	53.7	20.9	6.6					
400						94.7	37.1	11.7	2.7				
500						150	53	18.3	4.3				
600						215	83.5	26.3	6.2				
700						294	113.7	35.8	8.5	2.6			
800						382	148.4	46.7	11.1	3.3			
900						486	188	59.1	14	4.2			
1000						600	232	73	17.3	5.2	1.9		
1100						723	280.6	88.4	21	6.3	2.4		
1200						850	344	105.2	25	7.5	2.5		
1300								123.4	29.3	8.8	3.1		
1400									33.9	10.2	3.5		
1500									39	11.8	4.4		
1600									44.3	12.4	5.1		
1700									50.1	15.1	5.7		
1800									56.1	16.9	6.4		
1900									62.7	18.9	7.1	1.6	
2000									69.3	20.9	7.8	1.8	
2500									108.3	32.5	12.3	2.9	
3000									136	42	17.7	4.1	
4000									277	53.6	31.4	7.3	2.2
5000									433?	49.1	11.5	4.4	
6000										70.7	16.5	5	
7000										96.2	22.5	6.3	
8000										123.7	29.4	8.8	
9000										425	159	37.2	11.2
10000										190	45.9	13.6	

Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

### ANEXO 3 Gráfico para el cálculo de la longitud equivalente

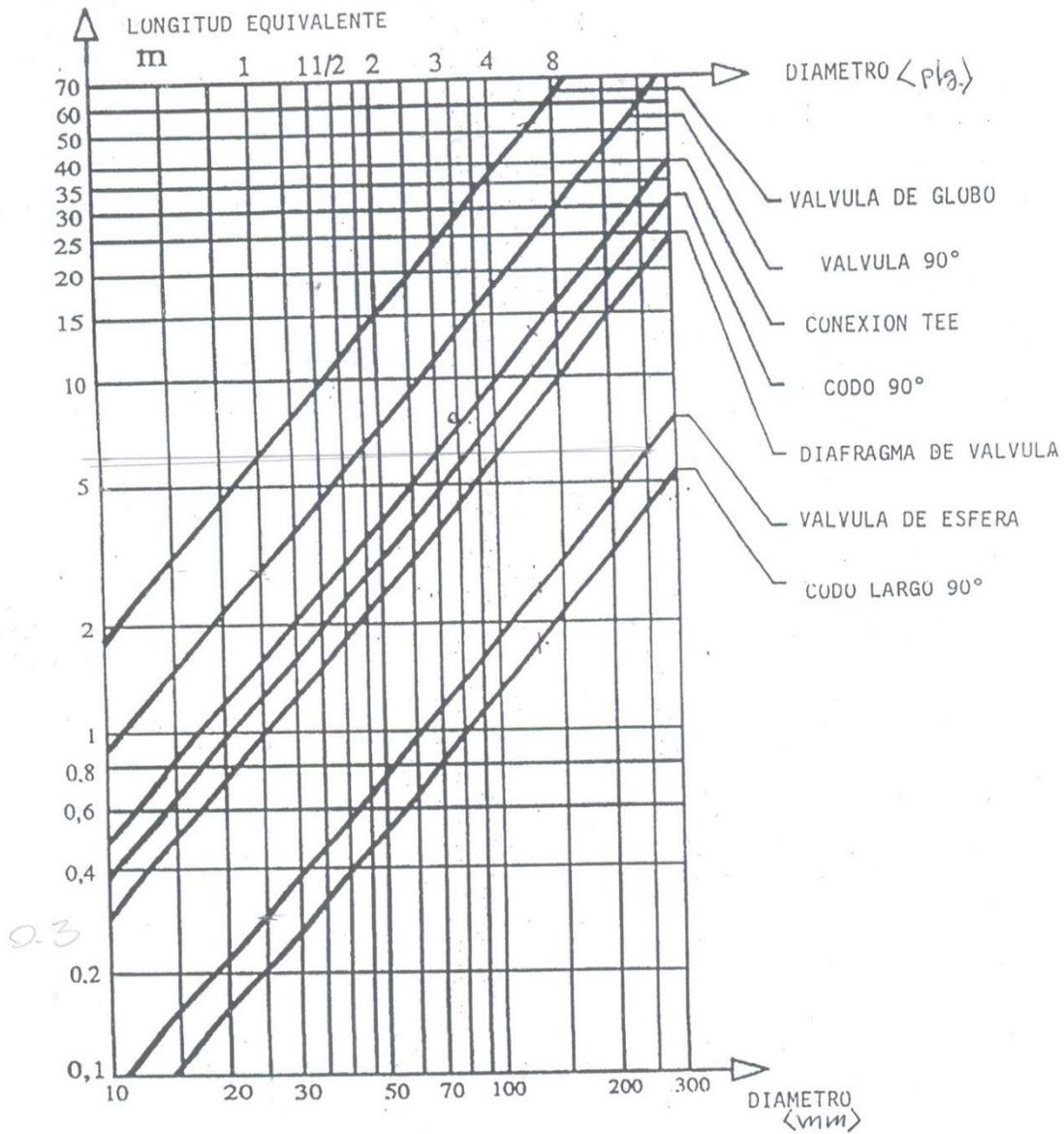


FIGURA 3.08 - GRAFICO PARA EL CALCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE.

Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

ANEXO 4 Tabla 2 de pérdidas de presión en accesorios de tubería

Tabla 2

PERDIDAS DE PRESION DE AIRE EN ACCESORIOS DE TUBERIA.  
(tabulado como longitud equivalente de tubo recto en pies)

Tipo de accesorio	Tamaño nominal de la tubería (pul.)						
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2
Codo 90°	1.55	2.06	2.62	3.45	4.02	5.17	6.16
Codo 45°	1.09	1.46	1.82	2.19	2.92	3.65	4.38
Válvula de compuerta	0.36	0.48	0.61	0.81	0.94	1.21	1.4
Válvula de bola	0.98	0.74	0.98	1.225	1.47	1.96	2.45
Válvula de ángulo	8.65	11.4	14.6	19.1	22.4	28.7	34.3
Válvula de globe	17.3	22.9	29.1	38.3	44.7	57.4	68.5
Tee	0.62	0.82	1.05	1.38	1.61	2.07	2.47
Tee Reductora	1.55						

Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.

