



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ARAGÓN"

PLANEACION Y PROGRAMACION DEL MONTAJE E
INSTALACIÓN MECANICA DE PASTEURIZADORES TIPO
TUNEL PARA PRODUCTOS EN ENVASE O BOTE

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
GABRIEL MOSQUEDA MARTINEZ

ASESOR:
M. en I. ALBERTO REYES SOLIS

MÉXICO

2007





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradezco a mis padres

Por todo el cariño, atención y cuidados que me han brindado, por su dedicación y esfuerzos realizados con el objetivo de mi bienestar.

Sr. Francisco Mosqueda Pérez

Sra. Maria de Jesús Martínez Rivera

Agradezco a mi esposa

Por la confianza que me han dado para la realización de mis metas y objetivos, por las palabras de aliento, el cariño y apoyo que me ha brindado.

Alicia Becerra Cedeño

Agradezco a mis hijos

A mis hijos han sido una gran motivación, para trabajar por su bienestar y a la vez poder continuar con mi desarrollo profesional.

Gabriel Mosqueda Becerra

David Mosqueda Becerra

Agradezco a mi director de tesis

Quien me brindo sus conocimientos, su valioso tiempo y su colaboración en el desarrollo del presente trabajo

M. en I. Alberto Reyes Solís

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1.- PASTEURIZACION	4
1.1 Descripción.	5
1.2 Usos.	5
1.2.1 Leche.	6
1.2.2 Helado	6
1.2.3. Huevo	8
1.2.4 Cerveza.	9
1.3 Máquinas.	10
1.3.1 Características.	10
1.3.2 Pasteurizadores.	12
1.3.2.1 Mixtronic.	12
1.3.2.2 Pasteurizador Medelinox.	15
1.3.2.3 Pasteurizador Reda.	16
1.3.2.4 Pasteurizador Co- Mac.	17
1.3.2.5 Pasteurizador Sig Simonazzi	19
2.-MATERIALES PARA INGENIERÍA	22
2.1 Clasificación.	23
2.2 Características.	24
2.3 Aceros.	25
2.3.1 Clasificación AISI de los aceros	25
2.3.2 Aceros al carbono.	28
2.3.3 Aceros aleados.	28
2.3.4 Aceros inoxidable.	28

2.3.5 Aceros para herramientas.	29
2.4 Estructuras.	29
2.4.1 Tensión, Compresión y Cortante.	30
2.4.2 Esfuerzos.	31
2.4.2.1 Esfuerzos permisibles.	32
2.4.2.1.1 Calculo de apoyos para el pasteurizador.	34
3.- MONTAJE.	37
3.1 Descripción.	38
3.2 Tipos de Montaje.	38
3.2.1 Montaje estacionario.	38
3.2.2 Doble montaje estacionario.	39
3.2.3 Montaje en cadena.	39
3.3 Fijaciones atornilladas.	39
3.3.1 Dispositivos de sujeción.	39
3.3.2 Llaves de tuercas.	40
3.3.3 Defectos en conexiones atornilladas.	41
3.4 Nudos y Amarres.	42
3.5 Herramientas y Equipos	44
4.- SEGURIDAD.	56
4.1 Dirección.	57
4.2 Supervisión.	57
4.3 Personal.	58
4.4 Establecimiento.	58
4.5 Maniobras e Instalación.	61

5.- PLANEACION Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS	71
5.1 Introducción.	72
5.2 Planeación.	74
5.2.1 Principios de la Planeacion.	75
5.2.2 Etapas de la Planeacion.	76
5.3 Diagrama de flechas.	81
5.4 Calculo del diagrama de flechas.	86
5.5 Recursos.	97
5.6 Proyecto de montaje e instalación mecánica de pasteurizador Sasib Beverage.	99
CONCLUSIONES.	104
BIBLIOGRAFIA.	106

INTRODUCCIÓN.

Debido al avance industrial que se esta dando en nuestro país y en el mundo en general, así como la necesidad de incrementar la productividad en las empresas a fin de reducir costos para ser más competitivos y poder así aliviar la demanda creciente de satisfactores a precios accesibles dentro del mercado nacional e internacional, es de vital importancia desarrollar procesos productivos más eficientes, utilizando equipos de proceso más sofisticados cada día.

Por lo anterior surge la necesidad de reemplazar equipos o máquinas obsoletos por nuevos. Este trabajo es desarrollado por un grupo pequeño o grande de personas, dependiendo del tamaño y componentes de la máquina o equipo; la calidad, seguridad y entrega a tiempo de este trabajo depende en gran medida de la planeacion y programación de este.

En términos generales se puede decir que el montaje e instalación de una máquina grande consta de 4 etapas que son:

- 1) Etapa civil, en la que se hace la cimentación de la maquina.
- 2) Etapa mecánica, en la que se realiza el montaje e instalación de todos los componentes mecánicos de la maquina o equipo.
- 3) Etapa eléctrica, en la que se realiza todo el cableado y energizacion de los equipos.
- 4) Etapa electrónica, en la que se realiza la sincronización y puesta en marcha de la máquina, por medio de controles electrónicos.

Este trabajo de tesis se elabora con el propósito de aplicar una metodología de planeacion y programación, para mejorar el proceso de montaje e instalación mecánica de maquinarias y equipos, en particular de pasteurizadores tipo túnel para productos en envase o bote.

La finalidad de este trabajo es de prevenir disminuir o anular los efectos negativos que se presentan en un proceso de instalación y montaje de pasteurizadores tipo túnel para productos en envase o bote. Además de proponer recomendaciones de gran importancia en estos trabajos.

En el capítulo 1.

- Se da una breve explicación de lo que es el proceso de pasteurización.
- Se mencionan algunos productos a los cuales es necesario aplicarles el proceso de pasteurización.
- Se explican algunas características del proceso de pasteurización para varios productos.
- Se indica de una manera general el funcionamiento y finalidad de las máquinas pasteurizadoras, también se mencionan los factores significativos para la fabricación de estas y algunas diferencias entre ellas que son determinantes para el desarrollo de esta tesis.
- Se enumeran algunas características de varios pasteurizadores.

En el capítulo 2.

- Se presenta de manera general una clasificación de los materiales utilizables en procesos de ingeniería, y se mencionan algunas de sus propiedades.
- Se muestra una clasificación de los aceros, que es el principal componente para la construcción de los pasteurizadores.
- Se define lo que es una estructura y se señalan los componentes del pasteurizador que se consideran como tales, haciendo mención a las cargas o fuerzas a las que se encuentran sometidas (tensión, compresión y cortante).
- Se da una definición de lo que son los esfuerzos y se analizan los esfuerzos permisibles en vigas, ya que son de gran importancia en el diseño de elementos estructurales o partes de máquinas.
- Definiéndose como estructuras que estarán en un estado de compresión, se realiza el diseño de los soportes o bases del pasteurizador, para determinar el material y las dimensiones apropiadas que resistan las fuerzas reales o probables que se les apliquen y las condiciones ambientales a las que estén expuestos.

En el capítulo 3.

- Se describe lo que es un montaje, y se indica una clasificación de estos.

INTRODUCCION

- Se mencionan las características principales de las fijaciones atornilladas, así como de los dispositivos de sujeción y de las llaves de tuercas.
- Se presenta gráficamente la manera de hacer los algunos nudos y amarres básicos, necesarios en los trabajos de montaje.
- Se enumeran las herramientas y equipos comúnmente utilizados en este proceso de montaje, haciendo mención de la importancia que tiene el almacén.
- Se mencionan las características y tipos de eslingas, el funcionamiento y capacidades de los tirfors, los tipos y datos técnicos de los cables de acero.

En el capítulo 4.

- Se indica la importancia de la seguridad en trabajos de montaje e instalación de maquinaria y equipos.
- Se mencionan las responsabilidades de la dirección, supervisión, y personal, así como de las actividades que deben de realizar para contribuir a la seguridad, los beneficios que se obtienen, y las actividades necesarias para establecerla y mantenerla.
- Se presentan una serie de actividades que ayudan a mantener condiciones de seguridad cuando se está realizando el montaje e instalación de maquinarias o equipos.
- Se incluye como ejemplo un procedimiento de seguridad utilizado en los trabajos de montaje e instalación de maquinaria o equipos en la cervecería modelo.

En el capítulo 5

- Se define lo que es la planeacion, se menciona el papel que ha representa en los proyectos a través del tiempo, se enumeran algunos métodos más utilizados en los proyectos.
- Se describen los principios y etapas de la planeacion.
- Se muestra la metodología de planeacion y programación por medio de diagrama de flechas y su aplicación en el proyecto de montaje e instalación mecánica de un pasteurizador tipo túnel para productos en envase o bote.

1.- PASTEURIZACIÓN.

1.- PASTEURIZACIÓN.

1.1 Descripción.

Pasterización es un procedimiento u operación térmica que se le aplica a una mezcla, en condiciones tales que las temperaturas alcanzadas y el tiempo de exposición a las mismas, permita eliminar de las mezclas preparadas, los microorganismos considerados peligrosos para la salud del ser humano.

En términos generales la pasterización consiste en elevar la temperatura de la mezcla líquida a una temperatura programada, manteniéndola en ese nivel durante un lapso de tiempo, y luego bajarla lo más rápidamente posible a un rango determinado.

Los rangos de temperatura máximos y mínimos, y los rangos de tiempo de exposición de la mezcla a dichas temperaturas dependerán del tipo de mezcla que se pasterizara.

Este proceso asegura que por el choque térmico desaparezcan todas las bacterias (salmonellas, coliformes, streptococos, hongos, etc.) que de lo contrario pueden convertirse en transmisoras desde un simple malestar a problemas mayores. Para lograr este efecto y disfrutar del beneficio que proporciona la tranquilidad de un buen proceso, existen en el mercado diferentes tipos de máquinas con diversas capacidades y costos. Teniendo en cuenta la producción horaria, estas capacidades van desde unos pocos litros hasta cientos de litros por hora, dependiendo esto también de si el productor es artesanal o industrial.

Naturalmente este proceso debe ser bien controlado, porque:

- Si es insuficiente, no cumplirá su misión, no se conseguirá el objetivo y desperdiciaremos tiempo y dinero.
- Si es excesivo, atentará seguramente, contra las condiciones de calidad degustativa del producto.

1.2 Usos.

El proceso de pasterización se aplica a una gran cantidad de productos destinados al consumo humano, por ejemplo, todos los productos lácteos y sus derivados, helados, huevo, agua, vinos, cervezas, jugos, pulpas de frutas y sus concentrados, etc. A continuación se describirán algunas características del proceso de pasterización de varios productos.

1.2.1 Leche.

La pasteurización de la leche es un proceso térmico de dos fases, la primera fase de alta temperatura y corta duración ocurre cuando el producto es sometido a 76 °C durante 15 segundos, provocado por un intercambiador de calor.

Luego se aplica la fase de enfriamiento, en la que se somete el producto a un rango de 2 a 3 °C de temperatura.

Este proceso no altera el olor, el sabor, la composición ni el contenido nutricional de la leche.

La ultra pasteurización es el proceso térmico de tres fases que se aplica a la leche para eliminar completamente la presencia bacteriana y microbiológica, generando un producto inocuo y aséptico. Esta tecnología es la más moderna para el tratamiento de los alimentos líquidos procesados, inicialmente se realiza un precalentamiento donde se inicia el proceso de esterilización que adapta el producto al choque térmico de ultra alta temperatura que durante tres segundos se aplica al producto hasta alcanzar 140 °C para posteriormente ser enfriado a 20 °C sin que alteren sus propiedades nutricionales. Terminada la preparación de la leche para su consumo, comienza el proceso de envasado del producto en empaques diseñados para protegerla en las operaciones de almacenamiento, transporte, distribución y exhibición.

1.2.2 Helado.

Ya que el helado es una mezcla de leche fluida, crema, leche en polvo, azúcares, estabilizadores, agua, etc., debe efectuarse la pasteurización total de la mezcla o mix.

La pasteurización total de la mezcla es el procedimiento correcto porque incluye en su tratamiento no sólo el elemento que mayores posibilidades de contaminación ofrece (la leche y sus derivados), sino también otros que por diversas causas pueden ser motivo de problemas bacteriológicos: azúcar, huevos, cacao, etc. Ninguno de ellos ofrece condiciones de asepsia o esterilidad en sus procesos de elaboración y es necesario que el tratamiento integral por calor de la mezcla, elimine cualquier posibilidad de que el conjunto, y por lo tanto, el producto final, quede contaminado.

Si se toma como ejemplo uno de los ingredientes como lo es el huevo fresco, éste es un elemento nutritivo, de gran utilidad en el balance de la receta, parte vital del helado, pero al mismo tiempo portador en su cáscara (si su higienización no ha sido correcta), de contaminaciones de todo tipo. ¿Cómo considerar entonces qué puede quedar al margen de la pasteurización? Todos los riesgos deben ser eliminados.

Las técnicas de pasteurización.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se enumeran en la tabla 1.1 los diversos sistemas de calentamiento empleados en el proceso de pasteurización.

La elección del sistema depende esencialmente del número inicial de gérmenes, de si se trata de lograr la esterilización total o solamente la reducción del contenido microbiano (pasteurización), así como de las cantidades a procesar, ya que no es lo mismo una tina de 20 litros que pasteurizar 600 o más litros por hora.

Tabla 1.1

Sistema	Temperatura °C	Duración del calentamiento	Efecto germicida en %
Pasteurización baja o lenta	62- 65	30 minutos	95
	68- 72	8-40 seg.	99
Pasteurización rápida	71- 74	40-45 seg.	99.5
Pasteurización alta	85	8-15 seg.	99.9
Ultra pasteurización	135-150	2 -8 seg.	99.9
Esterilización	110-115	20 - 25 min.	100

El sistema elegido para reducir el contenido microbiano de la mezcla debe cumplir los requisitos siguientes:

- El efecto germicida (porcentaje de gérmenes destruidos o eliminados) ha de superar al 99 % y si se trata de gérmenes patógenos debe ser el 100%.
- La mezcla debe ser tratada con moderación para que conserve en la mayor medida posible sus principios nutritivos, así como sus propiedades organolépticas.
- La rentabilidad del sistema debe ser alta y el gasto en aparatos, escaso.

La pasteurización baja o lenta es la que mejor responde al principio conservador del valor nutritivo de la mezcla. El efecto germicida es inferior al exigido cuando la mezcla contiene inicialmente muchos microorganismos.

La pasteurización rápida es la empleada con mayor frecuencia. Cumple casi totalmente todos los requisitos. Entre las modificaciones químicas, cabe citar la coagulación de escasas cantidades de albúmina y globulina, así como la precipitación reducida de sales. Las vitaminas apenas se modifican.

PASTEURIZACIÓN

La pasteurización alta es preferida por su elevado efecto germicida, las modificaciones físicas - químicas son bastante más acusadas que en la pasteurización rápida, pues la mayoría de los fenómenos de desnaturalización se producen por encima de 75 °C. Las pérdidas de las vitaminas A, B1 y C se limitan al 20%.

1.2.3 Huevo.

Pasteurización de albúmina en polvo en Cámara de Calor (Hot Room) mediante calor seco.

La implementación de este método de pasteurización mediante calor seco, es un procedimiento ampliamente conocido en el mundo y se aplica desde inicios del año 1950, en él se corrobora la ausencia de salmonella, principal patógeno al cual se trazan y miden los tratamientos térmicos en la industria de ovoproductos.

Descripción del proceso de tratamiento térmico.

Este proceso radica principalmente en mantener inalteradas la mayor cantidad posible de las proteínas de la albúmina de huevo, como mejora de las cualidades funcionales de la misma, pero a su vez manteniendo la seguridad sanitaria del mismo.

El calor aplicado al producto en forma de corriente de aire seco, proveniente de aerocalentadores que utilizan vapor saturado, provoca significativamente un menor deterioro de las proteínas del huevo, comparados con los tratamientos tradicionales de pasteurización en forma líquida en equipos de placas o tubos.

Las ventajas del almacenamiento en cámara de calor (Hot-Room) sobre el sistema standard de pasteurización en forma líquida (húmeda), consiste en que no existe ya la posibilidad de recontaminación, ya que los envases permanecen cerrados durante y después del tratamiento térmico.

El efecto bactericida del tratamiento térmico en cámara de calor (Hot-Room) depende de cuatro factores primordiales a saber:

- a) Humedad del producto y del ambiente.
- b) Temperatura del tratamiento aplicado.
- c) Tiempo de permanencia a dicho ambiente.
- d) Tipo de manipulaciones que preceden al tratamiento térmico (Contaminación o carga inicial).

PASTEURIZACIÓN

El producto una vez deshidratado y envasado en bolsas o cajas es colocado en contenedores de acero, donde los mismos permiten la libre circulación de aire caliente entre bolsa y bolsa, mejorando la transferencia térmica y reduciendo los tiempos del tratamiento.

Los parámetros utilizados para la pasteurización en seco de la albúmina especial deshidratada son los que se muestran en la tabla 1.2.

Tabla 1.2.

Temperatura del aire de calefacción	50 °C – 70 °C
Tiempo necesario para lograr la temperatura de equilibrio	24 - 120 hrs.
Tiempo del ciclo térmico en temperatura de equilibrio	7 a 20 días.
Tiempo de enfriamiento	24 hrs.
Temperaturas máximas y mínimas de alarmas	75 °C y 50°C

1.2.4 Cerveza.

Dado que la cerveza es el resultado del procesamiento de una serie de ingredientes alimenticios, es necesario un proceso de pasteurización para garantizar la eliminación de microorganismos peligrosos para la salud humana y mantener su calidad biológica a través del tiempo sin alterar la composición del producto.

La pasteurización consiste en el calentamiento de la cerveza con vistas a detener sus actividades microbiológicas. La pasteurización puede llevarse a cabo mediante el calentamiento de la cerveza (de 60 °C a 80 °C) antes de ser embotellada o bien haciéndola pasar por un túnel caliente después de embotellada.

La pasteurización para las cervezas sin fermentación en botella les garantiza un año de vida, y las que han sufrido fermentación en botella tienen una vida que, aunque no siempre es recomendable, se puede extender hasta los diez años.

Las materias primas básicas para la elaboración de cerveza son:

- Agua
- Levadura.
- Malta de cebada.
- Malta de trigo.
- Lúpulo.

PASTEURIZACIÓN

A estos ingredientes básicos se le pueden añadir otros, de uso generalizado en algunos países, a los que se les llama "adjuntos". Estos adjuntos pueden ser múltiples y variados pero los básicamente usados son:

- Azúcar y sus variaciones.
- Maíz.
- Arroz.
- Cebada y trigo sin maltar.
- Otros cereales como el mijo.
- Otras fuentes de almidón como la patata.
- Otras especies como la canela.

1.3 Máquinas.

En la actualidad existen en el mercado una gran variedad de máquinas para pasteurizar productos que están destinados al consumo humano.

El principio de funcionamiento y la finalidad de estas máquinas es el mismo para todas, aunque las diferencias entre tamaños, formas, materiales de construcción, producto a pasteurizar y su cantidad a producir en determinado tiempo, etc. estarán determinadas por cada fabricante.

1.3.1 Características.

Las características en tamaños, servicios que requieren las máquinas, y componentes que las conforman, es un factor importante a considerar para su instalación, como ejemplos, se analizarán a continuación en las tablas 1.3 y 1.4 las diferencias entre dos máquinas:

Tabla 1.3 Pasteurizador Mixtronic 60 para helado. (Máquina suministrado en una sola pieza).

Capacidad	Ancho	Alto	Profundidad	Peso	Voltaje de Alimentación
15 a 60 l/h	40 cm.	108 cm.	81.5 cm.	197 Kg.	127-220 V.

PASTEURIZACIÓN

Tabla 1.4 Pasteurizador Sasib Beverage para cerveza en envase de 950 ml.

Capacidad:	42,000 BPH
Ancho:	6.196 m.
Alto:	3.300 m.
Profundidad:	26.600 m.
Peso:	255,000 Kg.
Alimentación eléctrica:	440 V 60 Hz
Vapor	3.4 bar
Agua	23 °C y a 2 bar
Aire	6 bar
Máquina suministrada en: módulos, bombas, tuberías, mecanismos, equipos, accesorios, etc.	

Dadas las dimensiones, el peso y los servicios que requieren las máquinas, la primera se puede instalar prácticamente donde sea, sin requerir de equipos o bases especiales. Mientras que para la segunda, es necesaria una base y equipos especiales además de una programación; que establezca la secuencia de los trabajos, ya que su montaje e instalación esta conformado por las siguientes cuatro etapas:

- a) Obra civil. En esta etapa se realiza toda la cimentación y colocación de placas de apoyo en las que se montará la máquina.
- b) Obra mecánica. En esta etapa se realiza el armado de la máquina, el montaje e instalación de todos los componentes mecánicos, equipos, accesorios y ducterías.
- c) Obra eléctrica. En esta etapa se realiza el cableado y energización de alumbrados, motores, bombas y tableros.
- d) Obra electrónica. En esta etapa se realiza la sincronización y puesta en marcha de todos los equipos por medio de controles.

En muchos de los casos si no es que en todos, el tiempo para el montaje instalación y puesta en marcha de estos equipos esta relacionado directamente con la producción, ya que mientras más rápido este en funcionamiento el equipo se ganara en producción, o desde otro punto de vista, se perderá en producción. Dadas estas exigencias es necesario que el grado de efectividad en la programación y ejecución de las cuatro etapas de instalación sea lo mejor posible.

1.3.2 Pasteurizadores.

La existencia de una gran cantidad de tipos y modelos de pasteurizadores está en función del fabricante, por ejemplo la marca Sig Simonazzi tiene 8 tipos, además de las variaciones que se les pueden hacer a cada una. A continuación se muestran algunos tipos de pasteurizadores con sus especificaciones.

1.3.2.1 Pasteurizadores Mixtronic 60/110 Technogel Para helado.

Los pasteurizadores Mixtronic (Figura 1.1) son máquinas de dimensiones compactas dotadas de un microprocesador que regula el ciclo ya sea a alta pasteurización a 85 °C y el ciclo a baja pasteurización a 65 °C.

Con el microprocesador, novedad absoluta para este tipo de máquinas, es posible fijar simplemente la temperatura de pasteurización deseada: el microprocesador de los Mixtronic determinara automáticamente la detención, antes del sucesivo enfriamiento. Además los Mixtronic están dotados de:

- Emulsor incorporado con motor a doble velocidad.
- Tanque rectangular con fondo inclinado.
- Serpentes en acero inoxidable.
- Consola de mandos ergonómica.
- Control termométrico a través de sonda electrónica.
- Mantenimiento simplificado con rápido acceso al equipo (Figura 1.2).
- Registro gráfico de pasteurización (Figura 1.3)
- Proceso de calentamiento/enfriamiento para obrar con reducidas cantidades de mezcla
- Mezclador/emulsor Mixtronic con motor a doble velocidad y protección antiinfortunios (Figura 1.4).

PASTEURIZACIÓN



Figura 1.1 Pasteurizadores Mixtronic 60/110 Technogel Para helado.



Figura 1.2 Mantenimiento simplificado



Figura 1.3 Registro grafico de pasteurización



Figura 1.4 Mezclador / emulsor

Algunas de las características técnicas de estos pasteurizadores son las que se enumeran en la tabla 1.5

Tabla 1.5

Datos técnicos	Mixtronic 60	Mixtronic 110
Capacidad mínima/máxima. (Lts.)	15-60	20-110
Potencia (kW)	6.6	11
Condensador	Agua	Agua
Gas frigorífico	R22	R22
Ancho (mm)	400	520
Profundidad (mm.)	815 + 83	815 + 83
Altura (mm.)	1083	1083
Peso (kg.)	197	260

1.3.2.2 Pasteurizador de mezclas con recirculación de agua caliente por canales Medelinox. (Figura 1.5).

Características.