# ANEXO 5 Tabla termodinámica A-5M (Propiedades del aire como gas ideal)

**TABLA A-5M**  
**Propiedades del aire como gas ideal**  
 T, K; h, kJ/kg; u, kJ/kg; s°, kJ/(kg·K)

T	h	p <sub>r</sub>	u	v <sub>r</sub>	s°	T	h	p <sub>r</sub>	u	v <sub>r</sub>	s°
200	199.97	0.3363	142.56	1707.	1.29559	460	462.02	6.245	329.97	211.4	2.13407
210	209.97	0.3987	149.69	1512.	1.34444	470	472.24	6.742	337.32	200.1	2.15604
220	219.97	0.4690	156.82	1346.	1.39105	480	482.49	7.268	344.70	189.5	2.17760
230	230.02	0.5477	164.00	1205.	1.43557	490	492.74	7.824	352.08	179.7	2.19876
240	240.02	0.6355	171.13	1084.	1.47824	500	503.02	8.411	359.49	170.6	2.21952
250	250.05	0.7329	178.28	979.	1.51917	510	513.32	9.031	366.92	162.1	2.23993
260	260.09	0.8405	185.45	887.8	1.55848	520	523.63	9.684	374.36	154.1	2.25997
270	270.11	0.9590	192.60	808.0	1.59634	530	533.98	10.37	381.84	146.7	2.27967
280	280.13	1.0889	199.75	738.0	1.63279	540	544.35	11.10	389.34	139.7	2.29906
285	285.14	1.1584	203.33	706.1	1.65055	550	554.74	11.86	396.86	133.1	2.31809
290	290.16	1.2311	206.91	676.1	1.66802	560	565.17	12.66	404.42	127.0	2.33685
295	295.17	1.3068	210.49	647.9	1.68515	570	575.59	13.50	411.97	121.2	2.35531
300	300.19	1.3860	214.07	621.2	1.70203	580	586.04	14.38	419.55	115.7	2.37348
305	305.22	1.4686	217.67	596.0	1.71865	590	596.52	15.31	427.15	110.6	2.39140
310	310.24	1.5546	221.25	572.3	1.73498	600	607.02	16.28	434.78	105.8	2.40902
315	315.27	1.6442	224.85	549.8	1.75106	610	617.53	17.30	442.42	101.2	2.42644
320	320.29	1.7375	228.42	528.6	1.76690	620	628.07	18.36	450.09	96.92	2.44356
325	325.31	1.8345	232.02	508.4	1.78249	630	638.63	19.44	457.78	92.84	2.46048
330	330.34	1.9352	235.61	489.4	1.79783	640	649.22	20.64	465.50	88.99	2.47716
340	340.42	2.149	242.82	454.1	1.82790	650	659.84	21.86	473.25	85.34	2.49364
350	350.49	2.379	250.02	422.2	1.85708	660	670.47	23.13	481.01	81.89	2.50985
360	360.58	2.626	257.24	393.4	1.88543	670	681.14	24.46	488.81	78.61	2.52589
370	370.67	2.892	264.46	367.2	1.91313	680	691.82	25.85	496.62	75.50	2.54175
380	380.77	3.176	271.69	343.4	1.94001	690	702.52	27.29	504.45	72.56	2.55731
390	390.88	3.481	278.93	321.5	1.96633	700	713.27	28.80	512.33	69.76	2.57277
400	400.98	3.806	286.16	301.6	1.99194	710	724.04	30.38	520.23	67.07	2.58810
410	411.12	4.153	293.43	283.3	2.01699	720	734.82	32.02	528.14	64.53	2.60319
420	421.26	4.522	300.69	266.6	2.04142	730	745.62	33.72	536.07	62.13	2.61803
430	431.43	4.915	307.99	251.1	2.06533	740	756.44	35.50	544.02	59.82	2.63280
440	441.61	5.332	315.30	236.8	2.08870	750	767.29	37.35	551.99	57.63	2.64737
450	451.80	5.775	322.62	223.6	2.11161	760	778.18	39.27	560.01	55.54	2.66176

TABLAS Y FIGURAS SUPLEMENTARIAS (UNIDADES DEL SI)