- Construido totalmente en acero inoxidable calidad AISI 304.
- Batidor con motor de 0.5 HP - 1.500 RPM.
- Tapas desmontables para facilitar su limpieza.
- Tablero incorporado, con indicador digital de temperatura, llaves de comando de batidor y emulsionador opcional.
- Recipiente con canales de recirculación y fondo calefaccionado con agua caliente.
- Aislamiento térmica con poliuretano espesor 2" densidad 30 kg/m³.
- Salida de producto con válvula mariposa de paso.

Las dimensiones de los pasteurizadores de mezclas, están en función de su capacidad para procesar determinada cantidad de mezcla, como se observa en la tabla 1.6

Tabla 1.6

Medidas	55 litros	110 litros
Largo	760 mm.	760 mm.
Ancho	760 mm.	760 mm.
Alto	1050 mm.	1050 mm.



Figura 1.5 Pasteurizador de mezclas

1.3.2.3 Pasteurizador REDA para 10000 l/h para industria láctea. (Figura 1.6).

Características.

- Bajas diferencias de temperatura, la cual prolonga el tiempo entre lavados.
- Baja pérdida de carga.

- Mayor superficie de intercambio para el mismo servicio.
- Estudio de ergonomía completo, lo cual facilita las tareas de mantenimiento (todo esta ubicado en el lugar "perfecto").
- Manual del equipo asistido por sistemas CAD en 3D.



Figura 1.6 Pasteurizador Reda

1.3.2.4 Pasteurizador tipo túnel Co-Mac. (Figura 1.7).

La gama de máquinas de tipo a red (Figura 1.8) o a paso peregrino (Figura 1.9) a uno o dos planes es así de amplia para permitir el uso con bebida, cerveza, zumos de fruta y puré de tomates, confeccionados en latas, tarros o botellas. Excepto los pequeños grupos realizados en un único elemento, toda la gama en versión modular está compuesta de más elementos, que tienen una anchura de 2 a 6 metros, siendo aptos para las más distintas exigencias de fabricación por condiciones de espacio.



Figura 1.7 Pasteurizador tipo túnel de dos pisos 110 m²



Figura 1.8 Sistema a tipo red

Gracias a dicha estructura modular, es posible también ampliar una máquina ya existente por medio de la añadidura de uno a más módulos. La flexibilidad en la realización permite que el cliente tenga la posibilidad de elegir el tipo de

ejecución, en acero al carbono, totalmente inoxidable o parcialmente inoxidable. Las partes mecánicas de desplazamiento están situadas exteriormente al túnel en posición de fácil acceso, ya sea para el mantenimiento, o la simple limpieza o lubricación.



Figura 1.9 Sistema a paso peregrino

1.3.2.5 Pasteurizador Sig Simonazzi DRS. (Figura 1.10)

Este pasteurizador es una máquina en forma de túnel, compuesta de elementos de 2.5 m. de largo unidos entre si. Lo ancho de los elementos (de 3 m. a 6.5 m.) y el número de ellos depende de las necesidades de producción, tratamiento térmico y espacio disponible.

Las paredes laterales (planchas de metal) del túnel están perforadas y dobladas adecuadamente, las vigas de soporte de los tanques, las planchas de los baños, las chorreras y las estructuras del techo están soldadas a ellas.

El fondo, los repartos y las chorreras de los tanques han sido construidos en lámina de acero inoxidable ANSI 304.

La estructura de la parte superior esta formada por vigas construidas con planchas de metal dobladas unidas entre ellas. Entre estas vigas están anidadas una serie de tapas extraíbles, fabricadas con planchas de acero inoxidable de doble pared con un aislante.

En la parte delantera del túnel, en la entrada y en la salida, se han instalado los frontales con paneles de inspección corredizos.

Las superficies de las planchas de acero al carbono han sido pulidas y barnizadas con productos especiales con alta resistencia a la corrosión.

PASTEURIZACIÓN

Los tanques que contienen el agua son de acero inoxidable y sobresalen de la estructura para que las bombas puedan ser colocadas, para permitir una fácil inspección y la limpieza de los filtros. Los tanques están dotados de portezuelas con fácil acceso para la inspección interna. Los tubos terminan con una brida que permite una fácil conexión.



Figura 1.10 Pasteurizador Simonazzi

A continuación se enumeran características técnicas (Tabla 1.7), consumos (Tabla 1.8) y los tipos de alimentación (Tabla 1.9), que requiere el pasteurizador Simonazzi 6310 DR.

Tabla 1.7 Características técnicas.

Tipo de máquina	6310 DR
Pisos	2
Dimensiones del túnel	6.3 x 25 Mts.
Superficie de túneles	315 M ²
Producción	42000 BPH de 0.950 Lt.
Tiempo de tratamiento	54.5 Min

PASTEURIZACIÓN

Tabla 1.8 Consumos.

Demanda de calor Máxima	3000000 Kcal/h (Vapor 6000 Kg/h)
Calor en equilibrio térmico	1550000 Kcal/h (Vapor 3100 Kg/h)
Potencia eléctrica	180.0 Kw
Agua en equilibrio térmico	2.5 m ³ / h
Aire	1.0 Nm ³ / h

Tabla 1.9 Alimentación.

Vapor saturado	5 bar
Agua	2 bar y a 22 °C
Aire	6 bar
Tensión	440 V 60 Hz

2.- MATERIALES PARA INGENIERÍA.

2.- MATERIALES PARA INGENIERÍA.

2.1 Clasificación.

Casi cualquier material conocido por el hombre ha sido utilizado en algún proceso de ingeniería en una o en otra ocasión. Ni este capítulo, ni en realidad todo este trabajo de investigación, bastarían para conocer todos los datos correspondientes a tales materiales. Por ello se presentará de una manera generalizada la clasificación de materiales para ingeniería. Posteriormente se estudiarán con más detalle algunos de los materiales más comunes utilizados en la fabricación de los pasteurizadores.

La figura 2.1 muestra los principales grupos de materiales para ingeniería.

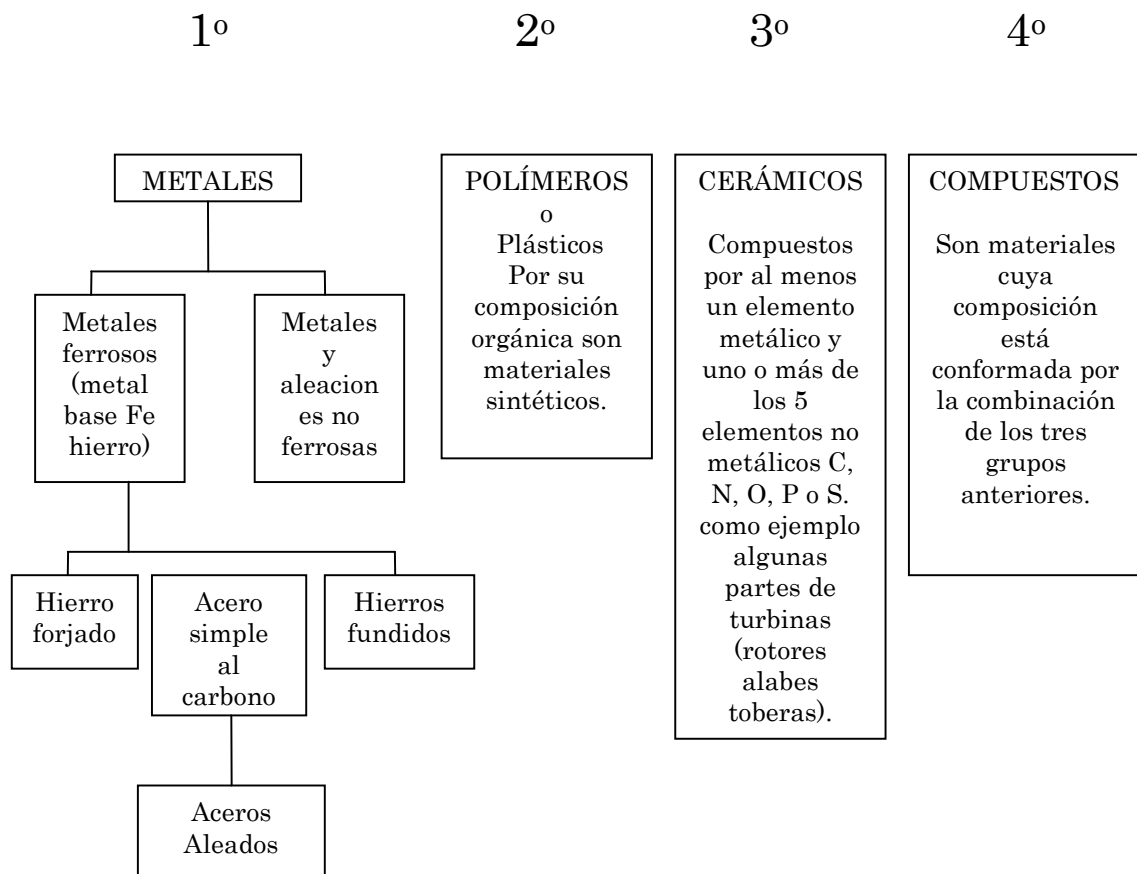


Figura 2.1 Grupos de Materiales para Ingeniería.

2.2 Características.

Con el objeto de poder comparar adecuadamente los distintos materiales, es importante entender el significado de sus propiedades más comunes, las que se indican a continuación. Se comenzara por las relacionadas con su resistencia.

Resistencia a la tensión.

Es la propiedad que tiene un material para resistir una carga de tensión sin fracturarse.

Resistencia a la compresión.

Propiedad del material por la que resiste una carga de compresión sin fracturarse.

Resistencia al corte.

Propiedad que tiene un material para resistir cargas desniveladas, o acciones de corte transversal.

Tenacidad.

Es una medida de la habilidad de un material para absorber energía o impactos sin fracturarse o romperse

A continuación se mencionaran las propiedades relacionadas con el flujo en estado sólido. Propiedades muy importantes en los procesos de fabricación.

Elasticidad.

Propiedad de un material por la que se deforma bajo una carga y vuelve a su forma original una vez que se elimina la carga, como sucede en un resorte.

Plasticidad.

Propiedad de un material por la que al deformarse bajo una carga retiene su nueva forma una vez que se elimina dicha carga. El acero dulce al doblarse muestra esta propiedad.

Ductilidad.

Es la capacidad de los materiales a soportar deformaciones plásticas antes de su fractura, como ocurre en el estirado de alambres.

Maleabilidad.

Es la capacidad que presentan los metales para adquirir deformaciones permanentes mediante esfuerzos de compresión. Como ejemplo, los remaches utilizados en la unión de estructuras, son maleables ya que deben de resistir el formado de la cabeza mediante un proceso de martillado.

Por ultimo se mencionaran las propiedades contra la corrosión y dureza.

Resistencia a la corrosión.

Propiedad que tiene un material por la que resiste el ataque de carácter químico, electroquímico o atmosférico.

Dureza.

Característica que tienen los materiales por la que resisten el ser penetrados por otro cuerpo duro.

2.3 Aceros.

Se denomina acero a toda aleación de hierro y carbono con un contenido de 0.025 a 2 %, generalmente contienen además pequeñas cantidades de manganeso, fósforo y azufre (No mayores del 2%).

Los aceros se dividen en diversos grupos entre los que se puede mencionar: aceros al carbono, aceros aleados, aceros inoxidable y aceros para herramientas. Esto es según su uso, ya que también pueden ser clasificados de acuerdo al método de manufactura o según su composición química. A continuación se analizarán cada uno de los grupos de aceros mencionados.

2.3.1 Clasificación AISI de los aceros

De acuerdo a las especificaciones desarrolladas por la American Iron and Steel Institute (AISI), la designación de los aceros al carbono se rige por un sistema de numeración de cuatro dígitos: 10XX, donde 10 nos indica que se trata de acero al carbono y XX nos indica el porcentaje o rango de contenido de carbono en puntos porcentuales, como se muestra en la tabla 2.1.

En los aceros aleados los dos primeros dígitos indican los principales elementos de aleación y sus rangos, los dos o tres últimos dígitos indican el porcentaje de carbono en puntos porcentuales. A veces se intercalan letras después de los dos primeros dígitos para indicar otra característica como la B que indica que se le ha agregado boro, L indica que se le ha agregado plomo. También se pueden emplear prefijos como la M que indica calidad corriente, la E indica horno

MATERIALES PARA INGENIERIA

eléctrico y la H indica que puede ser endurecido, como se muestra en la tabla 2.2

Tabla 2.1 Clasificación AISI para aceros al carbono.

MATERIAL	DESCRIPCION
Aceros al carbono	
10XX	No resulturado, 1.0 Mn máx.
11XX	Resulturado
12XX	Resulturado y refosforizado
15XX	No resulturado, sobre 1.0 Mn máx.

Tabla 2.2 Clasificación AISI para aceros al carbono de baja aleación.

MATERIAL	DESCRIPCION
Aceros aleados	
13XX	1.75 Mn
40XX	0.20 ó 0.25 Mo, ó 0.25 Mo + 0.042 S
41XX	0.50, 0.80 ó 0.95 Cr, + 0.12, 0.20 ó 0.30 Mo
43XX	1.83 Ni, 0.50 - 0.80 Cr, 0.25 Mo
46XX	0.85 ó 1.83 Ni + 0.20 ó 0.25 Mo
47XX	1.05 Ni, 0.45 Cr, 0.20 ó 0.35 Mo
48XX	3.50 Ni + 0.25 Mo
51XX	0.80,0.88, 0.93, 0.95 ó 1.00 Cr
51XXX	1.03 Cr
52XXX	1.45 Cr
61XX	0.60 ó 0.95 Cr + 0.13 ó 0.15 V min.
86XX	0.55 Ni, 0.50 Cr, 0.20 Mo
87XX	0.55 Ni, 0.50 Cr, 0.25 Mo
88XX	0.55 Ni, 0.50 Cr, 0.35 Mo
92XX	2.00 Si ó 1.40 Si + 0.70 Cr
50BXX	0.28 ó 0.50 Cr, 0.0005 - 0.003 B
51BXX	0.80 Cr, 0.0005 - 0.003 B
81BXX	0.30 Ni, 0.45 Cr, 0.12 Mo, 0.0005 - 0.003 B
94BXX	0.45 Ni, 0.40 Cr, 0.12 Mo, 0.0005 - 0.003 B

MATERIALES PARA INGENIERIA

Para identificar a los aceros inoxidable se utiliza un sistema de números conforme a cuatro grupos o series. Este sistema utiliza tres dígitos; el primero es indicativo del grupo o serie a que pertenecen y los dos últimos se refieren al tipo, como se aprecia en la tabla 2.3.

Las letras de sufijo pueden indicar la presencia de un elemento adicional o indicar alguna característica especial, como se indica a continuación:

- L Disminución del contenido de carbono.
- S Disminución del contenido de carbono y níquel.
- N Adición de nitrógeno para mayor resistencia.
- LN Bajo carbono y adición de nitrógeno.
- F Adición de azufre y fósforo favorecedores a la maquinabilidad.
- Se Adición de selenio para mejor mecanizado.
- H Mayor contenido de carbono.
- Cu Adición de cobre.
- B Adición de silicio para evitar descamado.

Tabla 2.3 Clasificación AISI para aceros inoxidables.

GRUPO	SERIE	DESCRIPCIÓN
Austenítico	2XX	Aceros al cromo-níquel-manganeso, no maquinables y no magnéticos.
Austenítico	3XX	Aceros al cromo-níquel, no maquinables y no magnéticos.
Martensítico	4XX	Aceros al cromo, maquinables y magnéticos.
Ferríticos	4XX	Aceros al cromo, no maquinables y magnéticos.
Martensítico	5XX	Aceros al cromo, bajo cromo y resistentes al calor.

2.3.2 Aceros al carbono.

Se define como aquel material ferroso en el que sólo el carbono afecta de manera importante su comportamiento físico, químico y mecánico, es decir, no contienen ningún elemento de aleación, pues todos provienen del proceso de obtención. de acuerdo a la calidad del material, también existen otros elementos que están implícitos en la composición de este tipo de aceros que son los siguientes: Manganeso en un rango de 0.03 a 0.06%, es recomendable que su cantidad sea de 2 a 8 veces mayor a la del azufre (su función principal es contrarrestar los efectos nocivos del azufre, aumentando la dureza, tenacidad y se emplea como desoxidante), el fósforo el cual se debe de mantener por debajo de 0.04% puesto que en mayor proporción reduce la ductilidad, lo cual aumenta la probabilidad de agrietarse cuando se trabaja en frío y evita efectuar un buen tratamiento térmico en el acero; el azufre que generalmente se encuentra por debajo del 0.05%, provoca fragilidad en frío y en caliente. Este último elemento es considerado como impureza dentro de los aceros al igual que el fósforo por lo cual se consideran nocivos.

Dentro de las principales propiedades físicas de los aceros al carbono tenemos la dureza, la resistencia a la fatiga, y la soldabilidad.

2.3.3 Aceros aleados.

Se definen como aquellos cuyas propiedades y características se deben a la unión de uno o varios elementos diferentes al carbono o también como aquellos aceros que contienen además de carbono e impurezas, elementos de aleación como el níquel, cromo, molibdeno, vanadio, tungsteno, etc.

Dicha aleación modifica las propiedades del acero en una forma específica y sus resultados dependen de la cantidad agregada, ya que cada uno de los elementos imparte distintas propiedades.

En la práctica estos aceros pueden contener un solo elemento o varios, por lo que existen una gran variedad de aceros aleados que pueden fabricarse.

2.3.4 Aceros inoxidables.

Se les denomina aceros inoxidables a una serie de materiales resistentes a los ácidos y álcalis, a la oxidación, a temperaturas elevadas y a la corrosión atmosférica.

Su principal elemento es el cromo que se añade en proporción de hasta el 25% en algunos tipos, y en cantidades variables níquel, molibdeno, vanadio, tungsteno, etc. Su propiedad de resistencia a la corrosión se debe a una película

adherente y estable de óxido de cromo que se forma en su superficie y que protege al acero contra los medios corrosivos.

2.3.5 Aceros para herramientas.

Estos aceros que incluyen los aceros de alta velocidad (AAV), contienen cantidades considerables de elementos de aleación tales como tungsteno, molibdeno, cobalto, manganeso y cromo, así como una cantidad normal de carbono. Cuando se les lleva a su temperatura particular de endurecimiento, estos aceros aleados endurecen por enfriamiento al aire. Son los aceros de uso más amplio en la industria de las herramientas de corte. Todos tienen la habilidad de retener la dureza y tenacidad al rojo a temperaturas elevadas. A diferencia de los aceros al carbono, los aceros para herramientas pueden cortar mientras se encuentran al rojo oscuro (en la cercanía de los 540 °C), sin perder dureza. A mayor contenido de cobalto, mayor factor de dureza al rojo, permitiendo así que la herramienta se pueda usar a mayores velocidades de corte.

2.4 Estructuras.

En términos generales una estructura es cualquier material que debe de resistir o transmitir cargas.

Partiendo de esta definición es conveniente considerar lo siguiente:

- Las cargas o fuerzas pueden ser:
 - Estáticas. Son las que se considera que no cambian, o aquellas que se aplican lentamente, se incrementan en forma gradual desde cero hasta su valor máximo; posteriormente permanecen constantes.
 - Dinámicas. Son aquellas cuyo valor varía con rapidez o se aplican en forma brusca.
- Un conocimiento del comportamiento mecánico de los materiales es fundamental para el diseño confiable de cualquier estructura; se deben de considerar los esfuerzos y deformaciones que presentan los materiales cuando se les aplican cargas, teniendo presente sus propiedades físicas así como las leyes y conceptos técnicos.
- Una importante consideración en el diseño de ingeniería es la capacidad del objeto que se diseña para resistir o transmitir cargas que ocasionan en él un estado de: tensión, compresión o cortante.

Elementos del pasteurizador

Entre los principales elementos de los que está constituido un pasteurizador que procesa productos en envase o bote, los cuales deben de resistir o transmitir cargas considerablemente altas y se encuentran en los estados antes mencionados están:

- Vigas
- Placas
- Tubos
- Bridas
- Tornillos
- Soportes
- Ángulos
- Bujes
- Ductos
- Pernos
- Soleras
- Engranés
- Equipos
- Cables
- Perfiles

La estructura principal del pasteurizador que procesa productos en envase o bote, está conformado por módulos o contenedores rectangulares, los cuales son elaborados con placa de acero inoxidable de espesor de $\frac{1}{4}$ " de tipo 304 y están unidos y soportados por viguetas del mismo material.

El fondo, los repartos y las chorreras de los tanques han sido construidos en lámina de acero inoxidable ANSI 304.

La estructura de la parte superior esta formada por vigas construidas con planchas de metal dobladas unidas entre ellas. Entre estas vigas están anidadas una serie de tapas extraíbles, fabricadas con planchas de acero inoxidable de doble pared con un aislante.

Las superficies de las planchas de acero al carbono han sido pulidas y barnizadas con productos especiales con alta resistencia a la corrosión.

Los tanques que contienen el agua son de acero inoxidable y sobresalen de la estructura para que las bombas puedan ser colocadas, para permitir una fácil inspección y la limpieza de los filtros. Los tanques están dotados de portezuelas con fácil acceso para la inspección interna. Los tubos terminan con una brida que permite una fácil conexión.

El pasteurizador contiene un sistema de tuberías para recirculación de agua en acero inoxidable tipo 304 cedula 10 de diámetro 6", 8" y 10".

2.4.1 Tensión, Compresión y Cortante.

Tensión

Es el estado en el cual las partículas del material tienden a separarse. Como ejemplo, el peso de un ascensor tiende a separar las partículas del cable de acero usado para el ascenso o descenso de éste. Bajo la acción del peso, los cables se alargan; “el alargamiento es típico de la tensión”.

La deformación por tensión de una longitud unitaria de cable se denomina alargamiento específico por tensión.

Con tal que las tensiones no sobrepasen el régimen de elasticidad, el alargamiento del cable depende sólo de su sección transversal, de su longitud y de la magnitud de la carga. Cuanto mayor sea el diámetro del cable, tanto menor será el alargamiento unitario; el alargamiento es proporcional a la carga por unidad de área de la sección del cable, o a la tensión del cable. La relación entre la tensión y la deformación por tensión es una característica del material, denominada módulo de elasticidad a la tensión.

Para una deformación dada, el alargamiento del cable es proporcional a su longitud: si el cable se alarga 6 milímetros cuando el ascensor se encuentra en el piso superior de un edificio de ocho pisos, se alargara 48 milímetros cuando el ascensor se encuentre en el piso bajo.

La medición cuidadosa del cable antes y después de aplicar la carga, pone de manifiesto que con el aumento de ésta y el alargamiento de aquel, disminuye el diámetro. La relación entre la deformación transversal y longitudinal se denomina coeficiente de Poisson.

Compresión

Compresión es el estado en el cual las partículas del material se aprietan entre si. Una columna sobre la cual se apoya un peso se encuentra sometida a una compresión: su altura disminuye por efecto de la carga. El acortamiento es típico de la compresión. El acortamiento de una unidad de longitud, o deformación específica por compresión, es proporcional a la carga por unidad de área de la columna. La relación entre la compresión y la deformación por compresión es el módulo de elasticidad por compresión.

Un comportamiento típico de todos los elementos estructurales largos y delgados, sometidos a esfuerzos de compresión es el pandeo. Cuando la carga de compresión aumenta lentamente, llega un valor en el cual el elemento delgado, en lugar de limitarse a acortar su longitud, “pandea” y por lo común se rompe. Este valor peligroso se denomina carga de pandeo del elemento.

Cortante

Corte es el estado en el cual las partículas de una determinada zona del material se deslizan con movimientos en direcciones contrarias. Como ejemplos: en las uniones remachadas los remachos tienden a cortarse, una perforadora emplea el corte para producir agujeros en la hoja de papel, el peso de una viga en voladizo empotrada en una pared, tiende a cortar la viga por su raíz.

El corte introduce deformaciones capaces de cambiar la forma de una estructura, las fuerzas que producen esta deformación actúan sobre los planos en los cuales se produce el deslizamiento; cuando se miden sobre una unidad de superficie, se denominan esfuerzos de corte.

En el intervalo del comportamiento elástico, la deformación es proporcional a la fuerza y por consiguiente, la distorsión es proporcional al esfuerzo cortante. La relación entre tensión y distorsión se denomina módulo de elasticidad por corte. Es una característica del material, y su valor es aproximadamente la mitad del módulo por tracción o compresión.

2.4.2 Esfuerzos

En general, las fuerzas internas que actúan sobre áreas infinitesimales en una sección transversal son de magnitud y dirección variables. Estas fuerzas son de naturaleza vectorial y mantienen en equilibrio a las fuerzas exteriormente aplicadas. La determinación de la intensidad de estas fuerzas sobre las diversas porciones de la sección transversal, es de gran importancia en el diseño de elementos estructurales, ya que la resistencia a la deformación y a las fuerzas depende de dichas intensidades. En general varían de un punto a otro y están inclinadas con respecto al plano de la sección. Se acostumbra descomponer las intensidades en direcciones perpendicular y paralela a la sección que se estudia.

La intensidad de la fuerza perpendicular o normal a la sección se llama “esfuerzo normal” en un punto. Los esfuerzos normales que producen tensión o tracción en la superficie de una sección transversal se denominan “esfuerzos de tensión”. Por otra parte, los que actúan o presionan contra la sección transversal reciben el nombre de “esfuerzos de compresión”. Otras componentes de intensidad de fuerza actúan tangencial o paralelamente al plano del elemento de área y se llaman “esfuerzos cortantes”.

Por las definiciones anteriores de esfuerzo normal y esfuerzo cortante se observa que, como representan una intensidad de fuerza en un área, los esfuerzos se miden en unidades de fuerza por unidad de área. Las unidades empleadas en el SI son newtons por metro cuadrado (N/m^2) o pascals (Pa), y

cuando se utilizan unidades del sistema ingles son libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²) o psi. Se debe observar que los esfuerzos multiplicados por las áreas respectivas sobre las que actúan dan fuerzas, y que la suma de tales fuerzas en un corte imaginario es la que mantiene a un cuerpo en equilibrio.

2.4.2.1 Esfuerzos permisibles.

Es de suma importancia el estudio de vigas, ya que numerosas aplicaciones de éstas se pueden hallar en estructuras y elementos de máquinas.

Muchos ejes de maquinaria actúan simultáneamente como miembros de torsión y como vigas: el eje de un automóvil es una viga. Con los materiales modernos, la viga es un elemento predominante en la construcción: los miembros principales que soportan los pisos de los edificios son vigas.

El proceso global de diseño de una viga requiere la consideración de numerosos factores, tales como tipo de construcción, materiales, cargas y condiciones ambientales. Sin embargo, en muchos casos, esta labor finalmente se reduce a la selección de una viga de forma o perfil y de tamaño particular, tal que los esfuerzos reales en la viga no excedan los esfuerzos permisibles.

La ecuación de esfuerzo máximo por flexión (2.1) se utiliza ampliamente en la práctica debido a su sencillez. Para facilitar su empleo se tienen tabulados en manuales los módulos de sección de muchas secciones de elementos fabricados. Esta ecuación es particularmente conveniente para el diseño o calculo de vigas. Una vez que se ha determinado el momento flexionante máximo de una viga y decidido un esfuerzo permisible, puede despejarse de la ecuación (2.1) el módulo de sección requerido. Esta información es suficiente para seleccionar una viga. No obstante, una consideración detallada del cálculo dimensionado de vigas es necesaria puesto que por lo general una fuerza cortante, que a su vez produce esfuerzos, actúa también en la sección transversal de una viga. Se debe de considerar primero la interacción de las diversas clases de esfuerzo para obtener una visualización completa del problema.

$$\sigma_{m \acute{a} x} = \frac{M}{S} \quad (2.1)$$

Esta ecuación establece que el esfuerzo máximo por flexión es proporcional al momento flexionante M e inversamente proporcional al modulo elástico de sección S .

El momento flexionante se mide en cm × Kg y el modulo elástico de sección en cm³, por lo tanto las unidades del esfuerzo máximo por flexión son Kg/cm².

Si se desea evitar la falla de una estructura, las cargas que la misma realmente puede soportar deben de ser mayores que las cargas que requerirá sostener cuando esté en servicio. La capacidad de una estructura para soportar cargas se denomina resistencia, por lo que el criterio precedente puede replantearse como sigue: la resistencia real de una estructura debe de rebasar la resistencia requerida. La ecuación (2.2) muestra que la relación entre la resistencia real (R_r) y la resistencia requerida (R_rq) se denomina factor de seguridad (n).

$$n = \frac{R_r}{R_rq} \quad (2.2)$$

Desde luego, el factor de seguridad n debe de ser mayor que 1.0 si se desea impedir la falla del material. De acuerdo con las circunstancias, se emplean factores de seguridad desde un poco más de 1 hasta 10.

La inclusión de factores de seguridad en el diseño no es un asunto sencillo ya que la resistencia y la falla del material denotan conceptos diferentes. La falla del material o simplemente la falla, significa la ruptura o el colapso completo de una estructura, o bien que las deformaciones rebasan algún valor límite, de tal modo que la estructura se vuelve incapaz de realizar sus funciones. Esta última clase de falla puede ocurrir con cargas mucho menores que aquellas que ocasionan el colapso. Para la determinación de un factor de seguridad se deben de tomar en cuenta conceptos como los siguientes: probabilidad de sobrecarga accidental de la estructura, los tipos de cargas (estático, dinámico o repetitiva) y con que precisión se conocen, la posibilidad de falla por fatiga, inexactitudes de construcción, calidad de fabricación, variaciones en propiedades de los materiales, deterioro debido a corrosión o a otros efectos ambientales, precisión de los métodos de análisis, si la falla es gradual (con amplias señales de peligro) o súbita (sin señales de peligro), consecuencias de la falla (daño menor o catástrofe) y otras consideraciones más. Si el factor de seguridad es muy bajo, el riesgo de falla será elevado, y por tanto la estructura será inaceptable; si el factor es muy grande, la estructura desperdiciara material y puede volverse inadecuada para su función (por ejemplo, puede ser muy pesada). Debido a estas complejidades, se requiere del buen juicio y criterio del ingeniero al establecer los factores de seguridad.

En la práctica, los factores de seguridad se definen e implantan en muchas formas. Un método de diseño es establecer el esfuerzo permisible (σ_{per}) al aplicar un factor de seguridad (n) respecto del esfuerzo último (σ_u). El esfuerzo permisible se obtiene de la ecuación (2.3).

$$\sigma_{per} = \frac{\sigma_u}{n} \quad (2.3)$$

2.4.2.1.1 Cálculo de apoyos para el pasteurizador.

En la práctica es conveniente colocar el pasteurizadores sobre apoyos, para elevarlo aproximadamente 15 cm sobre el nivel del piso, con el objetivo de evitar el contacto directo de la máquina con el piso y así facilitar las labores de limpieza, reduciendo la acumulación de suciedad y humedad excesiva que pudiera dañar al pasteurizador, además de que en muchas ocasiones esto es recomendable por favorecer a una mejor estética en la presentación de la máquina.

Se puede considerar a estos soportes como estructuras que van a estar en un estado de compresión, y se deben de diseñar con el material y las dimensiones apropiadas para que resistan las fuerzas reales o probables que se les apliquen.

Dadas las condiciones anteriores estos apoyos se deben de diseñar con la finalidad de que sean resistentes, funcionales, económicos y estéticos.

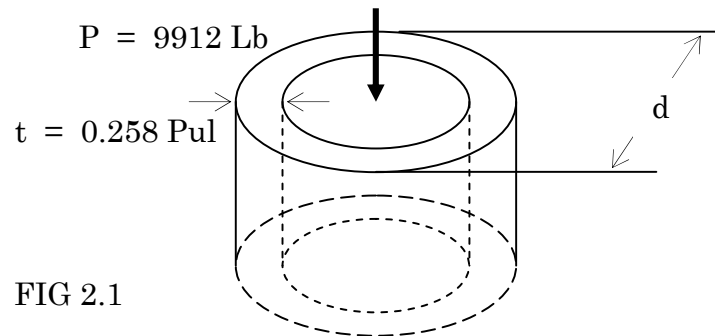
Las características del tipo de apoyo a utilizar, están determinadas por el factor de seguridad, las características del material a utilizar y la carga que deberá de soportar cada apoyo. Como se plantea en los siguientes cálculos.

Datos.

- 1) Material a utilizar: Cilindros circulares huecos de acero inoxidable (Figura 2.1). Ya que éste es un excelente material para estas condiciones de trabajo y cumple con las finalidades de una buena estructura.

Se pueden obtener fácilmente cortando casquillos de tubería, además de que por estar en constante exposición al agua es recomendable debido a sus buenas características contra la corrosión.

- 2) La carga que deberá soportar cada apoyo es de 9912 Lb. (Dato de diseño de la máquina).
- 3) Dado que los soportes estarán sometidos a cargas estáticas, dinámicas, sobrecargas por el montaje de equipos adicionales sobre el pasteurizador y el medio ambiente en el que se encontraran es de una humedad excesiva, se requiere un factor de seguridad alto de 6 a 9.
- 4) Espesor de la pared del cilindro 0.258" (por ser un valor comercial en tuberías).



Desarrollo.

- 1) De las propiedades mecánicas del acero inoxidable, se tiene que el valor del esfuerzo último está comprendido dentro de un rango de 60 a 150 Ksi, para los fines de cálculo se tomara el valor mínimo.
- 2) Ahora se puede obtener el esfuerzo permisible de compresión (σ_{Per}) que es igual al esfuerzo último (σ_u) dividido entre el factor de seguridad (n).

$$\sigma_{Per} = \frac{\sigma_u}{n} = \frac{60000}{9} = 6666 \text{ psi}$$

- 3) Con el dato anterior se puede determinar el área de la sección transversal requerida.

$$A = \frac{P}{\sigma_{Per}} = \frac{9912 \text{ Lb}}{6666 \text{ psi}} = 1.48 \text{ Pul}^2$$

- 4) El área real de la sección transversal es:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi [d - 2t]^2}{4} = \pi t [d - t]$$

Donde: d = Diámetro exterior y $[d - 2t]$ = Diámetro interior.

- 5) A continuación se despeja d y luego se sustituye $t = 0.258 \text{ Pul}$ y $A = 1.48 \text{ Pul}^2$ de lo que se obtiene:

$$d = t + \frac{A}{\pi t} = 2.08 \text{ pul}$$

Por lo tanto el diámetro exterior del apoyo debe de ser al menos de esa longitud a fin de tener el factor de seguridad deseado.

3.- MONTAJE.

3.- MONTAJE.

3.1 Descripción.

Se entiende por montaje la unión y mutua fijación de las unidades constructivas de una maquina o estructura, distinguiéndose el montaje parcial de grupos constituidos por piezas sueltas y el montaje total o principal a base de estos grupos.

El autentico montaje de piezas se ocupa de la unión, por sus superficies de adaptación, de piezas sueltas que se corresponden. Después del montaje de las piezas se verifica la posición mutua obtenida y, en caso dado, se realizan las necesarias correcciones mediante reajustes, adaptación, repaso o nuevo montaje.

Se entiende por montaje parcial la unión de piezas sueltas para formar grupos de construcción. Los grupos conseguidos en este montaje parcial tienen que llenar las exigencias que se les impone en cuanto a exactitud y función. Por esto las distintas unidades constructivas terminadas se verifican para ver si cumplen las condiciones prescritas.

En el montaje total se unen entre si diversos grupos y se aprecia si se cumplen, en la posición que han adoptado, las condiciones impuestas a la máquina terminada en cuanto a precisión, rendimiento y demás exigencias técnicas.

3.2 Tipos de montaje.

Que clase de montaje debe de elegirse es cosa que se decide teniendo en cuenta la naturaleza y el número de unidades de la máquina a construir (construcción individual, construcción en serie, construcción en grandes series).

3.2.1 Montaje estacionario.

Es aquel en el cual la máquina se monta en un sitio fijo, teniendo la ventaja de que las piezas principales de ella (en general, especialmente pesadas) tales como bastidores, carcazas, módulos puedan durante el montaje conservar su sitio invariable. Constituyendo por el contrario una desventaja las dificultades que se producen con la entrega de las unidades de montaje en el transcurso del trabajo.

3.2.2 Doble montaje estacionario.

Se realiza cuando las dimensiones de la máquina fabricada son muy grandes, que es más conveniente transportarla al lugar donde se requiera, en varias piezas o partes. Este tipo de montaje se realiza en tres etapas:

La primera consiste en un montaje estacionario en un taller, donde es fabricada la máquina. En la segunda etapa ésta es sometida a una serie de pruebas de funcionamiento, para posteriormente ser desarmada y embalada en varios paquetes o módulos, para ser transportada al lugar donde se instalara. La tercera etapa consiste en recibir estos paquetes o módulos, y armar nuevamente esta máquina, realizando un montaje estacionario donde finalmente quedará instalada. A esta etapa se le conoce como un montaje en obra, y es aquí donde desarrollaremos el objetivo de la tesis.

3.2.3 Montaje en cadena.

Este montaje es aquel en el cual la unidad de montaje es transportada de un puesto de trabajo a otro, llevando consigo en la mayoría de los casos un acortamiento del tiempo de recorrido de las piezas por los talleres.

En los talleres de montaje se encuentran a veces ambos procedimientos. El autentico montaje se verifica entonces de modo estacionario en el puesto de trabajo fijo de los montadores al cual son acercados los grupos constructivos terminados de acoplar. Estos grupos por el contrario son montados por el procedimiento en cadena que se ha llamado el montaje principal.

3.3 Fijaciones atornilladas.

Las maquinas e instrumentos de todas las clases se hacen de muchas partes separadas. Estas partes, cuando se ensamblan, se mantienen unidas por medio de varios tipos de sujetadores de metal. Algunos de los más comunes son: pernos roscados, tornillos, tuercas, arandelas. Los hay de varios tipos y de muchos tamaños. También se les hace de muchas clases de metal para servir a un propósito específico.

3.3.1 Dispositivos para sujeción.

Para evitar que las conexiones atornilladas se aflojen a consecuencia de las vibraciones, se emplean distintos dispositivos para su sujeción. Estos dispositivos se dividen en dos categorías: aquellos en que la acción de sujeción es positiva, y aquellos en que la acción de sujeción es friccional. Los dispositivos para sujeción positiva consumen más tiempo y presentan dificultades para su aplicación, pero resultan esenciales en el caso de uniones críticas, en los que una falla pudiera dar origen a accidentes graves, como ocurre con los

embragues y los controles de freno de las máquinas herramienta; algunos ejemplos de estos dispositivos son: las tuercas hexagonales con ranura transversal, sujeta con alfiler o chavetas, arandelas con reborde, tuerca hexagonal y placa de sujeción etc. Mientras que como ejemplo de dispositivos de sujeción por fricción se tienen: la contratuerca, la arandela de presión, la tuerca con cierre por anillo de fibra, etc.

3.3.2 Llaves de tuercas.

Las llaves de tuercas se utilizan para apretar las fijaciones atornilladas. Tienen las proporciones adecuadas, de forma que su longitud permita que un hombre con fuerza promedio apriete del todo y correctamente el fijador.

Existe una gran variedad de llaves que se pueden utilizar dependiendo del tipo de tuerca o tornillo que se desee fijar y de las condiciones del lugar, unas de las más comunes son las siguientes:

- a) Llave para uso general, con dos extremos y quijadas abiertas comúnmente llamada llave española.
- b) Llave de doble anillo, comúnmente llamada de estrías, para utilizar cuando el espacio es reducido (sólo se utiliza en tuercas y tornillos cuyas cabezas se encuentran en muy buen estado).
- c) Llave de cubo con cremallera, comúnmente llamada matraca con dados, recomendada cuando no es posible utilizar la llave de uso general por las condiciones de espacio.
- d) Llave de tubo, utilizada para tuercas y tornillos hexagonales hundidos en una pieza de fundición. La llave se hace girar mediante una barra insertada en los orificios con que cuenta.

La selección de la medida de la llave es muy importante, ya que esto garantiza la fijación y no maltrata los dispositivos, la llave a utilizar esta en función de la medida del perno, a continuación se muestra la tabla 3.1 en la cual se puede seleccionar la llave estándar para la medida de algunos pernos.

Tabla 3.1 Tamaño de las llaves de tuercas.

Diámetro del perno	Tamaño de la llave	Diámetro del perno	Tamaño de la llave
$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$1 \frac{5}{8}$	$2 \frac{9}{16}$
$\frac{5}{8}$	$1 \frac{1}{16}$	$1 \frac{3}{4}$	$2 \frac{3}{4}$

Continuación tabla 3.1

Diámetro del perno	Tamaño de la llave	Diámetro del perno	Tamaño de la llave
$\frac{3}{4}$	$1 \frac{1}{4}$	$1 \frac{7}{8}$	$2 \frac{15}{16}$
$\frac{7}{8}$	$1 \frac{7}{16}$	2	$3 \frac{1}{8}$
1	$1 \frac{5}{8}$	$2 \frac{1}{4}$	$3 \frac{1}{2}$
$1 \frac{1}{8}$	$1 \frac{13}{16}$	$2 \frac{1}{2}$	$3 \frac{7}{8}$
$1 \frac{1}{4}$	2	$2 \frac{3}{4}$	$4 \frac{1}{4}$
$1 \frac{3}{8}$	$2 \frac{3}{16}$	3	$4 \frac{5}{8}$
$1 \frac{1}{2}$	$2 \frac{3}{8}$	$3 \frac{1}{2}$	$5 \frac{3}{8}$

3.3.3 Fallas y defectos en las conexiones atornilladas.

La adecuada selección del grado de resistencia en las fijaciones mediante tornillos, es un factor importante para evitar se presenten fallas (ocasionadas por una fuerza superior a la resistencia del tornillo) como las que se indican a continuación:

- Por desprendimiento de cabeza.
- Por correrse la rosca.
- Por falla de la espiga, bajo tensión o corte, a través del diámetro menor de la rosca.

A continuación se enumeran los casos en que se debe de tener especial cuidado, para evitar se presenten otro tipo de fallas en las conexiones atornilladas.

- a) Cuando no se coloca arandela plana y se aprieta la tuerca, esta tiende a morder el metal, creando un reborde a medida que penetra en la superficie de apoyo, ocasionando daños en el área de contacto de la placa o del miembro estructural. El perno tendera a aflojarse, y cualquier apretado posterior de la tuerca hará que ésta se adentre todavía más en el metal, llegando el momento, cuando la totalidad de la porción roscada de perno ha sido alcanzada por la tuerca, que resultara imposible continuar apretándola y la unión se aflojara.
- b) En las uniones con tornillo, por lo menos dos de las roscas del perno deberán de salir por encima de la tuerca. Por ello, se deberá de utilizar el perno de la longitud correcta. Si éste es demasiado corto, la tuerca no tendrá el agarre suficiente sobre la rosca del tornillo, presentándose siempre una tendencia a aflojarse. Cualquier intento de apretar con exceso la tuerca suele resultar en

un corrimiento de la rosca, especialmente cuando se utiliza un perno con rosca fina. Ninguna parte de la rosca del perno deberá quedar dentro de la perforación.

- c) Las superficies de contacto del perno deberán de estar en ángulo recto con la perforación. En estos casos es recomendable utilizar arandelas en cuña para compensar los rebordes inclinados.




3.4 Nudos y amarres.

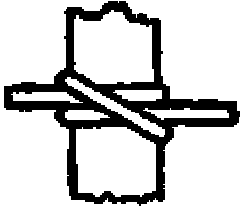
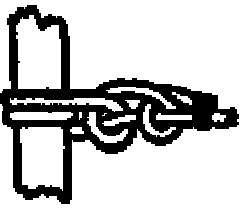
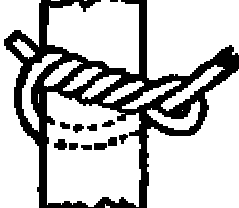


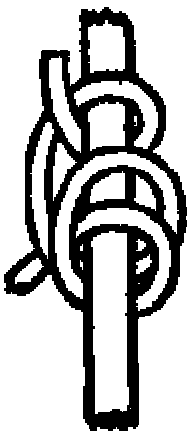
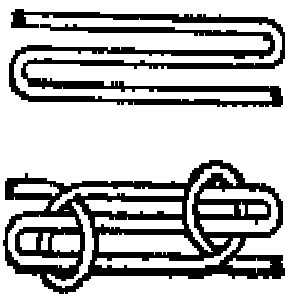
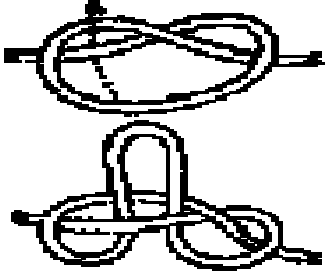
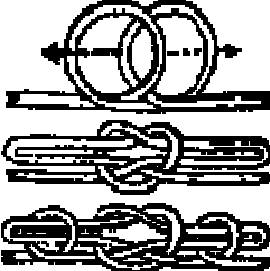
En los procesos de montaje estacionario, principalmente en aquellos donde el peso y volumen de la maquina es demasiado grande, además de que el lugar final donde se montará, no cuenta con espacios suficientes para maniobrar con grúas, es necesario realizar este montaje de una manera manual, apoyándose con herramientas y equipos portátiles, además de que se debe de tener el conocimiento básico de algunas técnicas de nudos y amarres, para poder mover con seguridad piezas pasadas y/o voluminosas.

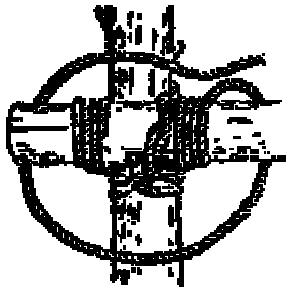
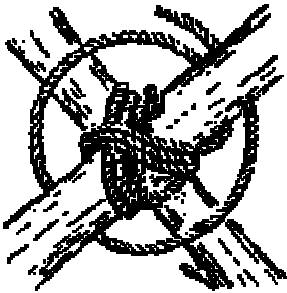
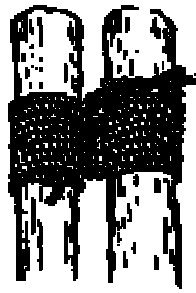
La vida puede depender de un nudo bien hecho. Un nudo bien hecho es aquel capaz de resistir cualquier esfuerzo y que sin embargo, pueda deshacerse con facilidad.

Un nudo mal hecho es aquel que, cuando tiene que resistir a una fuerza que tire de él, se deshace y cuando se trata de deshacerlo, se liga tan fuertemente que no hay manera de desbaratarlo.

En las figuras 3.1 a 3.15 se muestran algunos nudos y amarres básicos.