T	h	p <sub>r</sub>	u	v <sub>r</sub>	s°	T	h	p <sub>r</sub>	u	v <sub>r</sub>	s°
780	800.03	43.35	576.12	51.64	2.69013	1360	1467.49	399.1	1077.10	9.780	3.32724
800	821.95	47.75	592.30	48.08	2.71787	1380	1491.44	424.2	1095.26	9.337	3.34474
820	843.98	52.59	608.59	44.84	2.74504	1400	1515.42	450.5	1113.52	8.919	3.36200
840	866.08	57.60	624.95	41.85	2.77170	1420	1539.44	478.0	1131.77	8.526	3.37901
860	888.27	63.09	641.40	39.12	2.79783	1440	1563.51	506.9	1150.13	8.153	3.39586
880	910.56	68.98	657.95	36.61	2.82344	1460	1587.63	537.1	1168.49	7.801	3.41247
900	932.93	75.29	674.58	34.31	2.84856	1480	1611.79	568.8	1186.95	7.468	3.42892
920	955.38	82.05	691.28	32.18	2.87324	1500	1635.97	601.9	1205.41	7.152	3.44516
940	977.92	89.28	708.08	30.22	2.89748	1520	1660.23	636.5	1223.87	6.854	3.46120
960	1000.55	97.00	725.02	28.40	2.92128	1540	1684.51	672.8	1242.43	6.569	3.47712
980	1023.25	105.2	741.98	26.73	2.94468	1560	1708.82	710.5	1260.99	6.301	3.49276
1000	1046.04	114.0	758.94	25.17	2.96770	1580	1733.17	750.0	1279.65	6.046	3.50829
1020	1068.89	123.4	776.10	23.72	2.99034	1600	1757.57	791.2	1298.30	5.804	3.52364
1040	1091.85	133.3	793.36	22.39	3.01260	1620	1782.00	834.1	1316.96	5.574	3.53879
1060	1114.86	143.9	810.62	21.14	3.03449	1640	1806.46	878.9	1335.72	5.355	3.55381
1080	1137.89	155.2	827.88	19.98	3.05608	1660	1830.96	925.6	1354.48	5.147	3.56867
1100	1161.07	167.1	845.33	18.896	3.07732	1680	1855.50	974.2	1373.24	4.949	3.58335
1120	1184.28	179.7	862.79	17.886	3.09825	1700	1880.1	1025	1392.7	4.761	3.5979
1140	1207.57	193.1	880.35	16.946	3.11883	1750	1941.6	1161	1439.8	4.328	3.6336
1160	1230.92	207.2	897.91	16.064	3.13916	1800	2003.3	1310	1487.2	3.944	3.6684
1180	1254.34	222.2	915.57	15.241	3.15916	1850	2065.3	1475	1534.9	3.601	3.7023
1200	1277.79	238.0	933.33	14.470	3.17888	1900	2127.4	1655	1582.6	3.295	3.7354
1220	1301.31	254.7	951.09	13.747	3.19834	1950	2189.7	1852	1630.6	3.022	3.7677
1240	1324.93	272.3	968.95	13.069	3.21751	2000	2252.1	2068	1678.7	2.776	3.7994
1260	1348.55	290.8	986.90	12.435	3.23638	2050	2314.6	2303	1726.8	2.555	3.8303
1280	1372.24	310.4	1004.76	11.835	3.25510	2100	2377.4	2559	1775.3	2.354	3.8605
1300	1395.97	330.9	1022.82	11.275	3.27345	2150	2440.3	2837	1823.8	2.175	3.8901
1320	1419.76	352.5	1040.88	10.747	3.29160	2200	2503.2	3138	1872.4	2.012	3.9191
1340	1443.60	375.3	1058.94	10.247	3.30959	2250	2566.4	3464	1921.3	1.864	3.9474

Fuente: adaptado de J. H. Keenan y J. Kaye, "Gas Tables", Wiley, Nueva York, 1945. (Las tablas originales se revisaron en 1983.)

TABLAS Y FIGURAS SUPLEMENTARIAS (UNIDADES DEL SI)

Fuente: GUZMÁN ORTÍZ, Roberto, curso de Instalaciones Mecánicas.



Aceite combustible N° 6 (búnker)  
 Eficiencia de combustión  
 Temperatura de gases - temperatura de aire de combustión (°F)

Exceso aire	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440
0.0	0.0	16.5	88.6	88.4	88.2	87.9	87.7	87.5	87.3	87.1	86.7	86.4	86.3	86.1	85.9	88.8
2.3	0.5	16.1	88.4	88.2	88.0	87.8	87.6	87.4	87.2	87.0	86.8	86.5	86.3	86.1	85.9	85.7
4.7	1.0	15.7	88.3	88.1	87.9	87.7	87.4	87.2	87.0	86.8	86.6	86.4	86.1	85.9	85.7	85.5
7.3	1.5	15.3	88.2	87.9	87.7	87.5	87.3	87.1	86.8	86.6	86.4	86.2	86.0	85.7	85.5	85.3
10.0	2.0	14.9	88.0	87.8	87.6	87.3	87.1	86.9	86.7	86.4	86.2	86.0	85.8	85.5	85.3	85.1
12.8	2.5	14.5	87.9	87.6	87.4	87.2	86.9	86.7	86.5	86.3	86.0	85.5	85.6	86.3	85.1	84.9
15.8	3.0	14.1	87.7	87.5	87.2	87.0	86.8	86.5	86.3	86.1	85.8	85.6	85.3	86.1	84.9	84.6
18.9	3.5	13.8	87.5	87.3	87.1	86.8	86.6	86.3	86.1	85.8	85.6	85.4	85.1	84.9	84.6	84.4
22.3	4.0	13.4	87.3	87.1	86.8	86.6	86.4	86.1	85.9	85.6	85.4	85.1	84.9	84.6	84.4	84.1
25.8	4.5	13.0	87.1	86.9	86.6	86.4	86.1	85.9	85.6	85.4	85.1	84.9	84.6	84.3	84.1	83.8
29.6	5.0	12.6	86.9	86.7	86.4	86.2	85.9	85.6	85.4	85.1	84.9	84.6	84.3	84.1	83.8	83.5
33.6	5.5	12.2	86.7	86.5	86.2	85.9	85.6	85.4	85.1	84.8	84.6	84.3	84.0	83.0	83.5	83.2
37.9	6.0	11.8	86.5	86.2	85.0	85.7	85.4	85.1	84.8	84.6	84.3	84.0	83.7	83.4	82.9	82.9
42.4	6.5	11.4	86.2	85.7	85.7	85.4	85.1	84.8	84.5	84.2	84.0	83.7	83.4	83.1	82.8	82.5
47.3	7.0	11.0	86.0	85.7	85.4	85.1	84.8	84.5	84.2	83.9	83.6	83.3	83.0	82.7	82.4	82.1
52.6	7.5	10.6	85.7	85.4	85.1	84.8	84.5	84.2	83.9	83.6	83.3	82.9	82.6	82.3	82.0	81.7
58.2	8.0	10.2	85.4	85.0	84.7	84.4	84.1	83.8	83.5	83.2	82.9	82.5	82.2	81.9	81.6	81.3
64.3	8.5	9.8	85.0	84.7	84.4	84.1	83.7	83.4	83.1	82.8	82.4	82.1	81.8	81.5	81.1	80.8
71.0	9.0	9.4	84.7	84.3	84.0	83.7	83.3	83.0	82.6	82.3	82.0	81.6	81.3	81.0	80.6	80.3
78.2	9.5	9.0	84.3	83.9	83.6	83.2	82.9	82.5	82.2	81.8	81.5	81.1	80.8	80.4	80.1	79.7
86.0	10.0	8.6	83.8	83.5	83.1	82.7	82.4	82.0	81.7	81.3	80.9	80.6	80.2	79.8	79.5	79.1
94.6	10.5	8.3	83.4	83.0	82.6	82.2	81.8	81.5	81.1	80.7	80.3	79.9	79.6	79.2	78.8	78.4
104.1	11.0	7.9	82.8	82.4	82.0	81.7	81.3	80.9	80.5	80.1	79.7	79.3	78.9	78.5	78.1	77.7
114.5	11.5	7.5	82.3	81.8	81.4	81.0	80.6	80.2	79.8	79.4	78.9	78.5	78.1	77.7	77.3	76.8
126.1	12.0	7.1	81.6	81.2	80.8	80.3	79.9	79.4	79.0	78.6	78.1	77.7	77.3	76.8	76.4	75.9
139.1	12.5	6.7	80.9	80.4	80.0	79.5	79.1	78.6	78.2	77.7	77.2	76.8	76.3	75.8	75.4	74.9
153.7	13.0	6.3	80.1	79.6	79.1	78.6	78.2	77.7	77.2	76.7	76.2	75.7	75.2	74.7	74.2	73.8
170.2	13.5	5.9	79.2	78.7	78.2	77.6	77.1	76.6	76.1	75.6	75.1	74.5	74.0	73.5	72.5	72.5
189.1	14.0	5.5	78.1	77.6	77.1	76.5	76.0	75.4	74.9	74.3	73.7	73.2	72.6	72.1	71.5	71.0
210.9	14.5	5.1	76.9	76.4	75.8	75.2	74.6	74.0	73.4	72.8	72.2	71.6	71.0	70.4	69.8	69.2
236.4	15.0	4.7	75.5	74.9	74.3	73.6	73.0	72.4	71.7	71.1	70.5	69.8	69.2	68.5	67.9	67.2