		
<p>Fig. 3.1 Nudo de Rizo, cuadrado o plano. Se usa para anudar vendajes y cuerdas del mismo grueso</p>	<p>Fig. 3.2 Vuelta de Escota. Para unir dos cuerdas del mismo o de distinto grueso.</p>	<p>Fig. 3.3 Nudo de Pescador. Para unir dos cuerdas mojadas o resbalosas, sirve de remate de seguridad en cualquier sistema de rescate</p>

		
<p>Fig. 3.4 Nudo de Ballestrinque. Para amarrar una cuerda a un mástil o tubería, es útil para instalar cuerdas guía</p>	<p>Fig. 3.5 Cote Doble o Volta de Braza. Para amarrar una cuerda a un poste en su extremo</p>	<p>Fig. 3.6 Nudo de Leñador. Para asegurar el cabo de una cuerda a un mástil o tubería</p>
		
<p>Fig. 3.7 As de guía simple. Hace una gaza que no se corre. Nudo básico de anclaje que puede ser combinado en varios sistemas.</p>	<p>Fig. 3.8 Nudo corredizo. Puede acortarse o agrandarse según se quiera.</p>	<p>Fig. 3.9 Ballestrinque doble. Se usa en sustitución del ballestrinque y para contra vientos.</p>
		
<p>Fig. 3.10 Nudo de Margarita. P/acortar una cuerda y para apretar una floja.</p>	<p>Fig. 3.11 Nudo de Arnés de hombre. Hace una gaza para arrastre o soportes intermedios en sistemas de guía (tirolesas y rieles)</p>	<p>Fig. 3.12 Nudo de Silla de Bombero. Tiene dos gasas p/ bajar personas.</p>

		
<p>Fig. 3.13 Amarre Cuadrado. Princípiase con un ballestrinque. Háganse vueltas para atorar en ángulo recto con las vueltas principales. Termínese con el ballestrinque.</p>	<p>Fig. 3.14 Amarre Diagonal. Comiéncese con el nudo de leñador alrededor de los dos postes. Dense vueltas alrededor para atortolar (apretar). Termínese con el ballestrinque.</p>	<p>Fig. 3.15 Amarre Redondo. Hágase el ballestrinque alrededor de uno de los postes. Dense unas vueltas alrededor de los dos postes. Apriétese. Termínese con el ballestrinque.</p>

3.5 Herramientas y equipos.

Almacén.

Se debe contar con un almacén bien conservado, organizado y manejado con eficiencia, en el debe disponerse de espacio para reparar y almacenar ha cubierto las herramientas pequeñas y equipos tales como compresoras, máquinas de soldar, malacates diferenciales, etc. para protegerlos de los elementos naturales. También, debe de disponerse de un área para cubrir los tablonés, maderos y bloques, si no están protegidos de alguna manera contra la lluvia, la nieve y el hielo.

El encargado del almacén debe de contar dentro de su grupo de trabajo con personal que tenga experiencia en soldar, cortar con oxiacetileno, o algún soplete similar y hacer reparaciones menores de herrería algunos de sus hombres deben poder reparar y dar servicio a equipos mecánicos, neumáticos y eléctricos.

El tipo de persona más adecuado para desempeñar la función de encargado de almacén es alguien que haya tenido experiencia en el campo como supervisor, así como haber ejecutado las diferentes fases del montaje, trabajos de atornillado, soldadura, Pailería etc., de manera que pueda saber que es lo que necesita el personal de campo y como se utilizara el equipo; debe saber como

reparar o dar servicio a las herramientas y equipo y debe haber tenido experiencia en el manejo de personal para poder distribuir el trabajo de la mejor manera posible.

También, es conveniente tener un oficinista para llevar registros de todas las herramientas, equipos y suministros, de manera que el encargado del almacén pueda saber en cualquier momento con que material cuenta; el material que se envía a las obras debe deducirse del total que se tiene y según se va devolviendo el equipo y las herramientas, deben tabularse y agregarse al inventario.

El encargado del almacén deberá revisar el equipo para que este disponible en el momento que se requiera. Si una parte de este equipo esta siendo usado en otra obra y se espera que sea devuelto a tiempo para darle el servicio de mantenimiento y tenerlo así disponible para la nueva obra, deberá asegurarse de que no haya retrasos en la obra que puedan evitar que el equipo este listo cuando se necesite, además deberá revisar el estado de las herramientas ordenadas, para lubricarlas, limpiarlas, pintarlas o repararlas en caso necesario y asegurarse de que todo esté en condiciones seguras de trabajo.

En el almacén se deberá vigilar el programa de las próximas obras, para asegurarse de que habrá tiempo suficiente para tener listo el equipo y herramientas y poder entregarlos cuando sea necesario.

Herramientas para montaje.

Una lista completa de revisión del equipo y herramientas que se utilizaran en obra, para el montaje de pasteurizadores tipo túnel que procesan productos en envase o bote, dependerá de las necesidades del montador así como de las condiciones del lugar de montaje. A continuación se enumeran las herramientas y equipos más comúnmente usados.

a) Caja de herramienta del montador.

Son herramientas de uso común y de un tamaño moderado de manera que el montador pueda llevar consigo.

- Arco con segueta.
- Martillo cincelador de 1 Lb.
- Cincel de 1/2" x 8".
- Punzón de 3/8" x 4".

- Rallador.
- Desarmadores planos de diámetro 1/4", 3/8".
- Desarmador de cruz de diámetro 1/4", 3/8".
- Llave perico de 12".
- Pinzas de presión R-10, R-11.
- Llaves mixtas estándar de: 3/8", 7/16", 1/2", 9/16", 5/8", 11/16", 3/4", 13/16", 7/8", 15/16", 1", 1-1/16", 1-1/4".
- Llaves mixtas milimétricas de: 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28.
- Llaves allen estándar de: 1/16", 1/8", 3/16", 1/4", 5/16", 3/8", 7/16", 1/2".
- Llaves allen milimétricas de: 4, 6, 8, 10, 12, 16.
- Brocas para metal de: 1/16", 1/8", 3/16", 1/4", 5/16", 3/8", 7/16", 1/2".
- Nivel mecánico.
- Plomada de mercurio.
- Flexómetro.

Por su uso no tan cotidiano, para un buen control y porque son necesarios en trabajos de ajustes mecánicos, es conveniente que el almacén cuente con al menos tres juegos estándar y milimétricos de machuelos de 1/8" a 1/2" y de 3mm. a 12mm. al menos dos juegos de llaves mixtas de 1-1/4" a 2" y de 28mm a 50mm., al menos dos llaves estilson de 24". Para cuando los requiera el montador.

b) Equipos portátiles eléctricos o neumáticos.

Son herramientas que su uso no es tan frecuente en comparación con las herramientas de la caja del montador, su tamaño es relativamente grande; por estas razones y para un buen control es conveniente que estén a disposición en el almacén para cuando el montador las requiera.

Son muy necesarios en los trabajos de montaje, ya que comúnmente se tienen que realizar ajustes en campo, es decir, trabajos como: barrenos pasados, barrenos machueledos, cortar, esmerilar y pulir metales,

rectificar orificios, se tienen que realizar en el lugar de la instalación, y solamente es posible utilizando estos equipos portátiles eléctricos. Estos equipos pueden funcionar por medio de energía eléctrica (eléctricos) o por aire a presión (neumáticos) proporcionada por un compresor.

- Taladros de 3/8" y 1/2".
- Pulidores: Angular y Recto.
- Rectificador.
- Cortadora de mano.
- Compresor.

c) Equipos para cargar empujar o jalar.

- Grúas.
- Polipastos.
- Gato de escalera.
- Gato de botella.
- Tirfors.
- Gato power.
- Malacates.
- Diferencial.

d) Accesorios para maniobra.

- Polines
- Tablones.
- Patines para mover maquinaria (Tortugas).
- Barretas.
- Anclas.
- Grilletes.
- Eslingas.
- Grapas (perros).
- Andamios.
- Estrobos.
- Escaleras.
- Plataformas de madera.
- Argollas.

e) Equipos.

- Planta para soldar mediante procesos de: arco eléctrico y con protección de gas argón.
- Equipo para soldar con gas argón (mangueras y antorcha con mordaza, portamordaza, tungsteno, tapón).
- Tanque de gas argón.
- Flujometro para tanque de gas argón.
- Equipo completo de oxicorte (mangueras para oxígeno y acetileno, cortador con boquilla, válvulas arrestaflamas, reguladores para oxígeno y acetileno).
- Tanques de oxígeno y acetileno.

Eslingas.

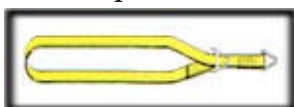
Son utilizadas para cargar o jalar equipos y algunas de sus características principales son:

- Protección de la carga: no estropea, daña o raya la superficie de las cargas metálicas y no metálicas.
- Conveniencia: muy ligeras y flexibles, fáciles de manejar y se ajustan a la carga.
- Seguridad: mantendrá la carga sin deslizarse, las fibras de aguante interiores están cubiertas y protegidas por las fibras exteriores. Todas las eslingas tienen un factor de seguridad de 5 a 1.
- Larga vida: No se pudre, no se enmohece y es resistente a todo tipo de bacteria. Resistente a muchos químicos y excelente a la abrasión.
- Temperatura: no es recomendable su uso en temperaturas arriba de 200°F, 92.4° C.
- Rayos ultravioleta: si la eslinga es expuesta en forma continua a la luz ultravioleta afectará su capacidad de carga.

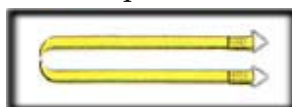
Existe una gran variedad de eslingas para diferentes aplicaciones y condiciones, las más comúnmente utilizadas son las siguientes:

- Tipo I: eslinga de enlace especial para aplicaciones en donde se requiere enlazar, disponibles con accesorios metálicos en las terminales.
- Tipo II: eslinga de canasta, con accesorios tipo triángulo en los extremos.
- Tipo III: eslinga ojo plano.
- Tipo IV: eslinga ojo torcido, muy popular y muy duradero, esta puede ser usada con todo tipo de ganchos.
- Tipo V: eslinga sin fin, círculo continuo, proporciona múltiples aplicaciones. Eslinga versátil ya que permite rotar los puntos de desgaste.
- Tipo VI: eslinga con ojos invertidos, para cualquier aplicación, muy durable, con material muy resistente a la abrasión por ambos lados de los ojos y el cuerpo para más larga vida.
- Eslinga de cuerpo ancho: esta eslinga de gran capacidad proporciona una mayor estabilidad a la carga sobre una mayor superficie.
- Eslinga de ojos pegados: eslinga de cuerpo ancho proporciona gran estabilidad para cargas ligeras.
- Eslingas de brazos con accesorios: estándares en configuración de un brazo o dos.
- Eslingas circulares sin fin (Roundslings): fabricadas por la acción de hacer curvas hasta formar una gasa en fibra 100% de poliéster, y recubierta con un forro. Puede ser usada con cualquier tipo de ganchos, proporcionando una gran flexibilidad.

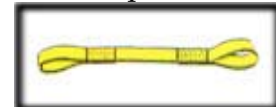
Tipo I

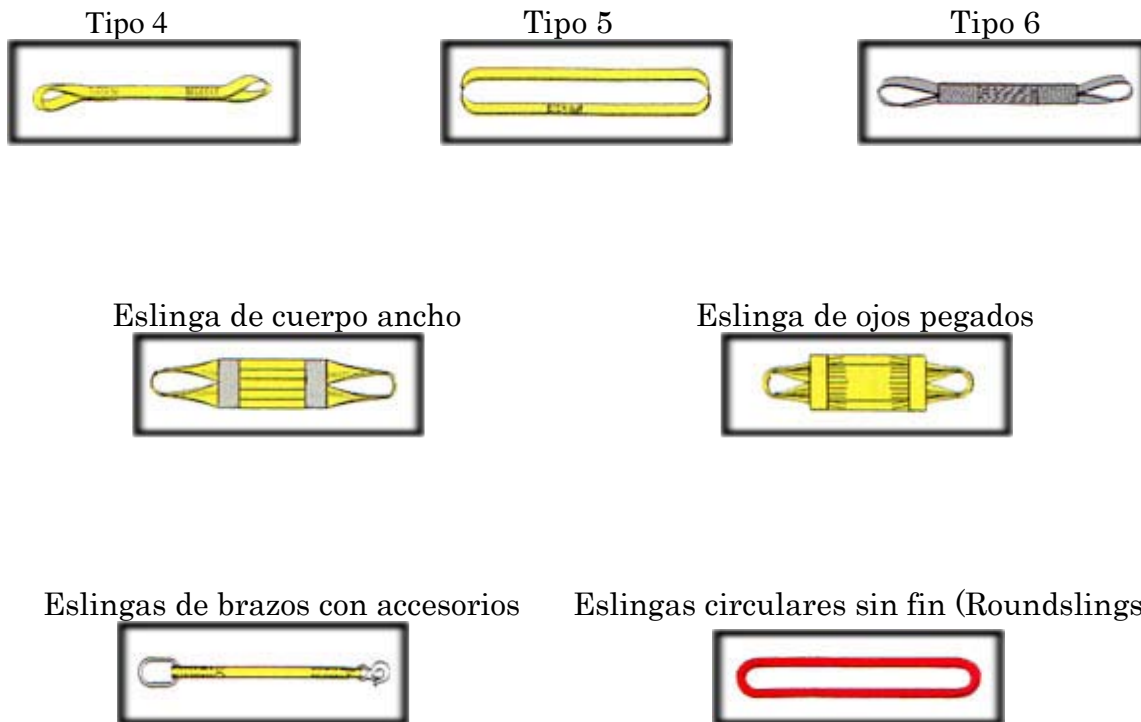


Tipo 2



Tipo 3





Tirfors.

Son aparatos de tracción y elevación portátiles (Fig. 3.16), de acondicionamiento manual y admiten una longitud ilimitada de cable, por lo tanto, pueden elevar a cualquier altura y tirar desde cualquier distancia. Mediante poleas, puede multiplicarse fácilmente su potencia. En general los Tirfors llevan dos bloques-mordaza superior y otra inferior. Estas mordazas tienen un canal que se ajusta al diámetro del cable para sujetarlo. La unión de las mordazas superior e inferior, se efectúa por medio de pares de bielas, de modo que el movimiento del cable a través de las mordazas determina el cierre de éstas sobre él.

El principio puede describirse como el movimiento de vaivén de las manos, semejante al que realiza un marinero tirando de una soga. La presión de agarre de las mordazas es tal, que si sometemos a prueba un aparato aplicándole más carga, se rompe el cable antes de que se produzca movimiento alguno del mismo a través del aparato. Cuanto mayor es la carga, más fuerte es la sujeción.

El apriete inicial se efectúa por medio de muelles. Los dos bloques-mordaza se enlazan por bielas de mando. El accionamiento de las palancas de marcha adelante o marcha atrás determina un movimiento de vaivén de los bloques-mordaza, que a su vez, hace que el cable avance o retroceda.

MONTAJE

El aparato va provisto de una empuñadura de desembrague de manera que cuando se tira de ella hacia la posición de apertura, comprime los muelles, y abre simultáneamente, los dos bloques-mordaza para que el cable pase libremente a través del aparato. Esta palanca no puede accionarse estando el aparato con carga, ya que sería necesario un esfuerzo suficiente para contrarrestar la tensión de los muelles más el peso de la carga que se está elevando o arrastrando.

Comúnmente podemos encontrar en el mercado Tirfors de las siguientes capacidades:

- a) capacidad de 1,300 kgs, para cable de 5/16"
- b) capacidad de 2,000 kgs, para cable de 7/16"
- c) capacidad de 3,500 kgs, para cable de 5/8"



Fig. 3.16 Tirfor convencional.

Cables de acero.

De igual manera que las eslingas son utilizados para cargar o jalar equipos y la selección de este dependerá del trabajo a realizar y las características del cable. A continuación se enumeran algunas características de los siguientes cables de acero de uso común.

A) Construcción: 1 x 7

Estos torones se suministran normalmente galvanizados y torcido izquierdo, se utilizan preferentemente para sustentar torres de comunicaciones, postes y vientos de estructura. Hay tres tipos, siemens martín, alta resistencia y extra alta resistencia. También se les conoce como retenida.

B) Construcción: 1 x 19

Estos torones se suministran galvanizados regularmente y su uso es para chicotes, soporte de equipos, lámparas, etc.

C) Construcción: 6 x 25 filler alma de fibra serie: 6 x 19

Este cable es más resistente a la fatiga que su equivalente con alma de acero, pero no resiste aplastamiento; no se recomienda su uso en ambientes ácidos ni húmedos o altas temperaturas. Se utiliza en malacates y grúas de una sola capa en el tambor.

D) Construcción: 6 x 19 seale alma de acero serie: 6 x 19

Es un cable semi-rígido, su tolerancia a la fatiga es menor a otros cables, resiste el aplastamiento y se usa generalmente como cable de arrastre.

E) Construcción: 6 x 25 filler alma de acero serie: 6 x 19

Por sus características técnicas este cable es el más popular para todo tipo de grúas, tales como palas mecánicas, cabrestantes, polipastos, etc., esta considerado como el cable de maniobra por excelencia.

F) Construcción: 6 x 26 warrington seale alma de acero serie: 6 x 19, hasta 1 5/8"

A diferencia del cable 6 x 25 filler, este es más resistente a la abrasión, pero menos flexible, se utiliza en grúas substituyendo al 6 x 25.

G) Construcción: 6 x 36 warrington seale alma de fibra serie: 6 x 37

Este cable tiene características semejantes al 6 x 25, pero es más flexible se utiliza cuando las poleas y tambores son de diámetro pequeño.


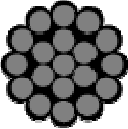
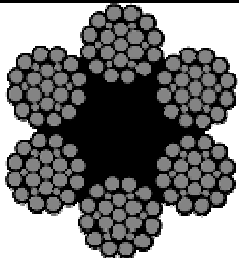
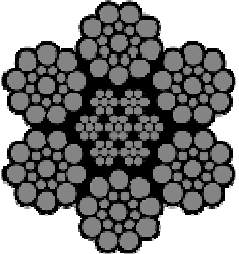
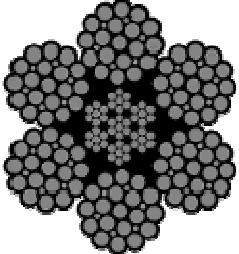
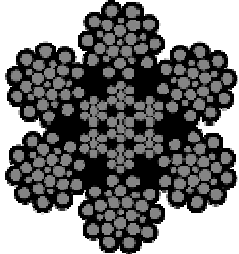
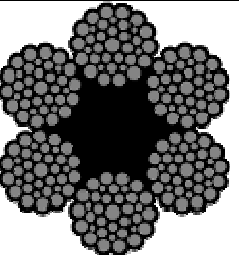
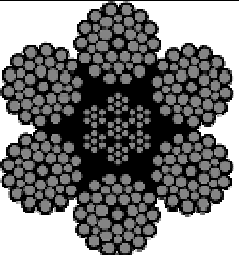
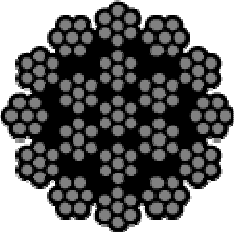
H) Construcción: 6 x 36 warrington seale alma de acero serie: 6 x 37

Este cable se utiliza cuando se requiere mayor flexibilidad; pero su resistencia a la abrasión es menor. Se utiliza en palas, dragas, almejas y grúas portuarias.

D) Construcción: 19 x 7 no rotatorio. alma de acero serie: 18 x 7

Se utiliza en grúas de pórtico, telescópicas y torre; en los mecanismos de elevación en los que la carga se iza con una sola línea de cable, evitando que ésta gire al ser elevada y suspendida.

Cables y torones de uso común para construcción y uso general

		
A) Construcción: 1 x 7	B) Construcción: 1 x 19	C) Construcción: 6 x 25 filler alma de fibra serie: 6 x 19
		
D) Construcción: 6 x 19 seale alma de acero serie: 6 x 19	E) Construcción: 6 x 25 filler alma de acero serie: 6 x 19	F) Construcción: 6 x 26 warrington seale alma de acero serie: 6 x 19
		
G) Construcción: 6 x 36 warrington seale alma de fibra serie: 6 x 37	H) Construcción: 6 x 36 warrington seale alma de acero serie: 6 x 37	I) Construcción: 19 x 7 no rotatorio. alma de acero serie: 18 x 7

A) Clasificación 1 x 7 acero galvanizado tipo de retenida.

Diámetro		Peso aprox. Kg / m	Resistencia a la ruptura en toneladas métricas.		
Cm	pulg		Siemens martín	Alta Resistencia	Ex.alta Resistencia
3.2	1/8	0.03	0.41	0.60	0.83
4.8	3/16	0.12	0.86	1.29	1.81
6.4	1/4	0.18	1.43	2.15	3.02
8.0	5/16	0.31	2.43	3.63	5.08
9.5	3/8	0.41	3.15	4.90	6.98
13.0	1/2	0.77	5.49	8.53	12.20

B) Serie 1 x 19 acero arado mejorado galvanizado toron.

Diámetro		Peso aprox. kg por m.	Resistencia a la Ruptura en kg
mm	Pulg.		
1.19	3/64	0.007	105
1.59	1/16	0.011	220
1.80	.071	0.013	270
1.98	5/64	0.180	320
2.38	3/32	0.026	505
2.60	.102	0.031	590
3.00	.120	0.035	790
3.57	9/64	0.079	1,050

Características de los cables de los incisos C), D), E), F), G), H)

Diámetro		Incisos C), G), H).		Incisos D), E), F).	
mm.	Cm.	Peso aprox. Kg / m	Carga de ruptura Ton.	Peso aprox. Kg / m	Carga de ruptura Ton.
3.18	1/8	0.04	0.63	0.04	0.69
4.76	3/16	0.08	1.40	0.10	1.43
6.35	1/4	0.15	2.40	0.17	2.74
7.94	5/16	0.24	3.86	0.28	4.25
9.53	3/8	0.36	5.53	0.39	6.08
11.11	7/16	0.46	7.50	0.51	8.25

Características de los cables de los incisos C), D), E), F), G), H)					
Diámetro		Incisos C), G), H).		Incisos D), E), F).	
mm.	Cm.	Peso aprox. Kg / m	Carga de ruptura Ton.	Peso aprox. Kg / m	Carga de ruptura Ton.
12.70	1/2	0.62	9.71	0.69	10.68
14.30	9/16	0.79	12.20	0.87	13.48
15.90	5/8	0.98	15.10	1.08	16.67
19.05	3/4	1.40	21.60	1.54	23.75
22.23	7/8	1.90	29.20	2.10	32.13
25.40	1	2.48	37.90	2.75	41.71
28.60	1-1/8	3.12	47.70	3.47	52.49
31.75	1-1/4	3.76	58.60	4.20	64.47
34.93	1-3/8	4.55	70.50	5.15	77.54
38.10	1-1/2	5.43	83.50	6.20	91.80
41.27	1-5/8	6.37	97.10	7.14	106.77
44.45	1-3/4	7.38	112.00	8.30	123.74
47.62	1-7/8	8.48	128.00	9.52	140.70
50.80	2	9.64	145.00	10.82	159.36

D) Serie 18 x 7 no rotatorio acero arado mejorado.

Diámetro		Peso aprox. kg por m.	Resistencia a la ruptura en kg
mm.	Pulg.		
7.90	5/16	0.296	3,830
9.50	3/8	0.378	5,320
11.11	7/16	0.515	7,230
12.70	1/2	0.670	9,400
14.30	9/16	0.860	11,800
15.90	5/8	1.060	14,600
19.10	3/4	1.520	20,900
22.20	7/8	2.070	28,300
25.40	1	2.710	36,600

4.- SEGURIDAD.

4.- SEGURIDAD.

4.1 Dirección.

Para que en el montaje de un pasteurizador que procesa productos en envase o bote se trabaje con máxima seguridad, se deben definir y llenar ciertos requisitos fundamentales; todas las personas que intervengan en la obra deben de estar consientes que las medidas de seguridad deben de observarse en forma continua y toda persona debe de colaborar para mantenerlas.

Los directores de la obra deben de estar convencidos de que si las operaciones son seguras se obtienen resultados más eficientes y económicos; por lo tanto deben de estar dispuestos a aprobar gastos por conceptos de aparatos, equipos y herramientas de seguridad y además los planos y métodos de montaje propuestos deben de analizarse para confirmar que sean seguros. Deben de estar realmente convencidos y expresar con energía que los esfuerzos realizados para lograr la seguridad en el trabajo se consideran esenciales y valiosos. No sólo debe de inculcarse la idea de seguridad a través de las etapas de planeacion del plan de montaje, en el almacén y en la ejecución real de los trabajos, sino que debe de asegurarse que el grupo de supervisión en campo cuenta con el apoyo de la dirección en todos los esfuerzos que se hagan para lograr condiciones de trabajo y de mano de obra seguras. Los directores deben de esforzarse por poner entusiasmo e interés en la programación de seguridad; se debe poner interés en la seguridad, así como en la producción, pues en realidad la seguridad es una parte de todas las operaciones.

4.2 Supervisión.

Al grupo de supervisión le corresponde hacer cumplir las normas de seguridad y estar siempre alerta para identificar los posibles riesgos del trabajo; debe de ser capaz de distinguir cuando hay o no seguridad en la mano de obra o el trabajo realizados. El grupo de supervisión debe de estar entrenado para convencer a los obreros de que es indispensable efectuar el trabajo con seguridad; cuando se cuenta con personal de reciente contratación se le debe de explicar o demostrar los métodos de trabajo seguro; se debe de confirmar que estén calificados para las responsabilidades particulares que les serán encomendadas, es decir, que los encargados de realizar conexiones tengan experiencia, que los operadores de equipos estén familiarizados con estos, que el personal del almacén este capacitado y conozca los métodos adecuados para cuidar las herramientas. En un proyecto grande, a veces es indispensable contar con un maestro mecánico calificado, para supervisar la reparación y mantenimiento del equipo y de las herramientas. El equipo que no esté en condiciones de seguridad puede ocasionar accidentes graves y costosos.

A menos de que en realidad el supervisor conozca a los hombres que se contratan, es importante que los observe con cuidado al iniciarse la obra; un buen supervisor puede identificar pronto a un trabajador sin experiencia, sin capacidad y a menudo, inseguro. A los ayudantes o aprendices debe de instruírseles para que trabajen con seguridad y eficiencia mientras aprenden para convertirse en trabajadores calificados.

Cuando se contrata a un obrero nuevo se debe constatar que cuenta con un certificado medico reciente, entonces se podrá evitar un posible accidente grave; un operador de malacate o grúa, expuesto a un ataque cardiaco, puede ocasionar un accidente catastrófico; un hombre que sufra de hernia puede incapacitarse de por vida si se le asigna un trabajo en el cual tenga que levantar cargas pesadas. Un hombre con vista defectuosa puede equivocarse al pisar cuando este realizando trabajos en alturas y es posible que caiga; si se le informa del defecto cuando se le hace el examen medico, puede obtener anteojos para corregir su vista, de esta manera no sólo estará mas seguro, sino que se le ayudara en su vida normal. Los métodos de seguridad deben de hacerse cumplir de modo continuo.

4.3 Personal.

Es necesario que los hombres que realizan el trabajo práctico tengan conciencia de las medidas de seguridad, entrenándolos en los métodos de trabajo seguro y el uso seguro de las herramientas y equipos; deben de adiestrarse para lograr los beneficios del uso de los equipos de protección personal, como la necesidad de usar gafas de seguridad cuando están efectuando actividades peligrosas para los ojos, y debe de mostrárseles la manera correcta de ajustarlas, usarlas y cuidarlas.

Se debe de informar al personal que se espera su cooperación con la supervisión y la dirección para mantener la obra en condiciones de seguridad, para protegerse así mismos y a sus compañeros, así como a los trabajadores de otros gremios que trabajan en el área, contra accidentes y heridas; debe de animárseles a que pregunten a su jefe inmediato cuando tengan dudas acerca de la manera adecuada y segura de llevar acabo cualquier parte de su trabajo. Debe de hacérseles cumplir con su asistencia a las juntas de seguridad; debe de inducírseles a usar el equipo de seguridad, a estudiar los reglamentos de seguridad disponibles y a cumplir con las normas escritas en los cartelones de seguridad.

4.4 Establecimiento.

Para establecer las obligaciones de la dirección debe de pensarse con anticipación en el suministro de un plan de montaje seguro y de condiciones de trabajo y áreas seguras; el equipo y las herramientas deben de inspeccionarse

con regularidad, mantenerlas en buenas condiciones y asegurarse de que tengan la resistencia adecuada; los materiales inseguros como tabloneros rotos, cable de alambre y de manila desgastados deben de desecharse de inmediato.

Un programa de seguridad a base de incentivos, en el que se incluyan recompensas monetarias para el grupo de supervisión, o hasta la concesión de broches, diplomas o premios a los individuos con expedientes libres de accidentes, será una prueba tangible de que el patrón desea que todos los hombres, así como el grupo de supervisión, trabajen con seguridad; aunque la vida de un hombre no se puede medir en dinero, un incentivo que se pague al grupo de supervisión, basado en el registro de accidentes de la obra, ayudara mucho a reducir la cantidad de accidentes, al aumento de producción, a la reducción de costos y a la reducción de las primas de seguro.

Deben de llenarse registros de los accidentes y analizarlos constantemente; en estos registros debe de incluirse su frecuencia (número de accidentes por cada millón de horas-hombre trabajadas), su gravedad (número de días perdidos a causa de personas heridas debido a los accidentes, por cada millón de horas-hombre trabajadas) y costos. Debe de informarse a los supervisores no sólo acerca de sus propios registros de seguridad, sino también acerca de los registros de otros supervisores que trabajen en esa misma obra. La comparación con otros, a menudo puede ser el incentivo que se necesita para mejorar los esfuerzos de un hombre.

Los registros de seguridad deben de relacionarse con la producción, para convencer al grupo de supervisión de que la seguridad es costeable. Por lo general, un ambiente, equipo, y métodos seguros atraerán al mejor tipo de trabajador calificado, lo cual a su vez se reflejara en registros de menor cantidad de accidentes y menores costos de montaje.

Una de las mejores ayudas que la dirección puede dar al supervisor es la asignación de un ingeniero de seguridad; éste debe de trabajar con el supervisor para obtener los mejores resultados, ayudándole a observar condiciones inseguras de trabajo, vigilando que los folletos acerca de seguridad que se distribuyan lleguen al personal, asegurándose de que los cartelones de seguridad se coloquen de manera que se obtengan los mejores resultados, llevando los registros de accidentes, asegurándose de que los instrumentos de seguridad se usen de manera correcta.

Cuando no se cuenta en todas ocasiones con un ingeniero de seguridad, se puede comisionar a unos cuantos hombres como comité de seguridad, para vigilar las condiciones de trabajo inseguras que puedan escapar al supervisor o al jefe de grupo; este tipo de situaciones puede descubrirse lo bastante pronto como para evitar accidentes. Es conveniente cambiar a los miembros de este comité cada semana, asegurándose de que no evadan sus responsabilidades

normales. En una obra que cubre un área grande, aunque se cuente o no con un ingeniero de seguridad, puede ser conveniente asignar a una persona como observador de seguridad, permitiéndole que dedique parte o todo su tiempo a cubrir toda la obra.

El supervisor debe de hacer que el equipo se use correctamente y debe de supervisar el uso de los tamaños y resistencias suficientes de los cables manila y de los tablones, diferenciales, patines, etc. Puede tenerse un accidente debido al uso incorrecto, o del uso de un tamaño o resistencia inadecuados, del equipo o de las herramientas. El supervisor debe de dar a conocer a sus hombres el plan de trabajo según se desarrollara en el curso de la operación, esto le ayudara a obtener su cooperación; los problemas mutuos se deben de discutir con libertad con sus jefes de grupo e ingenieros.

Debe de hacerse reuniones de seguridad regularmente y tan a menudo como sea necesario; en estas juntas, el ingeniero de seguridad y el supervisor deben de convencer al personal de que la seguridad es un requisito para tener un empleo continuo. Es conveniente tener juntas especiales de seguridad en las que estén presentes sólo el encargado del montaje y sus supervisores, así como juntas a las que asistan los jefes de grupo y su cuadrilla individual; estas juntas deben llevarse a cabo en el lugar donde se esta haciendo el trabajo y cualquier acción realizada fuera de las medidas de seguridad puede aclararse de inmediato, sin necesidad de esperar a una junta general. Algunos montadores realizan juntas durante la comida por las tardes, en las cuales el personal puede estar relajado y con mayor probabilidad de discutir condiciones de trabajo que de otra manera podrían pasar desapercibidas y que pueden causar accidentes; aunque esto parezca costoso, a menudo rinde buenos dividendos al fomentar un mayor espíritu de cooperación, tanto hacia la seguridad como hacia la producción en toda la obra.

Es conveniente colocar en un lugar muy visible cartelones de seguridad, aplicables a cada operación en particular, cambiándolos con frecuencia, haciéndolos atractivos y protegiéndolos del clima o de otros daños, en estos cartelones deben cubrirse tan ampliamente como sea posible los tópicos de seguridad.

En general los sindicatos cooperan con este movimiento a favor de la seguridad, recalcándola en los cursos de entrenamiento que imparten para los aprendices, enseñando la manera adecuada y segura para usar las herramientas y el equipo, e inculcando a estos hombres la necesidad de protegerse a si mismos y a sus compañeros de trabajo. Los accidentes implican sufrimientos y perdida de ingresos para la persona herida, gastos para el patrón y demora en el proyecto, que afectaran al propietario, de hecho, todos pierden algo a consecuencia de un accidente, ya sea leve o grave.

En cuanto a equipos mecánicos, a éstos se la han incluido más y más características de seguridad a lo largo de los años; los fabricantes han tenido pláticas con los usuarios y han analizado la utilización de su equipo para saber donde pueden hacerse mejoras para eliminar riesgos. Se está prestando mas atención a la resistencia de las partes que se usan en las máquinas y se preparan manuales para informar a los usuarios de los métodos más adecuados y seguros para la operación, lubricación y mantenimiento del equipo, con el objetivo de lograr una vida útil más larga y más segura; pero las características de seguridad integradas a las herramientas y equipo son sólo tan buenas como los métodos de seguridad empleados por los hombres que las utilizan. Debe de evitarse el uso equivocado o el abuso de la utilización de cualquier herramienta o equipo.

En la lista de herramientas para la obra se deberá incluir todo el equipo de seguridad que pueda ser útil en la misma. Debe de suministrarse equipo de seguridad para cada hombre, como cascos, gafas, cinturones de seguridad con cables del tamaño adecuado, botas con casquillo, tapones para disminuir la percepción del ruido.

Se debe de contar con instalaciones y servicios para el personal operativo tales como: agua potable, un sitio donde puedan consumir sus alimentos con seguridad e higiene, un lugar o refugio contra los rigores del tiempo que permita al personal cambiarse de ropa en caso de lluvia; así se podrán evitar enfermedades que hacen que una persona trabaje en condiciones inseguras, o puede evitar que falte a su trabajo debido a la enfermedad, dejando así a una cuadrilla incompleta.

Las instalaciones medicas se deben de prever con bastante anticipación, de manera que en caso de accidente se sepa de inmediato a que medico, especialista u hospital se puede acudir, donde pueden obtenerse servicios de primeros auxilios y que servicio de ambulancia está disponible.

4.5 Maniobras e instalación.

Podemos considerar como maniobras a todas las actividades necesarias para desplazar en cualquier dirección y sentido algún material, máquina o parte de maquinaria relativamente grande y/o pesada, utilizando el esfuerzo humano con el auxilio de herramientas y equipos especiales. Como instalación podemos considerar al armado o ensamble de una máquina o sistema que contenga equipos, accesorios, y materiales. El método de maniobra dependerá de las condiciones del lugar y la pieza a mover, como ejemplo, si la maniobra se realiza en un patio que cuenta con suficiente espacio y la pieza a mover es de gran volumen y peso, ésta se podrá realizar con una grúa, sin embargo, si la misma maniobra se realiza dentro de una nave donde no se cuenta con el suficiente espacio para maniobrar con grúa, ésta se tendrá que realizar con

montacargas, tirfors y demás herramientas. La seguridad al desarrollar estas actividades está en función del correcto método de maniobra y de el óptimo estado de las herramientas y equipos. Las principales actividades de seguridad necesarias cuando se realizan maniobras e instalación son:

- a) El personal debe de mantenerse alejado de la carga que se está levantando, no debe de colocarse debajo de una carga y debe de estar alejado de cualquier área en la cual la carga pueda girar o caer de improviso. Si la carga se maneja de manera adecuada, se ayudara a evitar la necesidad de mover las piezas para poder engancharlas; este tipo de movimientos puede ocasionar giros y deslizamientos peligrosos e inesperados de la carga manejada, o de otras piezas colocadas por debajo o a los lados y atrapar al personal. Es conveniente acordonar el área de maniobra para evitar el paso a personas ajenas al trabajo que se está realizando, ya que podrían accidentarse o causar un accidente.
- b) Siempre se deben de usar cables de maniobra para guiar las piezas y acercarlas a uno de los operarios encargados de conectarlas y para mantenerlas a distancia de las piezas ya montadas. Se debe de contar con estrobos para el izaje, bastantes flexibles y ligeros como para amarrar las piezas, pero fuertes para resistir las cargas; es conveniente suministrar estrobos de varios diámetros y resistencias, para izar piezas ligeras y pesadas. El estrobo no debe de deslizarse o resbalarse cuando se estén montando piezas que deben de inclinarse por medio del cable de maniobra, para darles vuelta alrededor de otros miembros y acercarlos a los montadores; si el estrobo se resbala la pieza puede caer. A veces en el caso de piezas ligeras, se necesita darle una vuelta al estrobo alrededor de dicha pieza antes de fijarlo y de colocar el ojo en el gancho de izaje; con una vuelta extra se tiene una fricción y un agarre adicional en la pieza.
- c) Para trabajos en alturas siempre se debe de disponer de cinturones o arneses de seguridad; se debe de hacer que el personal los use en las áreas donde el supervisor lo juzgue necesario, y su utilización debe de fomentarse en dondequiera que el personal sienta que su uso puede hacer más segura una determinada operación; los cables deben de tratarse químicamente para darles resistencia contra el reblandecimiento y la putrefacción. Existen algunos tintes que forman una película opaca, resistente contra los rayos ultravioleta de la luz solar. Al amarrar los cables se debe procurar tener cuidado de hacerlo en donde no puedan ser cortados por bordes metálicos afilados; por lo general no deben de amarrarse a más de 2.5 metros del cinturón, y una buena forma de prevenir al personal para no usar una línea muy larga es pintar una marca a los 2.5 metros de distancia; al darle los cinturones al personal, debe de informársele porque existe dicha marca, como amarrar el cable con seguridad y como ajustar, fijar y soltar el cinturón.

- d) Se debe de enseñar al personal a limpiar sus zapatos, quitarles el lodo, grasas, aceites, u otro tipo de material resbaladizo antes de subir por una escalera o de pasar sobre la estructura o sobre el piso de tablones, de manera que no se resbalen o dejen material por el cual puedan resbalar otros. Debe de evitarse que carguen herramienta u otro tipo de materiales cuando estén usando una escalera; para subir o bajar este tipo de materiales deben de utilizar cables. Cuando lleguen a la base de la escalera deben de ver donde pisan y hacerlo con firmeza sobre la plataforma colocada para este propósito. Las escaleras con ganchos pueden hacerse con ganchos desmontables atornillados a escalas cortas de madera; por lo general los ganchos se suministran con partes ajustables, de manera que puedan atornillarse entre si y ajustarse sobre la parte superior del miembro sobre el que se utilizaran. Pueden suministrarse ganchos fijos, que se ajustan a diferentes anchos de patín, para atornillarse a las escaleras rectas de madera.
- e) Siempre que existe algún riesgo de que entren partículas extrañas a los ojos del personal, debe de suministrárseles protección; si no cuentan con ésta, el escape de las herramientas neumáticas puede hacer que el polvo, la escoria o cualquier otro material entre a sus ojos. El personal debe de protegerse los ojos cuando este taladrando, esmerilando, puliendo, cortando con oxiacetileno, soldando o realizando cualquier tipo de trabajo en que puedan volar partículas de acero, chispas o escoria; también es conveniente usar el equipo de protección para los ojos en áreas con mucho viento y en trabajos donde hay tierra en exceso, como en los casos de desmantelamiento de estructuras de acero viejas, sucias y polvorientas.
- f) Se debe de tener a la mano gafas de seguridad y caretas faciales, instruyendo al personal acerca de la manera correcta de utilizarlas; las gafas deben de ajustarse de manera cómoda, con las piezas laterales colocadas sobre las orejas. Si las gafas se sostienen con una banda elástica, esta debe de ajustarse sobre las orejas y sobre la parte baja de la cabeza para fijarlas con firmeza en su sitio. Las gafas de seguridad deben de ajustar de una manera tan cómoda como los anteojos graduados ordinarios, los cuales por lo general se ajustan al comprarlos.
- g) El manejo de materiales, máquinas o partes de maquinarias pesados, hace indispensable el uso de calzado con protección (casquillo de acero), para prevenir desde simples machucones hasta la amputación de dedos de los pies, ocasionados por la caída de algún material o equipo en los pies del personal. De igual manera que los demás equipos de protección personal estos se deben de proporcionar y de inculcar su uso.
- h) Al personal encargado del manejo de sopletes de oxiacetileno y de equipos de soldar, se les debe de enseñar los métodos más seguros para manejar

dichos equipos y como dejarlos cuando salen a comer o al terminar sus labores; cualquier cubierta de lona que se use para cubrir al equipo debe de ser tratada con sustancias que la hagan resistente al fuego y al clima. Se debe de tener cuidado con la instalación de cualquier cableado eléctrico temporal, para evitar algún incendio o que algún hombre pueda electrocutarse por medio del contacto involuntario con el sistema eléctrico.

- i) Se debe establecer un procedimiento de protección contra el fuego si se realizan trabajos con equipos: de oxígeno-acetileno, para aplicar soldadura, portátiles eléctricos, o cualquier otra operación que pueda originar un incendio a causa de materiales calientes o fundidos. Se debe de contar con suficientes extinguidores colocados en puntos estratégicos, y adecuados para el tipo de incendio que pueda presentarse; debe de darse instrucción al personal acerca del uso adecuado de los extinguidores que haya en la obra. Después de usar un extinguidor debe de recargarse para evitar que por descuido quede sin recargar, y en caso de una emergencia se pueda disponer de el.
- j) Es común que al realizar el montaje de un pasteurizador en determinada compañía, ésta cuente con normas y procedimientos de seguridad para permitir realizar trabajos de soldadura, corte con equipos de oxígeno-gas, maniobras, trabajos en alturas, trabajos en espacios confinados, etc. Ejecutables sólo con un previo permiso, el cual está determinado por un procedimiento de seguridad que establece las actividades y responsabilidades en cada etapa del trabajo desarrollado, verificando y monitoreando las condiciones de seguridad aplicables para cada actividad.

La mayor parte de los accidentes en alturas techos o similares son causados por hacer las cosas de manera errónea, apresuramientos, no seguir con cuidado las instrucciones recibidas, no contar con un procedimiento de seguridad o en el peor de los casos que exista el procedimiento de seguridad pero que no sea aplicado.

A continuación se muestra un procedimiento de seguridad muy común en los trabajos de montaje e instalación de maquinarias, que permite realizar trabajos en alturas techos o similares.



GRUPO MODELO S.A. DE C.V.

Código: PHS-GMO-02	Página 1 de 5
Fecha de Emisión: 2001/07/09	Fecha de Rev.: 2001/07/09 Núm. Rev: 0
Elaboró:	Revisó:
Aprobó:	

PERMISO PARA TRABAJOS EN ALTURAS, TECHOS O SIMILARES

1. OBJETIVO Y ALCANCE.

OBJETIVO

Establecer y describir las actividades y condiciones de seguridad, para la realización de trabajos en alturas, techos o similares, a fin de evitar riesgos al personal.

ALCANCE

- Aplica a todo el personal de Cervecería Modelo, S.A. de C.V. y personal de compañías contratistas, que por algún motivo necesiten realizar trabajos no rutinarios o temporales en alturas, techos o similares, tales como: obras civiles, instalación, reparación y mantenimiento de fachadas, tanques elevados, ventanales, ductos, estructuras, entre otros.
- No aplica para trabajos rutinarios o permanentes, para los que se deben apegar a las instrucciones correspondientes de mantenimiento y limpieza.

2. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA.

TRABAJO EN ALTURAS	Toda actividad que se desarrolla arriba o abajo del nivel de piso y que requiera de cualquier tipo de equipo o dispositivo para alcanzar el área de trabajo y que dificulte la movilidad y/o desplazamiento normal, generándose la probabilidad de una caída.
CONTRATISTA	Proveedor, en una situación contractual, que realiza trabajos específicos y que se le han establecido requisitos que debe cumplir.
RESPONSABLE DE AREA	Para fines de este procedimiento de trabajo se considera como Responsable de Area a: Jefes de Departamento, Subjefes de Departamento, Jefes de Aseguramiento de Calidad, Cerveceros, Jefes de Turno y Supervisores, según aplique.
RESPONSABLE DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	Para fines de este procedimiento se considera como Responsable de Higiene y Seguridad Industrial al Jefe o el Jefe de Turno del Departamento de Higiene y Seguridad Industrial, según aplique.
RESPONSABLE DE PROTECCIÓN Y VIGILANCIA	Para fines de este procedimiento se considera como Responsable de Protección y Vigilancia a: Jefe, Subjefe, Jefe de Turno y Supervisor del Departamento de Protección y Vigilancia, según aplique.

3. RESPONSABLES

TRAB	Trabajador de Cervecería Modelo, S.A. de C.V. que trabajara en alturas.
-------------	---

Copia No Controlada

Emitida A: «CLAVE»

Copia Número:
«COPIA»



GRUPO MODELO S.A. DE C.V.

Código:	PHS-GMO-02	Página 2 de 5
Fecha de Emisión:	2001/07/09	Fecha de Revisión.: 2001/07/09 Núm. Rev: 0

PERMISO PARA TRABAJOS EN ALTURAS, TECHOS O SIMILARES

TRAB CONT	Trabajador de la empresa contratista que trabajará en alturas.
SUP TRAB	Supervisor responsable de los trabajos en alturas techos o similares, de Cervecería Modelo, S.A. de C.V.
SUP CONT TRAB	Supervisor Contratista de los trabajos en alturas techos o similares, de la compañía contratista
RESP AREA	Responsable de Área
RESP HYS	Responsable de Higiene y Seguridad Industrial
RESP PYV	Responsable de Protección y Vigilancia

4. DESARROLLO.

4.1 SUP TRAB ó SUP CONT TRAB SOLICITUD DEL PERMISO

4.1.1 Solicita al RESP AREA el permiso, teniendo la sección (A) del FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares", en original y copia. Previo a la solicitud se asegura que su personal sea competente para realizar este tipo de trabajos. Que se cuente con el equipo de protección personal y con el equipo con el cual se realiza el trabajo, verificando que sea el apropiado y se encuentre en buenas condiciones de uso.

4.1.2 Entrega al RESP AREA del lugar donde se realizarán los trabajos el FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares", con los datos de solicitud completos.

4.2 RESP AREA CONDICIONES DE APLICACIÓN

4.2.1 Considera no aplicable el Permiso para trabajos en alturas, techos o similares cuando los trabajos se realicen a menos de 2 metros de altura o desnivel.