Aceite combustible N° 6 (bunker)  
Eficiencia de combustión

Temperatura de gases - temperatura de aire de combustión (°F)

Exceso aire	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580
0.0	0.0	16.5	85.7	85.4	85.0	84.8	84.6	84.4	84.2	83.9	83.7	83.5	83.3	83.1	82.9	82.9
2.3	0.5	16.1	85.5	85.3	84.8	84.6	84.4	84.2	83.9	83.7	83.5	83.3	83.1	82.9	82.9	82.6
4.7	1.0	15.7	85.3	85.1	84.6	84.4	84.2	83.9	83.7	83.5	83.3	83.0	82.8	82.6	82.6	82.4
7.3	1.5	15.3	85.1	84.8	84.4	84.2	83.9	83.7	83.5	83.2	82.8	82.5	82.3	82.3	82.3	82.1
10.0	2.0	14.9	84.8	84.6	84.2	83.9	83.7	83.5	83.2	82.8	82.5	82.3	82.3	82.1	81.8	81.8
12.8	2.5	14.5	84.6	84.4	83.9	83.7	83.4	83.2	82.9	82.7	82.4	82.2	82.0	81.7	81.5	81.5
15.8	3.0	14.1	84.4	84.1	83.7	83.4	83.2	82.9	82.7	82.4	82.2	82.0	81.7	81.5	81.5	81.2
18.9	3.5	13.8	84.1	83.9	83.4	83.1	82.9	82.6	82.4	82.1	81.9	81.6	81.4	81.1	81.1	80.9
22.3	4.0	13.4	83.9	83.6	83.1	82.8	82.6	82.3	82.1	81.8	81.6	81.3	81.1	80.8	80.8	80.5
25.8	4.5	13.0	83.6	83.3	82.8	82.5	82.3	82.0	81.7	81.5	81.2	81.0	80.7	80.4	80.4	80.2
29.6	5.0	12.6	83.3	83.0	82.5	82.2	81.9	81.7	81.4	81.1	80.9	80.6	80.3	80.0	80.0	79.8
33.6	5.5	12.2	82.9	82.7	82.1	81.8	81.6	81.3	81.0	80.7	80.5	80.2	79.9	79.5	79.6	79.4
37.9	6.0	11.8	82.6	82.4	81.8	81.5	81.2	80.9	80.6	80.3	80.0	79.8	79.5	79.2	79.2	78.9
42.4	6.5	11.4	82.2	82.0	81.4	81.1	80.8	80.5	80.2	79.9	79.6	79.3	79.0	78.7	78.7	78.4
47.3	7.0	11.0	81.8	81.7	80.9	80.6	80.3	80.0	79.7	79.4	79.1	78.8	78.5	78.2	78.2	77.9
52.6	7.5	10.6	81.4	81.2	80.5	80.2	79.9	79.6	79.2	78.9	78.6	78.3	78.0	77.7	77.7	77.4
58.2	8.0	10.2	81.0	80.8	80.0	79.7	79.4	79.0	78.7	78.4	78.1	77.7	77.4	77.1	77.1	76.8
64.3	8.5	9.8	80.5	80.3	79.5	79.1	78.8	78.5	78.1	77.8	77.5	77.1	76.8	76.5	76.5	76.1
71.0	9.0	9.4	79.9	79.8	78.9	78.6	78.2	77.9	77.5	77.2	76.8	76.5	76.1	75.8	75.8	75.4
78.2	9.5	9.0	79.4	79.2	78.3	77.9	77.6	77.2	76.8	76.5	76.1	75.8	75.4	75.0	75.0	74.7
86.0	10.0	8.6	78.7	78.6	77.6	77.2	76.9	76.5	76.1	75.7	75.4	75.0	74.6	74.2	74.2	73.9
94.6	10.5	8.3	78.0	78.0	76.9	76.5	76.1	75.7	75.3	74.9	74.5	74.1	73.7	73.3	73.3	72.9
104.1	11.0	7.9	77.3	77.3	76.0	75.6	75.2	74.8	74.4	74.0	73.6	73.2	72.8	72.4	72.4	72.0
114.5	11.5	7.5	76.4	76.5	75.1	74.7	74.3	73.9	73.4	73.0	72.6	72.2	71.7	71.3	71.3	70.9
126.1	12.0	7.1	75.5	75.6	74.1	73.7	73.3	72.8	72.4	71.9	71.5	71.0	70.6	70.1	70.1	69.6
139.1	12.5	6.7	74.4	74.6	73.0	72.6	72.1	71.6	71.1	70.7	70.2	69.7	69.2	68.8	68.8	68.3
153.7	13.0	6.3	73.3	73.5	71.8	71.3	70.8	70.3	69.8	69.3	68.8	68.3	67.8	67.2	67.3	66.8
170.2	13.5	5.9	71.9	72.3	70.3	69.8	69.3	68.8	68.2	67.7	67.2	66.6	66.1	65.6	65.6	65.0
189.1	14.0	5.5	70.4	70.9	68.7	68.2	67.6	67.0	66.5	65.9	65.3	64.7	64.2	63.6	63.6	63.0
210.9	14.5	5.1	68.6	67.4	66.8	66.2	65.6	65.0	64.4	63.8	63.2	62.6	62.0	61.4	61.4	60.7
236.4	15.0	4.7	66.6	65.3	64.6	64.0	63.3	62.7	62.0	61.4	60.7	60.1	59.4	58.7	58.7	58.1