4.3 RESP AREA AUTORIZACIÓN DEL PERMISO

4.3.1 Recibe por parte del SUP TRAB ó SUP CONT TRAB el FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares", según los datos de la sección (A) de "Solicitud", verifica junto con el solicitante el área donde se realizaran los trabajos, en la sección (E) de la "Lista de verificación para la autorización del permiso para trabajos en alturas, techos o similares".

4.3.2 Si por circunstancias especiales es indispensable la realización de trabajos bajo condiciones de riesgo, solicita el apoyo del RESP HYS quien evaluará las circunstancias de riesgo y podrá apoyarlo para el otorgamiento o la negación del permiso.

Copia No Controlada

Emitida A: «CLAVE»

Copia Número:
«COPIA»



GRUPO MODELO S.A. DE C.V.

Código: PHS-GMO-02	Página 3 de 5
Fecha de Emisión: 2001/07/09	Fecha de Revisión.: 2001/07/09 Núm. Rev: 0

PERMISO PARA TRABAJOS EN ALTURAS, TECHOS O SIMILARES

4.3.3 Llena la sección (B) de "Autorización" del **FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares"**, si la respuesta a todas las condicionantes de la lista de verificación es satisfactoria para la realización de los trabajos. En el caso de que se considere que existen riesgos específicos debe mencionar de forma clara y directa las condiciones y precauciones especiales que tienen que cumplir tanto el SUP TRAB ó SUP CONT TRAB como los TRAB ó TRAB CONT que participaran en el trabajo.

4.3.4 Apoya al SUP TRAB ó SUP CONT TRAB, si es necesario en el cumplimiento de las condiciones y precauciones especiales que le señalo, para la realización de los trabajos de manera segura, para poder autorizar los trabajos.

4.3.5 AUTORIZA mediante su firma en la sección (B) de "Autorización", una vez que se cumplió con el punto anterior incluyendo el cumplimiento de las condiciones y precauciones especiales, en caso de haberlas. El permiso tendrá una vigencia máxima de un turno (el turno en que se encuentra) y será válido solo para el área, el trabajo y los equipos especificados en la solicitud del mismo. Entrega el original del **FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares"**, al SUP TRAB ó SUP CONT TRAB.

4.3.6 Verifica si son aplicables otros procedimientos de seguridad para la realización de los trabajos. Procede a la ejecución de los trabajos hasta que él o los procedimientos aplicables estén también autorizados.

SUP TRAB ó SUP CONT TRAB **4.3.7** Recibe el original del **FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares"**, con la autorización del RESP AREA para realizar los trabajos, a fin de que firme en la sección (C) "Supervisor de los trabajos o Responsable contratista", de conformidad para la realización de los trabajos.

4.3.8 Coloca el **FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares"** de manera visible y cercana al lugar de los trabajos que van a realizar.

4.4 SUP TRAB ó SUP CONT TRAB **DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

4.4.1 Supervisa que su personal realice los trabajos con el equipo de acceso y el Equipo de Protección Personal adecuado y en buen estado de uso.

4.4.2 Supervisa la instalación del Equipo de Acceso y el correcto uso del Equipo de Protección Personal. Considera además para el Equipo de Acceso lo siguiente:

- Evitar que su ubicación constituya un factor de riesgo.
- Colocar la herramienta, equipo o material en contenedores.
- Asegurar que la herramienta, equipo o material este sujeto, cuando sea práctico, para evitar su caída.

TRAB ó TRAB CONT **4.4.3** Utiliza como mínimo durante los trabajos en alturas, techos o similares el siguiente equipo de Protección Personal:

Copia No Controlada

Emitida A: «CLAVE»

Copia Número:
«COPIA»



GRUPO MODELO S.A. DE C.V.

Código: PHS-GMO-02	Página 4 de 5
Fecha de Emisión: 2001/07/09	Fecha de Revisión: 2001/07/09 Núm. Rev: 0

PERMISO PARA TRABAJOS EN ALTURAS, TECHOS O SIMILARES

- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad unido a una línea de vida, sujeta a una estructura de resistencia adecuada.
- Casco de seguridad

4.4.4 Cumple durante el trabajo las siguientes reglas:

- El acceso o salida a torres o andamios debe realizarse a una distancia no mayor a 50 cm del nivel de piso o azotea.
- Bajo ninguna circunstancia subir o descender por los cables de suspensión.
- Los Equipos Suspendidos de acceso no deben ser utilizados como elevadores de carga.
- No se debe permitir la acumulación de herramientas o materiales en los equipos de acceso, en cantidad tal que represente un riesgo de sobrepeso.
- Para el suministro o retiro de herramientas o Materiales, se deben utilizar cuerdas guía.
- Aislar el área inferior de los trabajos para prevenir la caída de algún objeto en zonas de tránsito de personal.

4.4.5 Debe realizar al concluir la jornada de trabajo lo siguiente:

- Retirar las herramientas o materiales del Equipo de Acceso
- Colocar el Equipo de Acceso, en caso de ser posible, sobre el piso
- Asegurar el Equipo de Acceso, de tal forma que no sea causa de riesgo

4.5 RESP AREA ó RESP HYS ó RESP PYV **SUSPENSIÓN DEL PERMISO**

4.5.1 Suspende el FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares" ya autorizado cuando:

- Se detecte que alguna de las condiciones marcadas no se cumplió completamente o se alteró durante la realización del trabajo.
- Se esté utilizando un permiso autorizado de un trabajo para la realización de otro.
- El permiso no esté debidamente autorizado ni firmado de conformidad por el responsable del área de trabajo.
- El TRAB ó TRAB CONT no muestra la competencia requerida para efectuar el trabajo.
- Existen tormentas eléctricas, vientos fuertes o lluvia.
- Las condiciones bajo las que se otorgó el permiso han cambiando.

RESP HYS ó
RESP PYV

4.5.2 Avisa al RESP AREA que autorizo el permiso, que suspende los trabajos y llena la sección (D) "Cancelación o Suspensión del Permiso"

4.6 RESP AREA **AMPLIACIÓN DEL PERMISO PARA TRABAJOS EN ALTURAS, TECHOS O SIMILARES**

4.6.1 De continuarse los trabajos por más de un turno, el Responsable de Área del siguiente turno podrá autorizar la continuación de los trabajos, verificando previamente que las condiciones señaladas originalmente en el permiso se mantienen sin cambio. No será necesario que se llene otro formato, basta que el responsable del nuevo turno

Copia No Controlada

Emitida A: «CLAVE»

Copia Número:
«COPIA»



GRUPO MODELO S.A. DE C.V.

Código: PHS-GMO-02	Página 5 de 5
Fecha de Emisión: 2001/07/09	Fecha de Revisión.: 2001/07/09 Núm. Rev: 0

PERMISO PARA TRABAJOS EN ALTURAS, TECHOS O SIMILARES

firme de autorizado en la sección (B) "Autorización" del FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares". A partir de ese momento se vuelve responsable de garantizar la seguridad de los trabajos que se efectúen.

4.7 RESP AREA CANCELACIÓN DEL PERMISO

4.7.1 Verifica en el lugar, que los trabajos se hayan efectuado correctamente.

4.7.2 Inspecciona el área donde se realizaron los trabajos apoyándose en la sección (F) "Lista de verificación para la cancelación del permiso", para que el área quede limpia y ordenada, libre de cualquier objeto que no pertenezca a la misma, y que queden instalados en los equipos los dispositivos de seguridad que le fueron retirados si este fuese el caso.

4.7.3 Si está conforme con los trabajos realizados solicita al SUP TRAB o SUP CONT TRAB, que retire el original del FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares", y que la firme en la sección (D) "Cancelación del permiso", tanto el original como en la copia, de conformidad con haber entregado el trabajo.

4.7.4 Firma también de conformidad con los trabajos el del FHS-GMO-02.0 "Permiso para trabajos en alturas, techos o similares", en la sección (D) "Cancelación del permiso" en original y copia. En ese momento el permiso quedará nulo y por ningún motivo deberá regresar el personal a realizar alguna actividad en el área. Archiva la copia del permiso otorgado durante 1 año.

4.7.5 Verifica la cancelación de otros procedimientos de seguridad en caso de haberlos aplicado.

4.8 Función que Elaboró el documento CAMBIOS AL DOCUMENTO.

No existen

5. REFERENCIAS.

NOM-009-STPS-1999, Equipo suspendido de acceso-Instalación, operación y mantenimiento-Condiciones de seguridad. N/A

6. FORMATOS

FHS-GMO-02.0 Permiso para trabajos en alturas, techos o similares. 1 año

Copia No Controlada

Emitida A: «CLAVE»

Copia Número:
«COPIA»



GRUPO MODELO S.A. DE C.V.

PERMISO PARA TRABAJO EN ALTURAS, TECHOS O SIMILARES

Código: FHS-GMO-02.0	Página 1 de 2
Fecha de Emisión: 2001/07/09	Fecha de Revisión.: 2001/07/09 Núm. Rev: 0

A SOLICITUD

Nombre del solicitante: _____ Fecha: _____
 Departamento ó Empresa contratista: _____
 Lugar exacto del trabajo: _____
 Descripción del trabajo: _____
 Número de personas que intervendrán en el trabajo: _____

EQUIPOS DE ACCESO Y PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

EQUIPOS DE ACCESO	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
<input type="checkbox"/> Escaleras	<input type="checkbox"/> Cinturones o Arneses
<input type="checkbox"/> Elevadores	<input type="checkbox"/> Líneas de vida
<input type="checkbox"/> Canastilla con barandales	<input type="checkbox"/> Sogas
<input type="checkbox"/> Andamios	<input type="checkbox"/> Cabo amortiguador de impactos
<input type="checkbox"/> Torres	<input type="checkbox"/> Dispositivos de desaceleración
<input type="checkbox"/> Plataformas	<input type="checkbox"/> Eslingas
<input type="checkbox"/> Otros, especificar _____	<input type="checkbox"/> Otros, especificar _____

Hora de inicio: _____ Hora de término: _____ SUP TRAB o RESP CONT (Nombre y firma) _____

B AUTORIZACIÓN

He inspeccionado la lista de verificación al reverso de este formato y autorizo la ejecución del trabajo solicitado de las _____ a las _____ del día _____. Para su realización, se deben tomar las siguientes medidas preventivas

RESP AREA (nombre y firma): _____
 RESP AREA (Ampliación, nombre y firma): _____

C SUPERVISOR DE LOS TRABAJOS ó RESPONSABLE CONTRATISTA

He leído y comprendido las precauciones especiales listadas arriba, las he hecho del conocimiento de mi personal y estoy de acuerdo en trabajar dentro de las limitaciones.

 SUP TRAB o RESP CONT (Nombre y Firma)

D CANCELACIÓN O SUSPENSIÓN DEL PERMISO

Cancelación del Permiso por término de los trabajos Suspensión de los trabajos por incumplimiento de medidas

Hora de cancelación o suspensión: _____ Motivo de la Suspensión del trabajo: _____

RESP AREA o RESP PYV o RESP HYS (Nombre y Firma) _____ SUP TRAB ó SUP CONT TRAB (Nombre y firma) _____

NOTAS IMPORTANTES

- 1.- Este permiso es bueno únicamente por el tiempo, lugar y el trabajo especificado.
- 2.- Colóquelo en un muro cercano al lugar de trabajo.
- 3.- Este permiso se cancelará si las condiciones bajo las que se otorgó cambian.
- 4.- Regrese esta forma al responsable del área al terminar los trabajos para efectuar su cancelación.

Copia No Controlada

Emitida A: «CLAVE»

Copia Número:
«COPIA»

5.- PLANEACION Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS.

5.- PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS.

5.1 Introducción.

Un proyecto de montaje e instalación, hoy en día no puede planearse y ejecutarse con un criterio simplista e improvisador de un primitivo maestro de obras, sino que debe de prepararse y llevarse a cabo con procedimientos técnicos y científicos avanzados y en cuyo control deben de utilizarse las modernas técnicas de administración. Técnicas que por otra parte están en constante evolución y desarrollo.

En la actualidad existen métodos muy eficaces para el control de los proyectos, que ponen en manos de los ingenieros y administradores recursos que nuestros antecesores de hace pocos años consideraban un sueño prácticamente irrealizable.

Sin embargo, nuestros antecesores en el campo de la ingeniería, forjadores de la base industrial y técnica en que vivimos, supieron sustituir estos recursos de que hoy disponemos, que no son nada con los que surgirán en el futuro, con trabajo permanente e incansable, con intuición acertada, y con cariño por su profesión y por su obra. Factores que a pesar de los cambios experimentados, siguen siendo indispensables para el éxito de nuestra acción diaria, ya que las tareas a que nos enfrentamos ahora son de una magnitud todavía mayor, en un mundo de rápido crecimiento y desarrollo.

En este mundo de población creciente, con necesidades en aumento rápido y con recursos limitados, la administración adecuada adquiere cada día una mayor importancia.

La ciencia y la tecnología han avanzado a paso acelerado y esto hace necesario que los métodos de la administración se mejoren y aceleren al mismo ritmo.

Si miramos a nuestro alrededor, en el círculo de los gerentes de empresas y de los ingenieros que dirigen obras, nos encontramos que todavía la mayoría toma decisiones basadas en la intuición y la pura experiencia no elaborada y tecnificada, sin darse cuenta o cerrando los ojos voluntariamente al hecho de que dicho comportamiento cuesta muy caro.

Y quizás una persona así, de las que hay muchas, se esmera exclusivamente en conseguir un mayor trabajo de sus operarios y empleados, creyendo que es allí el único lugar donde se puede encontrar economía en los procesos, sin darse cuenta que un empleo adecuado por él mismo y sus más cercanos colaboradores de técnicas de ingeniería y administración modernas, puede representar un factor de gran importancia y trascendental.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

El problema básico es que no existen en muchos casos, una planeación, programación y control formal de los trabajos.

Haciendo un resumen muy conciso de los métodos utilizados para el control de proyectos, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) Experiencia, Intuición.
- b) Diagrama de barras.
- c) Diagrama de flechas, Ruta critica.
- d) Combinación de diagrama de flechas y estadística.
- e) Planeacion conjunta de diseños y construcciones.

Todos estos caminos llevan a una previsión y control, tenerlos nos permite conocer en cualquier proyecto y en cualquier momento lo siguiente:

- a) Que es lo que hay que hacer.
- b) Cuando va a realizarse y cuanto se va a tardar.
- c) Que ha sido hecho.
- d) Que se esta haciendo.
- e) Que falta por hacer.
- f) Cual es el costo de lo realizado hasta la fecha y cuanto se estima que costara ejecutar lo que falta.

Para lograr estos controles que son totalmente indispensables, el empleo de computadoras representa un auxiliar formidable, que hace posible en la actualidad tener los controles citados en forma adecuada, por grande que sea el proyecto que se trata de controlar.

En el mundo industrial de hoy, si se observa como se realizan y controlan los proyectos, se encuentra que todavía es fundamental el empleo de la intuición, inspiración y practica rutinaria de los gerentes, como instrumento principal de la decisión del camino a seguir y en la mayoría de los casos el gerente toma sus decisiones sin tener ni remotamente los datos necesarios para ello.

Actualmente, es obligación fundamental de gerentes, administradores e ingenieros, cambiar esta situación, que tanto desperdicio de recursos cuesta a

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

la industria, ya que conduce a la aceleración repentina de un trabajo que después se frena por otro periodo, a trabajar tiempo extra o doble turno que pueden ser evitados, o a no emplear oportunamente ese mismo tiempo extra o segundo y tercer turno, cuando es técnica y económicamente justificable.

Sin embargo, la administración hoy en día no es una cosa fácil, por el rápido cambio tecnológico, la disminución del margen de utilidades, la mayor competencia entre empresas, mayores necesidades de la población, y menor vida útil para equipos y productos; el gerente, el administrador y el técnico deben de dedicarle tiempo y atención creciente para llevarla a cabo con éxito.

5.2 Planeación.

La planeación es la determinación de las necesidades de recursos del proyecto y su orden necesario de aplicaciones en las diversas actividades que deben realizarse para lograr los objetivos del proyecto.

Por ejemplo, al planear el montaje de una estructura para el equipo a la intemperie de una subestación de alta tensión, se hará un análisis paso por paso, de la forma en que se va a realizar el montaje, estableciendo los sistemas de trabajo que se utilizaran en cada etapa y si se usara remachado, soldadura o atornillado, que equipo de maniobra se empleara en cada etapa de la instalación que clase de personal será necesario para cada etapa, decidiendo en que momento será necesario el empleo de varios turnos o de tiempo extra.

Las técnicas para formular planes, presentarlos, explicarlos y discutirlos, son muy diversas, sin embargo las mas utilizadas son: gráficas de Gantt, diagramas de proceso y flujo, manuales de objetivos y políticas, los sistemas (PERT, CPM y RAMPS).

A continuación se enumeran algunas de las principales razones por la que es necesaria la planeacion.

- Propicia el desarrollo de la empresa al establecer métodos de utilización racional de los recursos.
- Reduce los niveles de duda que se puedan presentar en el futuro, más no los elimina.
- Prepara a la empresa para hacer frente a las circunstancias que se presenten, con las mayores garantías de éxito.
- Mantiene una mentalidad futura teniendo más visión del porvenir, y un afán de lograr y mejorar las cosas.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

- Establece un sistema razonable para la toma de decisiones, evitando las corazonadas o empirismos.
- Reduce al mínimo los riesgos y aprovecha al máximo las conveniencias.
- Las decisiones se fundamentan en hechos y no en emociones.
- Al establecer un modelo de trabajo, suministra las bases a través de las cuales opera la empresa.
- Origina la eficiencia al eliminar la improvisación.
- Proporciona los componentes para llevar a cabo el control.
- Disminuye al mínimo los problemas posibles, y proporciona al administrador magníficos rendimientos de su tiempo y esfuerzo.
- Permite al ejecutivo valorar alternativas antes de tomar una decisión.
- La moral se eleva al conocer todos los miembros de la empresa hacia a donde se dirigen sus esfuerzos.
- Optimiza el aprovechamiento del tiempo y los recursos en todos los niveles de la empresa.

5.2.1 Principios de la planeación.

Cada paso del proceso administrativo se rige por una serie de principios cuya aplicación es indispensable para lograr la administración razonable. Los principios de la administración son verdades básicas de aplicación general que sirven como guías de conducta a observarse en cada acción, y éstas son las siguientes:

- **Factibilidad.** Lo que se planea debe de ser realizable; no opera elaborar planes demasiado ambiciosos u optimistas que sean imposibles de lograrse. La planeación debe de adaptarse a la realidad y a las condiciones objetivas que actúan en el medio ambiente.
- **Objetividad y Cuantificación.** Cuando se planea es necesario basarse en datos reales, razonamientos precisos y exactos, y nunca en opiniones subjetivas, especulaciones o cálculos arbitrarios. este principio, conocido también como el principio de Precisión, establece la necesidad de utilizar datos objetivos como estadísticas, estudios de mercado, estudios de

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

factibilidad, cálculos probabilísticas, modelos matemáticos y datos numéricos, al elaborar planes para reducir al mínimo los riesgos.

- **Flexibilidad.** Al elaborar un plan, es conveniente establecer límites de holgura que permitan afrontar situaciones imprevistas, y que proporcionen nuevos cursos de acción que se ajusten fácilmente a las condiciones, el no establecer “colchones de seguridad” puede ocasionar resultados desastrosos.
- **Unidad.** Todos los planes específicos de la compañía deben de integrarse a un plan general, y dirigirse a lo largo de los propósitos y objetivos generales, de tal manera que sean consistentes en cuanto a su enfoque, y armónicos en cuanto a su equilibrio e interrelación que debe de existir entre estos.
- **Cambio de Estrategias.** Cuando un plan se extiende en relación al tiempo, será necesario rehacerlo completamente, esto no quiere decir que se abandonen los propósitos, sino que la empresa tendrá que modificar los cursos de acción, y consecuentemente las políticas, programas, procedimientos y presupuestos; para lograrlo, esto implica el establecimiento de márgenes para ciertos ajustes.

5.2.2 Etapas de la planeación.

- 1) **Metas:** Se definen como las aspiraciones fundamentales o finalidades de tipo cualitativo que persiguen en forma permanente o semipermanente un grupo social.

La importancia de las metas se pueden observar en los siguientes puntos:

- Sirven de cimientos para los planes.
 - Permiten orientar a los responsables de la planeación, sobre el curso de acción que deben de seguir al formular los planes.
 - Dan a la empresa, ante el personal y la sociedad, una imagen de responsabilidad social.
 - Son la razón de existencia del grupo social, tanto en su presente como en su proyección futura.
 - Determinan el éxito o fracaso de una empresa, ya que proporcionan las directrices generales de los mismos.
- 2) **Investigación:** Es un proceso que, mediante el método científico, procura tener información fidedigna con el fin de explicar, describir y predecir la conducta de los fenómenos.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

A continuación se definen las etapas de la investigación científica:

- a) Definición del problema. Esta fase determina y analiza el problema que se desea resolver.
 - b) Obtención de la información. Recopilación del mayor número posible de datos a fin de visualizar el problema y proponer su posible solución.
 - c) Determinación de la hipótesis. Proposición o respuesta tentativa que se establece como solución de un problema, misma que debe de ser sometida a prueba para determinar su efectividad.
 - d) Comprobación o desaprobación de la hipótesis. Somete a prueba la hipótesis mediante la aplicación de las técnicas anteriormente enunciadas, a fin de comprobar su validez o rechazarla. También, se establecen hipótesis alternativas en el caso de que la primera no fuera correcta.
 - e) Presentación del informe. Comprueba la hipótesis se procede a elaborar un informe de resultados, de tal manera que, con base en el análisis del mismo, se cuenta con las bases objetivas para la toma de decisiones.
- 3) Premisas: Aquel que participa en un plan puede tener la seguridad sobre la existencia de determinados eventos, mas no así de otros que afectaran su desarrollo; es necesario para ello hacer uso de diversas suposiciones que permitan reducir la incertidumbre futura.

Las premisas son suposiciones que se deben considerar ante aquellas circunstancias futuras que afectaran el curso en que va a desarrollarse el plan y se clasifican en:

- Internas. Se originan dentro de la empresa y pueden influir en el logro de los propósitos.
 - Externas. Son condiciones cuyo origen es ajeno a la empresa, pero que pueden tener efecto decisivo en el desarrollo de sus actividades y que, por lo mismo, deben de tomarse en cuenta al planear.
- 4) Objetivos: Son fines por alcanzar, establecidos cuantitativamente y determinados para realizarse transcurrido un tiempo específico.

Dependiendo del área donde se desarrollaran los objetivos, se pueden clasificar de la siguiente manera:

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

- Generales. Abarcan a toda la empresa y se establecen a largo plazo.
- Departamentales. Se refieren a un área o departamento de la empresa, se subordinan a los objetivos generales, y se establecen a corto o mediano plazo.
- Operacionales. Se establecen en niveles o secciones más específicas de la empresa, se refieren a actividades más detalladas, e invariablemente son a corto plazo. Se determinan en función de los objetivos departamentales y obviamente de los generales.

Para poder establecer los objetivos es necesario atender las siguientes recomendaciones:

- Deben de ser asentados por escrito.
 - No confundirlos, recordar las seis preguntas claves para determinarlos: ¿que, como, donde, quien, cuando, y por que?
 - Deben de ser perfectamente conocidos y entendidos por todos los miembros de la empresa.
 - Deben de ser estables; los cambios continuos en los objetivos originan conflictos y confusiones.
- 5) Estrategias: Son cursos de acción, que muestran la dirección y el empleo general de los recursos y esfuerzos, para lograr los objetivos en las condiciones más ventajosas.

Para establecer las estrategias es conveniente seguir las siguientes tres etapas:

- a) Determinación de las alternativas. Consiste en buscar el mayor número de oportunidades para lograr cada uno de los objetivos.
- b) Evaluación. Analizar y comprobar cada una de las alternativas tomando en consideración las ventajas y desventajas de cada una de ellas, auxiliándose de la investigación y de algunas técnicas como investigación de operaciones o árboles de decisión.
- c) Selección de alternativas. Considerar las alternativas más adecuadas en cuanto a factibilidad y ventajas, seleccionando aquellas que permitan lograr con mayor eficiencia y eficacia los objetivos de la empresa.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

- 6) Políticas: Son normas para orientar la acción; son criterios, lineamientos generales a observar en la forma de decisiones, sobre problemas que se repiten una y otra vez dentro de una organización.

Algunas de las más importantes razones por las que una empresa debe de contar con políticas son las siguientes:

- Facilitan la delegación de autoridad.
 - Motivan y estimulan al personal, al dejar a su libre albedrío ciertas decisiones.
 - Evitan perdidas de tiempo a los superiores, al reducir las consultas innecesarias que pueden hacer sus subordinados.
 - Otorgan un margen de seguridad para tomar decisiones en determinadas actividades.
 - Ayudan a lograr los objetivos de la empresa.
 - Suministran uniformidad y estabilidad en las decisiones.
 - Señalan al personal como debe de actuar en sus operaciones.
 - Facilitan la inducción del personal nuevo.
- 7) Programas: Son esquemas en donde se establece la secuencia de actividades específicas que habrán de realizarse para alcanzar los objetivos, y el tiempo requerido para efectuar cada una de sus partes y todos aquellos eventos involucrados en su consecución.

La importancia de realizar programas en cualquier tipo de proyecto se puede resumir en los siguientes puntos:

- Proporcionan información e indican el estado de avance de actividades.
- Conservan en orden las actividades, sirviendo como herramienta de control.
- Reconocen a las personas responsables de llevarlos a cabo, ya que se determina un programa para cada centro de responsabilidades.
- Precisan los recursos que se necesitan.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

- Reducen los costos.
 - Guían a los trabajadores sobre las actividades específicas que deben realizar.
 - Fijan el tiempo de iniciación y terminación de las actividades.
 - Se incluyen únicamente las actividades que son necesarias.
 - Evitan la duplicidad de esfuerzos.
- 8) Presupuesto: Es un plan de todas o algunas de las fases de actividad de la empresa expresado en términos monetarios, junto con la comprobación subsecuente de las realizaciones de dicho plan.

Las consideraciones que se deben de observar al elaborar presupuestos son:

- Mantener una revisión constante de las cifras fijadas.
 - Es difícil fijar la estabilidad del dinero, sobre todo en planes a largo plazo.
 - Proporcionar libertad de acción a los dirigentes, por lo tanto, no deben de ser muy rígidos.
 - Deben de manifestar el límite y alcance de las cifras establecidas.
 - No hay que olvidar que el presupuesto se basa en estimaciones y por ello puede ocultar defectos.
- 9) Pronósticos: Establecen el número de unidades que se espera gastar, vender o producir.
- 10) Procedimientos: Establecen la secuencia que se debe de seguir para efectuar las actividades en relación a un trabajo repetitivo.

Los procedimientos son básicos para planear adecuadamente, dado que:

- Establecen el orden lógico que deben de seguir las actividades.
- Determinan la eficiencia y especialización.
- Delimitan responsabilidades y evitan duplicidades.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

- Definen como deben de ejecutarse las actividades, y también cuando y quien debe de realizarlas.
- Son aplicables en actividades que se representan repetitivamente.

5.3 Diagrama de flechas.

El diagrama de flechas conocido también como la ruta critica o el sistema PERT (Evaluación de programas y técnicas de revisión). Se ha extendido últimamente en forma considerable, por la gran utilidad que representa. Se utiliza cuando se van a llevar a cabo una serie de actividades interrelacionadas entre si con mínimas perdidas de tiempo.

Para sacar el mayor provecho de un diagrama de flechas es necesario seguir varias reglas. Unos autores recomiendan unas, otros otras, y la practica otras más, habiendo en conjunto muchas reglas comunes en las que todos están de acuerdo. Por el momento, las reglas prácticas que se considera conveniente seguir son:

- 1) Las actividades se representan por medio de flechas. Las actividades quedan limitadas por nodos o eventos, que son acontecimientos que suceden cuando terminan una o varias actividades que concurren a ese nodo o evento. Como se observa en la Fig. 5.1

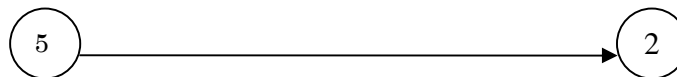


Fig.5.1

- 2) Se usa una flecha y solamente una para representar cada actividad, no teniendo ninguna importancia ni significación la longitud, la forma y el sentido de cada flecha. La cola representa el comienzo de la actividad y la punta el final de la misma. Como se observa en la Fig. 5.2

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

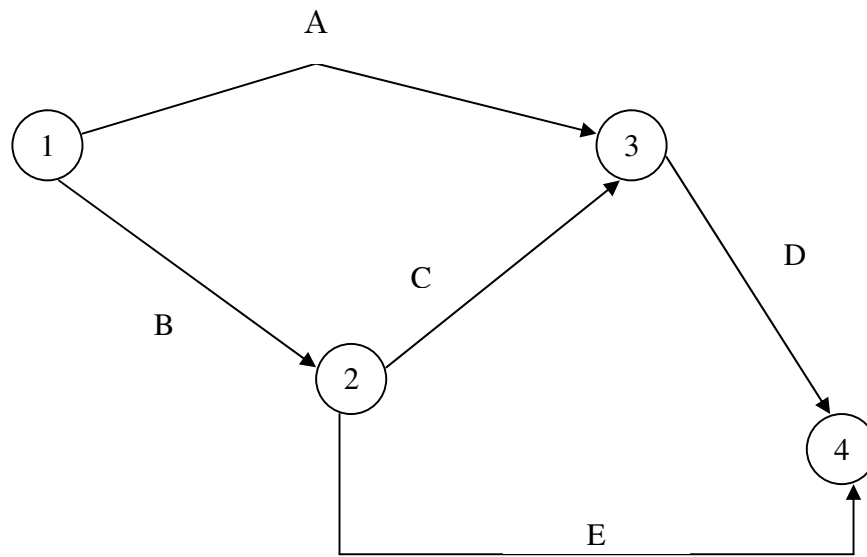


Fig. 5.2

- 3) Cada flecha queda denominada de acuerdo con el nodo que la antecede y que la precede y la descripción de la actividad se coloca sobre la flecha misma. Para el control de un diagrama de flechas es mucho más práctico operar con los números de los nodos, que con la descripción. así por ejemplo en el diagrama anterior es más práctico hablar de la flecha 2-4 que de la actividad denominada por la letra D, que puede ser más difícil de localizar en una lista grande o en un diagrama de muchas flechas y que es muy fácil de localizar y clasificar usando dos cifras.
- 4) Para iniciar el diagrama de flechas se puede partir de cualquier actividad y preguntarse: ¿Qué actividades preceden a esta actividad?. Se puede llegar así hacia atrás hasta el origen del proyecto y de aquí en adelante preguntarse: ¿Qué actividad es la que prosigue?. Se puede seguir así hasta el fin del proyecto y preguntarse entonces: ¿Que actividades se pueden realizar en paralelo con las ya consideradas? , llegando así a plasmar en fechas todas las actividades posibles del proyecto.

Con esta idea general, el proceso puede ejecutarse sin duda con éxito, en otro orden.

Cuando se tiene cierta experiencia en estos diagramas y en los proyectos que se están trabajando, lo más conveniente es partir del nodo "1" y avanzar hacia delante estableciendo las secuencias lógicas del proceso y avanzando simultáneamente en varios caminos paralelos, que pueden o no entrelazarse.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

El método preferido para cada uno depende de la primera experiencia que haya tenido al respecto, o lo que primero le hayan a uno enseñado, ya que entonces el hecho de tener ya una cierta práctica le hacen preferir el método ya conocido, aunque quizá no sea el mejor. El tiempo y la experiencia nos muestran finalmente cual es el mejor método para nuestras necesidades.

- 5) A los nodos en que concurren más de una flecha se les llamara "concurrentes" y a aquellos de los que salen más de una flecha, "divergentes". un nodo puede ser al mismo tiempo convergente y divergente. Como se observa en la Fig. 5.3

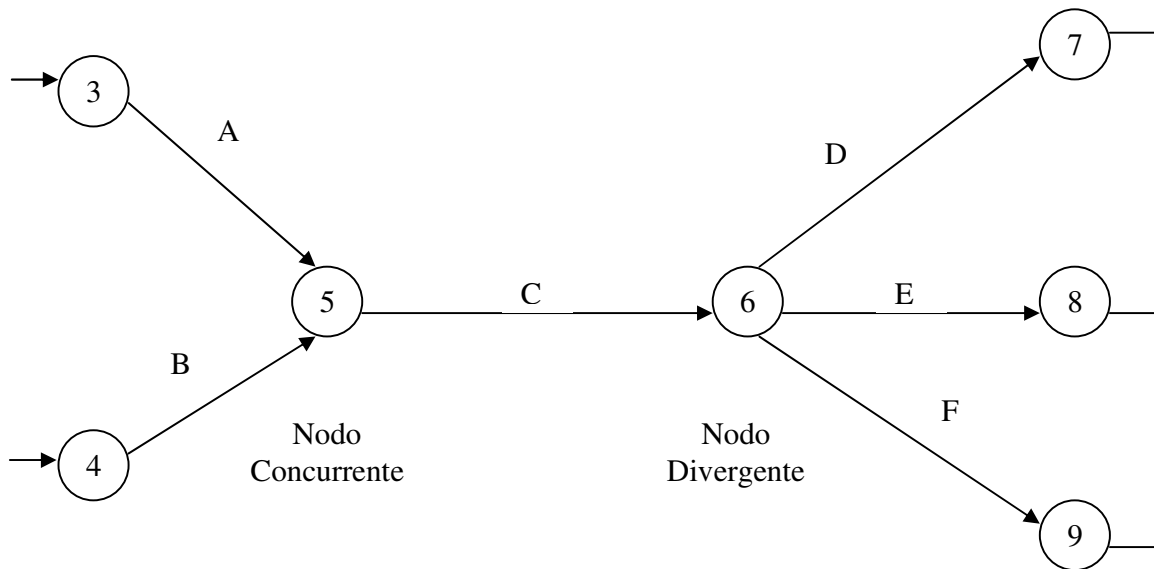


Fig. 5.3

- 6) Antes de que una actividad pueda comenzarse, se deben haber terminado todas las actividades que concurren al nodo donde dicha actividad comienza. Así por ejemplo, en la Fig. 5.4 la actividad (5-6) no puede ser comenzada mientras no se terminen las actividades (3-5) y (4-5).

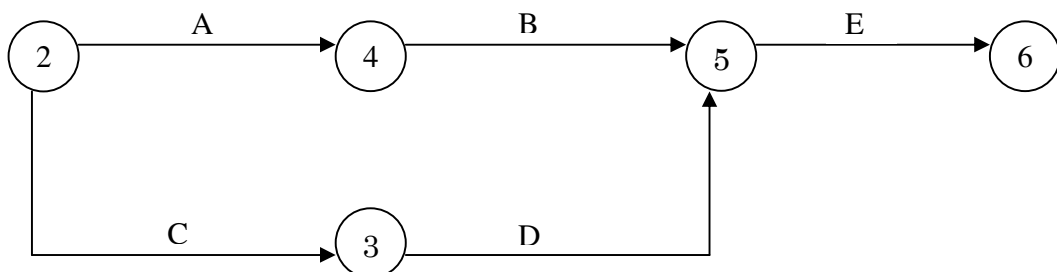


Fig. 5.4

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

- 7) Como según la regla 2, no se pueden representar dos actividades con los mismos números, se utilizan “flechas de liga” adicionales, que no tienen tiempo, pero sí tienen utilidad para dar una secuencia lógica al diagrama de flechas, Fig. 5.5 (b).

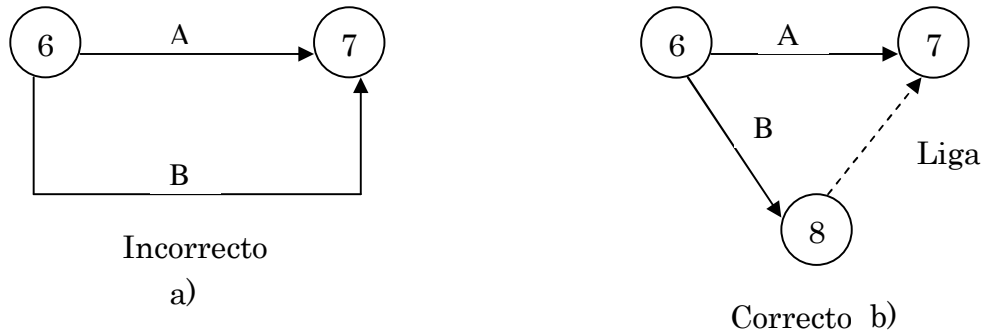


Fig. 5.5

- 8) En algunos casos es conveniente poner al principio de todo el diagrama de flechas una flecha de tiempo de inicio o de actividades previas al proyecto en sí. A esta flecha se le puede asignar o no, posteriormente, un tiempo, según convenga. Fig. 5.6

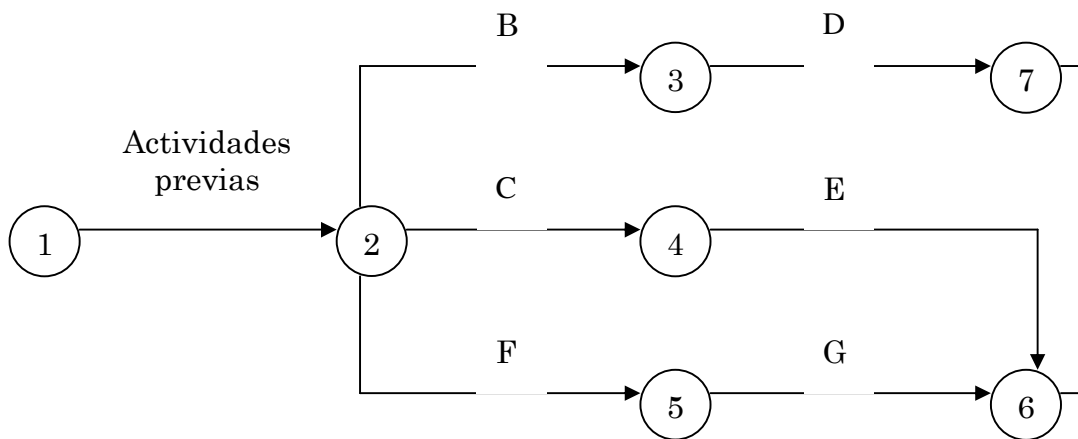


Fig. 5.6

- 9) Cuando se hace un diagrama de flechas se debe de tener especial cuidado en que las secuencias lógicas sean correctas. Es muy común cometer errores a este respecto.

Se tiene por ejemplo el caso en que existe una actividad “C”, que depende de dos actividades “A” y “B” y una actividad “D” que depende exclusivamente

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

de la actividad "A", es fácil cometer un error dibujando el diagrama, como se puede observar en la Fig. 5.7.

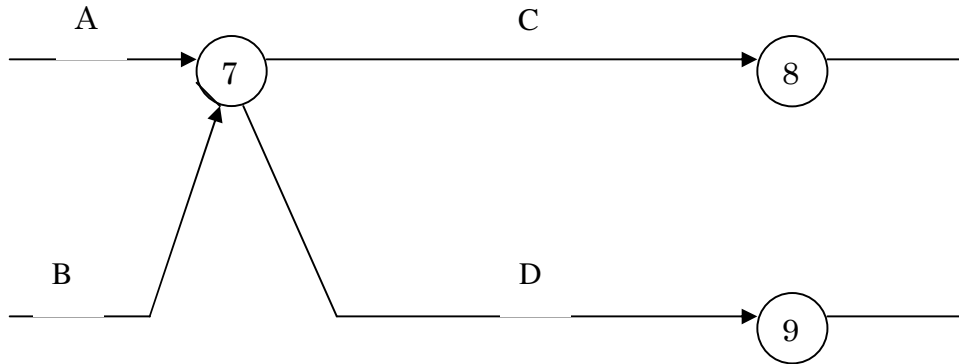


Fig. 5.7 Incorrecto

La forma correcta de hacer el diagrama es diseñarlo tal como se indica a continuación, utilizando para dar la secuencia lógica una flecha de liga, como se muestra en la Fig. 5.8

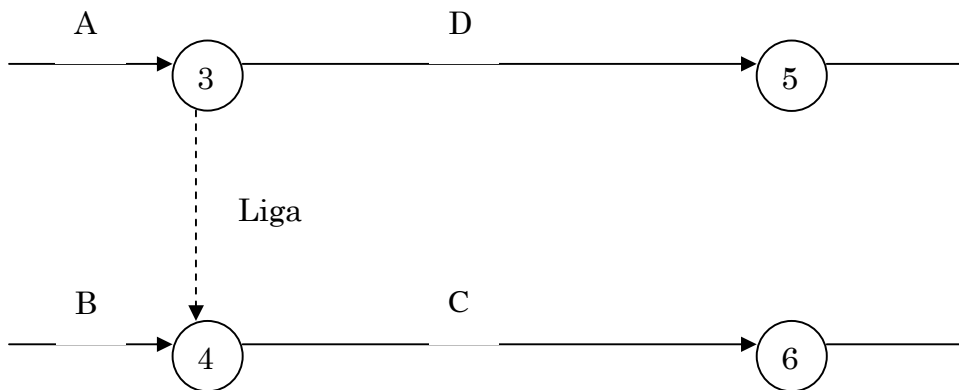


Fig. 5.8 Correcto

Como los diagramas de flechas sirven fundamentalmente para coordinar los trabajos de un proyecto, es indispensable que en la preparación de los mismos

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

participen con voz y voto los supervisores, ingenieros o administradores que van a controlar los trabajos que se están programando. En esta forma, al tener una participación directa y viva en la preparación del programa lo sentirán como suyo y se interesaran más activamente en su realización.

Aunque la preparación del diagrama de flechas constituye únicamente la fase inicial de la planeación, el mero hecho de prepararlo, aunque no se continúe posteriormente con el resto de la planeación, constituye una ganancia considerable para los encargados del proyecto.

Al preparar dicho diagrama de flechas los que planean se ven obligados a profundizar en detalle de la forma en que van a realizar las actividades, de la secuencia de las mismas y de las necesidades del proyecto en si, dándose cuenta de la existencia de muchos factores importantes que no habían apreciado en el acercamiento inicial del problema.

Sin embargo es por todos motivos conveniente realizar la planeacion en forma total, ya que con ello se obtienen datos cuya utilización inmediata y posterior es de vital importancia para el control adecuado y sistemático del proyecto. El tiempo dedicado a esta actividad se compensa con creces con las grandes ventajas que se derivan de la misma.

Al realizar un proyecto siempre existen diferentes formas, a veces muy similares de ejecutarlo. La preparación de diagramas de flechas y la programación posterior nos permiten estudiar en el papel los diferentes cambios posibles de ejecución antes de comenzar los trabajos, pudiendo escoger el mejor sin necesidad de realizar costosas experiencias prácticas para encontrarlo.

5.4 Cálculo del diagrama de flechas.

Es conveniente, en muchos casos, terminar completamente el diagrama inicial de flechas antes de asignar los tiempos correspondientes a cada actividad. En esta forma, el diseñador concentra únicamente su atención en la lógica del proceso.

Después de terminar el diagrama se añaden los tiempos de las actividades y al hacerlo se hace una revisión general del mismo, que determina generalmente numerosos cambios de detalle en la secuencia misma, al tener el programador una visión de conjunto mejor de todo el proceso.

Para la asignación de tiempos a las diferentes actividades, existen dos formas generales. Una es la de dar a cada actividad un tiempo estimado único, de acuerdo con la experiencia de los que hacen la planeacion y otra es la de

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

asignar tres tiempos posibles, haciendo un análisis de cada actividad. Para el segundo caso los tres tiempos posibles son:

- El tiempo optimista. Que es el tiempo menor en el cual la actividad puede ser realizada, o sea, el tiempo que tomaría realizarla si todo sucediera mejor de lo normalmente esperado.
- El tiempo más probable. Es la mejor estimación del tiempo en que puede realizarse la actividad, si todo ocurre normalmente.
- El tiempo pesimista. Es el tiempo mayor que puede tomar la realización de la actividad, es decir, el tiempo que transcurriría para realizarla si todo saliera mal. No debe de considerarse en estos casos la posibilidad de catástrofes.

Cuando se hacen estimaciones de tiempo como las tres anteriores se están estableciendo curvas de distribución de probabilidades como las que se indican en la Figura.5.9 donde:

T_o = Tiempo optimista.

T_m = Tiempo más probable.

T_p = Tiempo pesimista.

T_e = Tiempo medio, es el valor que tomaría la actividad si se repitiera muchas veces.

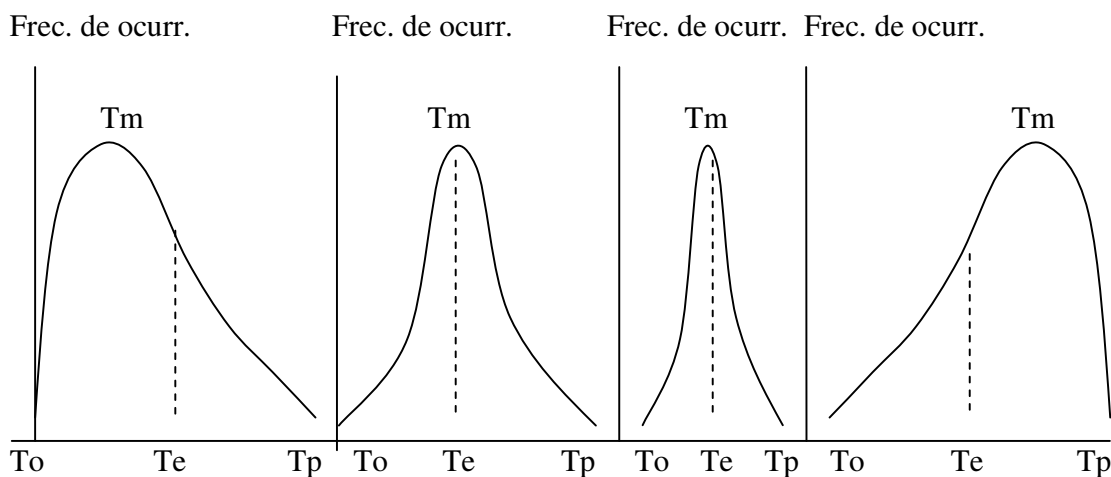


Fig. 5.9

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Las posiciones relativas de T_e , T_m y T_p en las curvas de distribución dependen de los valores numéricos que le han sido dados por el programador, dependiendo, a su vez, el valor de T_e , de las posiciones relativas de los otros valores.

La ecuación estadística que nos da T_e para cualquier tipo de distribución como los aquí mostrados es:

$$T_e = \frac{T_o + 4 T_m + T_p}{6}$$

La cual sirve para calcular el valor esperado para el tiempo de ejecución de la actividad.

Incertidumbre y Varianza.

Cuanto mayor sea la separación entre el tiempo optimista y el pesimista, mayor será la incertidumbre acerca del tiempo en que realmente se ejecutara la actividad. El concepto variancia nos da una medida de incertidumbre, determinada por un cierto tipo de distribución de probabilidades. Cuando la varianza es grande hay mayor incertidumbre acerca de cual será el tiempo real de realización de una actividad.