Aceite combustible N° 6 (búnker)  
Eficiencia de combustión  
Temperatura de gases - temperatura de aire de combustión (°F)

Exceso aire	% O <sub>2</sub>	% CO <sub>2</sub>	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720
0.0	0.0	16.5	82.7	82.4	82.2	82.0	81.8	81.6	81.3	81.1	80.9	80.7	80.5	80.2	80.0	79.8
2.3	0.5	16.1	82.4	82.2	82.0	81.7	81.5	81.3	81.1	80.8	80.6	80.4	80.2	79.9	79.7	79.5
4.7	1.0	15.7	82.1	81.9	81.7	81.5	81.2	81.0	80.8	80.6	80.3	80.1	79.9	79.6	79.4	79.2
7.3	1.5	15.3	81.9	81.6	81.4	81.2	81.0	80.7	80.5	80.3	80.0	79.8	79.5	79.3	79.1	78.8
10.0	2.0	14.9	81.6	81.4	81.1	80.9	80.6	80.4	80.2	79.9	79.7	79.5	79.2	79.0	78.7	78.5
12.8	2.5	14.5	81.3	81.0	80.8	80.6	80.3	80.1	79.8	79.6	79.3	79.1	78.9	78.6	78.4	78.1
15.8	3.0	14.1	81.0	80.7	80.5	80.2	80.0	79.7	79.5	79.2	79.0	78.7	78.5	78.2	78.0	77.7
18.9	3.5	13.8	80.6	80.4	80.1	79.9	79.6	79.4	79.1	78.9	78.6	78.3	78.1	77.8	77.6	77.3
22.3	4.0	13.4	80.3	80.0	79.8	79.5	79.2	79.0	78.8	78.5	78.2	77.9	77.7	77.4	77.1	76.9
25.8	4.5	13.0	79.9	79.6	79.4	79.1	78.8	78.6	78.3	78.0	77.8	77.5	77.2	76.9	76.7	76.4
29.6	5.0	12.6	79.5	79.2	79.0	78.7	78.4	78.1	77.9	77.6	77.3	77.0	76.7	76.5	76.2	75.9
33.6	5.5	12.2	79.1	78.8	78.5	78.2	77.9	77.7	77.4	77.1	76.8	76.5	76.2	76.0	75.7	75.4
37.9	6.0	11.8	78.6	78.3	78.0	77.7	77.5	77.2	76.9	76.6	76.3	76.0	75.7	75.4	75.1	74.8
42.4	6.5	11.4	78.1	77.8	77.5	77.2	76.9	76.6	76.3	76.0	75.7	75.4	75.1	74.8	74.5	74.2
47.3	7.0	11.0	77.6	77.3	77.0	76.7	76.4	76.1	75.8	75.5	75.2	74.9	74.5	74.2	73.9	73.6
52.6	7.5	10.6	77.0	76.7	76.4	76.1	75.8	75.5	75.1	74.8	74.5	74.2	73.9	73.5	73.2	72.9
58.2	8.0	10.2	76.4	76.1	75.8	75.5	75.1	74.8	74.5	74.1	73.8	73.5	73.1	72.8	72.5	72.1
64.3	8.5	9.8	75.8	75.4	75.1	74.8	74.4	74.1	73.7	73.4	73.1	72.7	72.4	72.0	71.7	71.3
71.0	9.0	9.4	75.1	74.7	74.4	74.0	73.7	73.3	73.0	72.6	72.3	71.9	71.5	71.2	70.8	70.5
78.2	9.5	9.0	74.3	73.9	73.6	73.2	72.8	72.5	72.1	71.7	71.4	71.0	70.6	70.3	69.9	69.5
86.0	10.0	8.6	73.5	73.1	72.7	72.3	72.0	71.6	71.2	70.8	70.4	70.0	69.6	69.3	68.9	68.5
94.6	10.5	8.3	72.6	72.2	71.7	71.4	71.0	70.6	70.2	69.8	69.4	69.0	68.6	68.2	67.8	67.4
104.1	11.0	7.9	71.5	71.1	70.7	70.3	69.9	69.5	69.1	68.6	68.2	67.8	67.4	67.0	66.5	66.1
114.5	11.5	7.5	70.4	70.0	69.6	69.1	68.7	68.3	67.8	67.4	66.9	66.5	66.1	65.6	65.2	64.7
126.1	12.0	7.1	69.2	68.7	68.3	67.8	67.4	66.9	66.4	66.0	65.5	65.1	64.6	64.1	63.7	63.2
139.1	12.5	6.7	67.8	67.3	66.8	66.4	65.9	65.4	64.9	64.4	63.9	63.5	63.0	62.5	62.0	61.5
153.7	13.0	6.3	66.2	65.7	65.2	64.7	64.2	63.7	63.2	62.7	62.2	61.6	61.1	60.6	60.1	59.6
170.2	13.5	5.9	64.5	63.9	63.4	62.9	62.3	61.8	61.2	60.7	60.1	59.6	59.1	58.5	58.0	57.4
189.1	14.0	5.5	62.5	61.9	61.3	60.7	60.2	59.6	59.0	58.4	57.8	57.3	56.7	56.1	55.5	54.9
210.9	14.5	5.1	60.1	59.5	58.9	58.3	57.7	57.0	56.4	55.8	55.2	54.6	53.9	53.3	52.7	52.1
236.4	15.0	4.7	57.4	56.8	56.1	55.4	54.8	54.1	53.4	52.8	52.1	51.4	50.7	50.1	49.4	48.7

Fuente: Departamento de Mantenimiento, AVSA.