Por otra parte, la duración de una actividad es una variable aleatoria, cuya distribución de probabilidades tiene características que dependen del grado de control que se tenga de los factores de ejecución de la actividad.

Una actividad bien controlada tiene una varianza chica y se tiene una menor incertidumbre acerca del tiempo real en que va a realizarse.

Cualquiera que sea el método que se use para dar valor a los tiempos probables de ejecución de las actividades, siempre se trabaja con un solo valor, ya sea el directamente estimado o el calculado como tiempo medio.

Antes de proceder al cálculo del diagrama de flechas es conveniente definir algunos términos que se usaran en los cálculos:

t = Tiempo directamente estimado o tiempo medio.

F_{MP} = fecha más próxima en que puede ocurrir un evento.

F_{ML} = fecha más lejana en que puede ocurrir un evento.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

C_{MP} = Fecha más próxima en que puede comenzar una actividad
(Comienzo más próximo).

C_{ML} = Fecha más lejana en que puede comenzar una actividad
(Comienzo más lejano).

T_{MP} = Fecha más próxima en que puede terminar una actividad
(Terminación más próxima).

T_{ML} = Fecha más lejana en que puede terminar una actividad
(Terminación más lejana).

MT = Margen total de tiempo o tiempo flotante total.

ML = Margen libre de tiempo o tiempo flotante libre.

Para entender correctamente el proceso de cálculo se debe de comprender en forma adecuada lo que quiere decir que una actividad “puede comenzar o terminar en una determinada fecha”.

Al decir esto no se refiere a que las actividades no se realicen en los tiempos estimados, este es otro problema aparte. Se refiere siempre a que para llegar a un determinado evento, es necesario realizar simultáneamente diversas actividades que toman diferentes tiempos. Si se pueden realizar de esta forma, por ejemplo si una dura dos días y la otra un día, la segunda se puede comenzar un día después de haber comenzado la primera, sin que esto retrase la realización del evento.

Esto quiere decir que respetando los tiempos de ejecución de las actividades, algunas de éstas, no todas, como se vera mas adelante, se pueden comenzar y terminar dentro de cierto margen de tiempo, sin que esto afecte al tiempo total del diagrama, ni a las fechas de comienzo y terminación de las demás actividades.

Antes de programar en forma definitiva un proyecto, es necesario terminar la planeacion, haciendo el cálculo de las flechas límites entre las que se pueden mover las actividades. La programación final dará las fechas que se convertirán automáticamente en órdenes de trabajo para el personal.

Para comprender mejor el proceso de cálculo se considerara el diagrama elemental de la Figura 5.10, en el que se ha sustituido la descripción por una letra mayúscula y donde los tiempos vienen indicados con una cifra colocada debajo de la flecha correspondiente.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

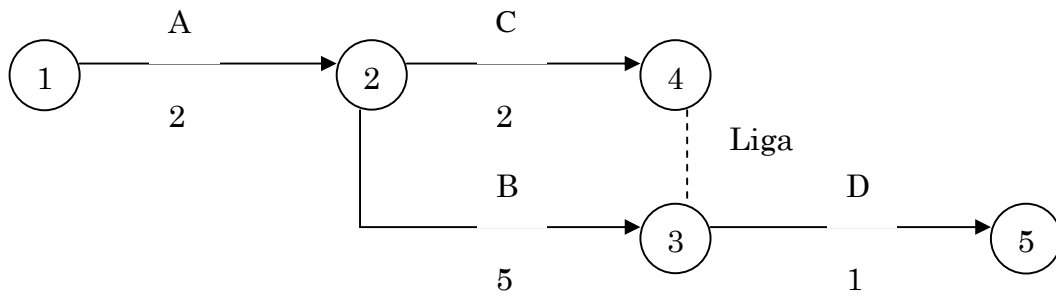


Fig. 5.10

Como se indica el evento original se ha llamado 1 y a éste le corresponde un tiempo cero. En esta forma los tiempos que pueden ser minutos, horas, días o cualquier otra unidad de tiempo y se calculan como las edades de las personas, ya que se considera que un niño no tiene un año sino hasta que ha transcurrido el primer año a partir de su nacimiento.

El cálculo de los tiempos se hace recorriendo el diagrama, actividad por actividad, sin dejar ninguna, comenzando desde el evento original, hasta llegar al evento final, en un camino de recorrido hacia delante. Después, se completan los cálculos haciendo, como se vera, un recorrido semejante, pero en sentido contrario desde el suceso final hacia el inicial.

Recorrido hacia delante.

Las reglas que se deben de seguir para el cálculo del diagrama de flechas en el recorrido hacia delante son las siguientes:

- 1) La fecha más próxima en que puede ocurrir el evento inicial se hace igual a cero.

$$F_{MP} = 0, \text{ (Para el evento inicial).}$$

- 2) Se considera que cada actividad comienza en cuanto el evento anterior correspondiente tiene lugar.

$$C_{MP} \text{ (De una actividad)} = F_{MP} \text{ (Del evento que la precede).}$$

- 3) En los nodos concurrentes, la fecha más próxima en que puede ocurrir el evento correspondiente al nodo en cuestión, es la fecha más alejada de las flechas más próximas de todas las actividades que concurren a este nodo.

$$F_{MP} = (A \text{ la más alejada de las } T_{MP1}, T_{MP2}, \dots, T_{MPn}, \text{ para un evento concurrente con "n" actividades que concurren}).$$

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Para una mejor comprensión de las reglas, se aplicarán al ejemplo de la Figura 5.11

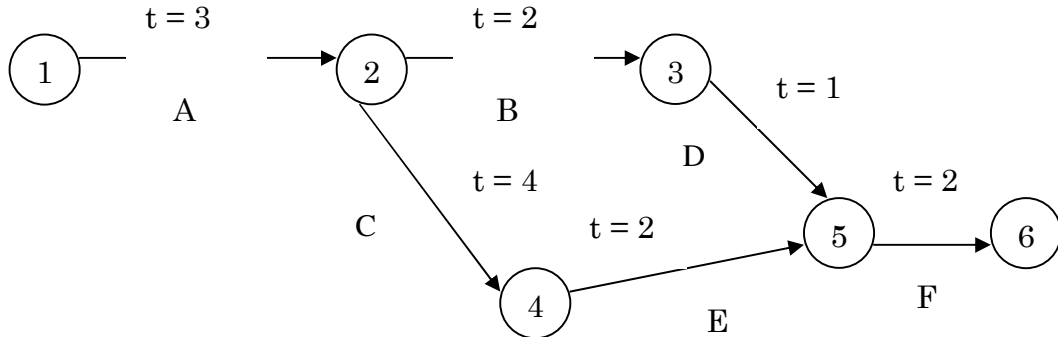


Fig. 5.11

Nodo 1

$$F_{MP1} = 0$$

Actividad A, (1-2):

$$C_{MPA} = F_{MP1} = 0$$

$$T_{MPA} = C_{MPA} + t = 0 + 3 = 3$$

Nodo 2

$F_{MP2} = 3$, ya que antes del nodo 2 existe únicamente la actividad "A".

A continuación se pueden seguir los cálculos por cualquiera de las dos rutas posibles, por 2-3, o por 2-4; en este caso se seguirá por 2-3.

Actividad B, (2-3):

$$C_{MPB} = F_{MP2} = 3$$

$$T_{MPB} = C_{MPB} + t = 3 + 2 = 5$$

Nodo 3

$$F_{MP3} = T_{MPB} = 5$$

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Actividad D, (3-5)

$$C_{MPD} = F_{MP3} = 5$$

$$T_{MPD} = C_{MPD} + t = 5 + 1 = 6$$

Actividad C, (2-4)

$$C_{MPC} = F_{MP2} = 3$$

$$T_{MPC} = C_{MPC} + t = 3 + 4 = 7$$

Nodo 4

$$F_{MP4} = T_{MPC} = 7$$

Actividad E, (4-5)

$$C_{MPE} = F_{MP4} = 7$$

$$T_{MPE} = C_{MPE} + t = 7 + 2 = 9$$

Nodo 5

F_{MP5} es el mayor de los tiempos T_{MP} de las actividades (3-5) y (4-5) que concurren a este nodo.

$$\text{Por lo tanto: } F_{MP5} = 9$$

Actividad F, (5-6)

$$C_{MPF} = F_{MP5} = 9$$

$$T_{MPF} = C_{MPF} + t = 9 + 2 = 11$$

Nodo 6

$$F_{MP6} = T_{MPF} = 11$$

“ El valor de F_{MP6} nos da la duración total del diagrama de flechas ”

En el caso que se puso como ejemplo, si se cumplen los tiempos de ejecución planeados, la duración total del proceso será de 11 unidades de tiempo.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Recorrido hacia atrás.

El objetivo que se persigue al recorrer el diagrama de flechas en sentido contrario al anterior, es el de calcular la flecha más lejana en que puede tener lugar cada evento, y las flechas de terminación más lejanas de las actividades del diagrama.

Para hacer estos cálculos se hacen las siguientes consideraciones:

- 1) La fecha más lejana en que puede tener lugar el evento final, debe de ser igual a la fecha más próxima que se calculó en el recorrido hacia adelante. Es decir:

$$F_{ML6} = F_{MP6} = 11$$

- 2) El comienzo más lejano de cualquier actividad es igual a la fecha más lejana del evento que la sucede, menos la duración de la actividad en cuestión.

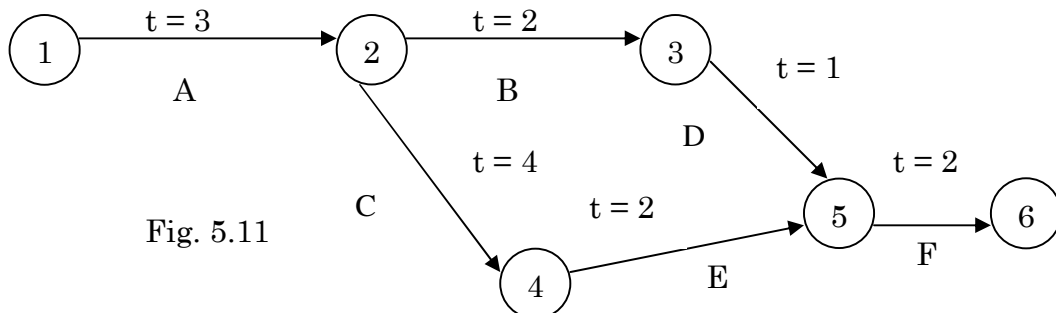
$$T_{ML} (\text{De una actividad}) = F_{ML} (\text{Del evento posterior})$$

$$C_{ML} (\text{De una actividad}) = T_{ML} (\text{De la misma actividad}) - t = F_{ML} - t$$

- 3) La fecha más lejana en que puede ocurrir un evento es la más cercana de las flechas de comienzo más lejano de las actividades que salen de ese evento.

F_{ML} (De un evento) = a la más cercana de las fechas más lejanas de comienzo de las actividades que originan en dicho evento (C_{ML1} , C_{ML2} , ... C_{MLN}) para "n" actividades.

Para mejor comprensión de las reglas, se aplicarán en la Figura 5.11



PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Nodo 6

$$F_{ML5} = F_{MP6} = 11, \text{ y se hace } F_{ML6} = F_{MP6} = 11$$

Actividad F (5-6)

$$T_{MLF} = F_{ML6} = 11$$

$$C_{MLF} = T_{MLF} - t = 11 - 2 = 9$$

Nodo 5

$$F_{ML5} = C_{MLF} = 9$$

Actividad D (3-5)

$$T_{MLD} = F_{ML5} = 9$$

$$C_{MLD} = T_{MLD} - t = 9 - 1 = 8$$

Actividad E (4-5)

$$T_{MLE} = F_{ML5} = 9$$

$$C_{MLE} = T_{MLE} - t = 9 - 2 = 7$$

Nodo 4

$$F_{ML4} = C_{MLE} = 7$$

Nodo 3

$$F_{ML3} = C_{MLD} = 8$$

Actividad B (2-3)

$$T_{MLB} = F_{ML3} = 8$$

$$C_{MLB} = T_{MLB} - t = 8 - 2 = 6$$

Actividad C (2-4)

$$T_{MLC} = F_{ML4} = 7$$

$$C_{MLC} = T_{MLC} - t = 7 - 4 = 3$$

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Nodo 2

La fecha más lejana en que puede ocurrir este evento es la menor de las fechas de comienzo más lejano de las actividades B y C.

Por lo tanto:

$$F_{ML2} = 3$$

Actividad A (1-2)

$$T_{MLA} = F_{ML2} = 3$$

$$C_{MLA} = T_{MLA} - t = 3 - 3 = 0$$

Este resultado final de $C_{MLA} = 0$, sirve de comprobación de los cálculos, ya que $F_{MP1} = F_{ML1} = 0$ en el evento inicial; de la misma forma que $F_{ML6} = F_{MP6}$, en el evento final.

Cálculo del Margen Total

El margen total es igual a la diferencia entre la fecha más lejana del evento sucesor de una actividad y la fecha de terminación más próxima de la actividad en cuestión.

$$MT = F_{ML} - T_{MP}$$

El margen total es, por lo tanto, el tiempo que puede retrasarse cualquier actividad, sin que se afecte el comienzo más próximo la fecha de ocurrencia de cualquier actividad o evento, del camino crítico del diagrama de flechas.

La definición anterior es equivalente a decir que el margen total es igual a la diferencia entre la terminación más lejana y la terminación más próxima de una actividad, o entre el comienzo más lejano y el comienzo más próximo de la misma.

$$MT = T_{ML} - T_{MP} = C_{ML} - C_{MP}$$

El margen total es el número de unidades de tiempo que faltan para que la actividad se vuelva crítica.

El margen total es, en general, el número de unidades de tiempo que puede tomar adicionalmente el tiempo de realización de una actividad, sin causar un retraso, o sea, sin aumentar, la fecha esperada de cualquier evento, que se encuentra en la ruta crítica.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

En el ejemplo anterior de la Fig. 5.11, las actividades A, C, E, y F se encuentran en la ruta crítica y no tienen por lo tanto margen total. En cambio, las actividades B y D sí tienen margen total, que es, siguiendo los conceptos expresados:

Para la actividad B (2-3)

$$MT = T_{MLB} - T_{MPB} = 8 - 5 = 3$$

$$MT = C_{MLB} - C_{MPB} = 6 - 3 = 3$$

$$MT = F_{ML3} - T_{MPB} = 8 - 5 = 3$$

Para la actividad D (3-5)

Siguiendo sólo uno de los caminos de cálculo se tiene:

$$MT = C_{MLD} - C_{MPD} = 8 - 5 = 3$$

Se puede ver que cuando dos actividades están en serie, como la B y D, tienen el mismo margen total. En este caso, constituyen, además, la única ruta subcrítica del diagrama en cuestión.

Cálculo del Margen Libre.

Las únicas actividades que tienen margen libre son aquellas que concurren a un nodo y no pertenecen a ninguna ruta crítica.

El margen libre es igual a la diferencia entre la fecha más próxima del evento posterior de una actividad, y la fecha correspondiente a la terminación más próxima de la misma actividad, o sea:

$$ML = F_{MP} - T_{MP}$$

El margen libre, es por lo tanto, el tiempo que puede retrasarse la terminación de una actividad, sin afectar el comienzo más próximo de cualquier otra actividad o a la fecha más próxima de cualquier evento en el diagrama de flechas correspondiente.

En el ejemplo de la Fig. 5.11, la única actividad que tiene margen libre es la D (3-5), por ser la única actividad que llega a un nodo concurrente y no está, al mismo tiempo, en una ruta crítica.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

En la actividad D (3-5)

$$ML = F_{MP5} - T_{MPD} = 9 - 6 = 3$$

Este tiempo también es el tiempo que puede tomar la actividad D (3-5) adicionalmente, sobre su terminación más próxima esperada, sin que el evento (5) deje de realizarse en su fecha más próxima esperada.

Aplicado la fórmula de ML a cualquiera de las demás actividades del diagrama de la figura 5.11, se observa que en todos los casos $ML = 0$.

Por ejemplo, para la actividad C

$$ML = F_{MP4} - T_{MPC} = 7 - 7 = 0$$

Finalmente es interesante tener en cuenta el hecho de que el margen total es siempre igual o mayor que el margen libre, ya que:

$$MT = F_{ML} - T_{MP}$$

$$ML = F_{MP} - T_{MP}$$

F_{ML} es siempre mayor que F_{MP}

5.5 Recursos.

Los recursos son fundamentalmente cinco: acción humana, (incorporando entrenamiento), dinero, materiales, maquinaria y tiempo.

La aplicación adecuada de estos recursos permite realizar los proyectos de acuerdo con las necesidades.

Aunque sea en forma inconsciente, al fijar los tiempos de las actividades de un diagrama de flechas, se están aplicando determinados recursos.

Por ejemplo, si se estiman diez días para la soldadura de un determinado tramo de tubería para conducción de petróleo, es porque se piensa utilizar los servicios de un determinado número de soldadores y se ha considerado una cierta eficiencia en el trabajo que se va a realizar.

No se puede, por lo tanto, planear un obra sin hacer una asignación previa o simultanea de los recursos que se van a emplear en cada actividad.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

Cuando se comienza la planeación para obtener el diagrama de flechas, lo más práctico es considerar inicialmente y en forma tentativa una asignación de recursos “normal”, es decir, semejante a lo que ya se ha utilizado en casos similares, pero guardando las debidas proporciones a las magnitudes respectivas de las obras.

Habiendo terminado con los datos anteriores, el diagrama inicial de flechas y habiendo calculado los tiempos correspondientes, se procede a analizar si los resultados son convenientes, o sea, si los tiempos para la terminación parcial o total del programa están de acuerdo con las fechas establecidas en el compromiso de ejecución del proyecto.

Si el resultado alcanzado no es favorable, es necesario hacer una nueva asignación de recursos, para poder alcanzar los resultados deseados.

Al terminar la nueva asignación de recursos cambian los tiempos de ejecución de muchas o de todas las actividades del proyecto, por lo que es necesario hacer un nuevo cálculo de tiempos.

Una vez terminada esta fase de la planeación, el último diagrama de flechas totalmente afinado sirve para la PROGRAMACIÓN del proyecto.

La programación consiste en el establecimiento detallado de fechas de comienzo y terminación de las diferentes fases del proyecto y en la asignación concreta de los recursos necesarios.

Si de acuerdo con la planeación una actividad tiene un margen total de seis días, al hacer la programación se fijara exactamente que día comenzara y deberá de terminar dicha actividad, ya que se tiene una amplia tolerancia para fijar dichos días.

Limitación de recursos.

En todo proyecto existen limitaciones de recursos y restricciones impuestas externamente, estando en muchos casos su control totalmente fuera de las manos de los que realizan la planeación. Así es el caso, por ejemplo, de las fechas de entrega de equipos pesados, materiales, maquinaria, herramienta, y aparatos especiales de fabricación nacional o extranjera.

Otra limitación puede ser la falta de personal especializado en determinada actividad, que en algunos casos constituye una limitación inevitable y en otros puede compensarse con entrenamiento previo, que debe de considerarse como una nueva actividad del plan.

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

En otros casos la limitación puede estar en la falta de dinero en efectivo para la realización de pagos, o la falta de créditos para la ejecución de ciertas compras.

Una limitación muy común es la de tiempo, por tenerse que terminar los trabajos en una fecha exacta, que fijan ciertas condiciones técnicas o políticas, o por condiciones climatológicas.

Hay algunos casos en que el proyecto es pequeño, o sea la capacidad de la empresa que lo va a realizar es sobrada y se puede considerar que la obra va a ejecutarse con recursos infinitos, por lo cual la planeación se hace en forma normal y sin ningún cambio posterior por concepto de recursos.

Debe de entenderse claramente que cuando se hace un diagrama de flechas con unos determinados recursos se obtienen ciertos tiempos de ejecución y ciertas rutas críticas y que si se cambian los recursos, automáticamente se tienen diferentes tiempos y las rutas críticas pueden convertirse en no críticas y viceversa.

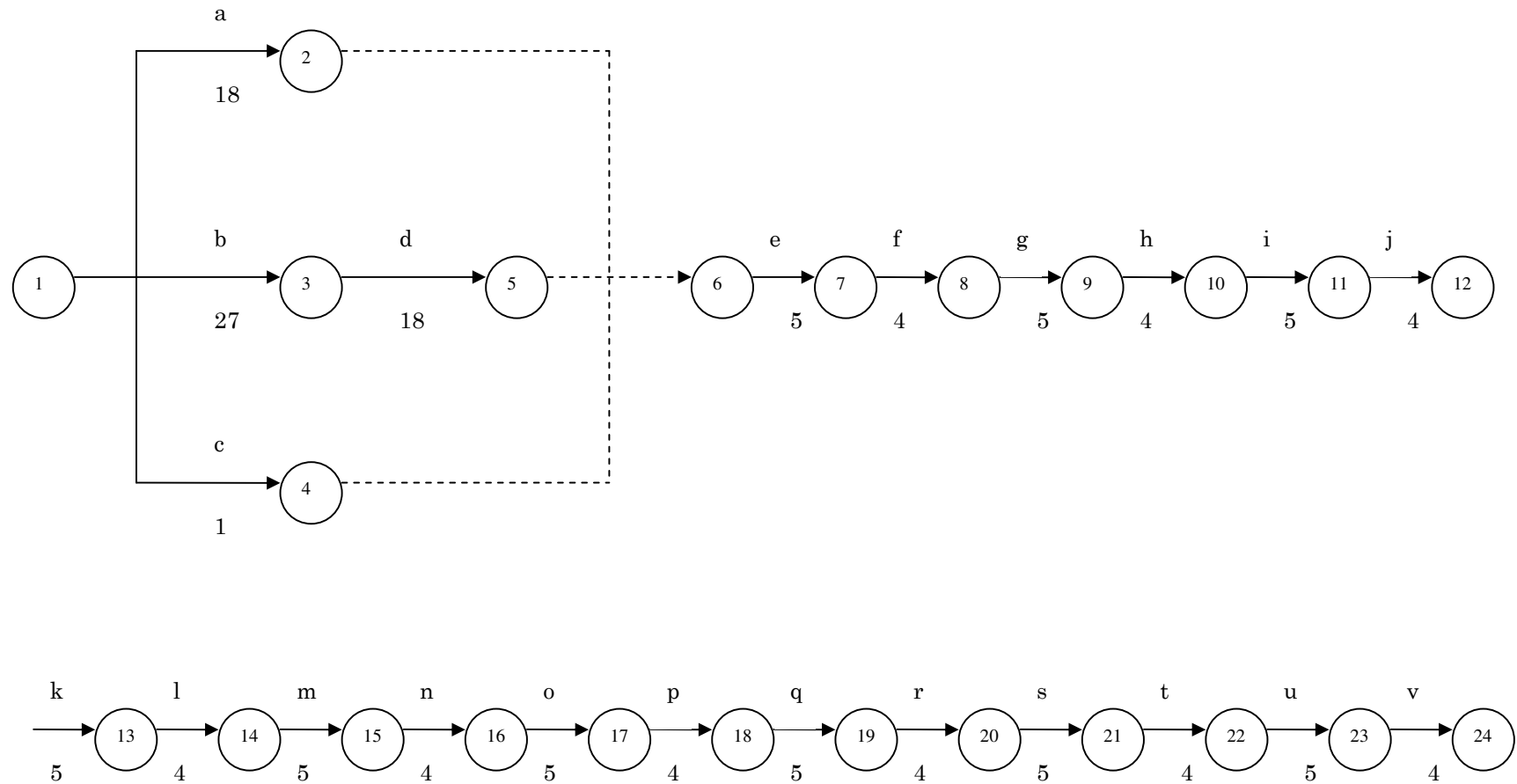
5.6 Proyecto de montaje e instalación mecánica de pasteurizador Sasib Beverage.

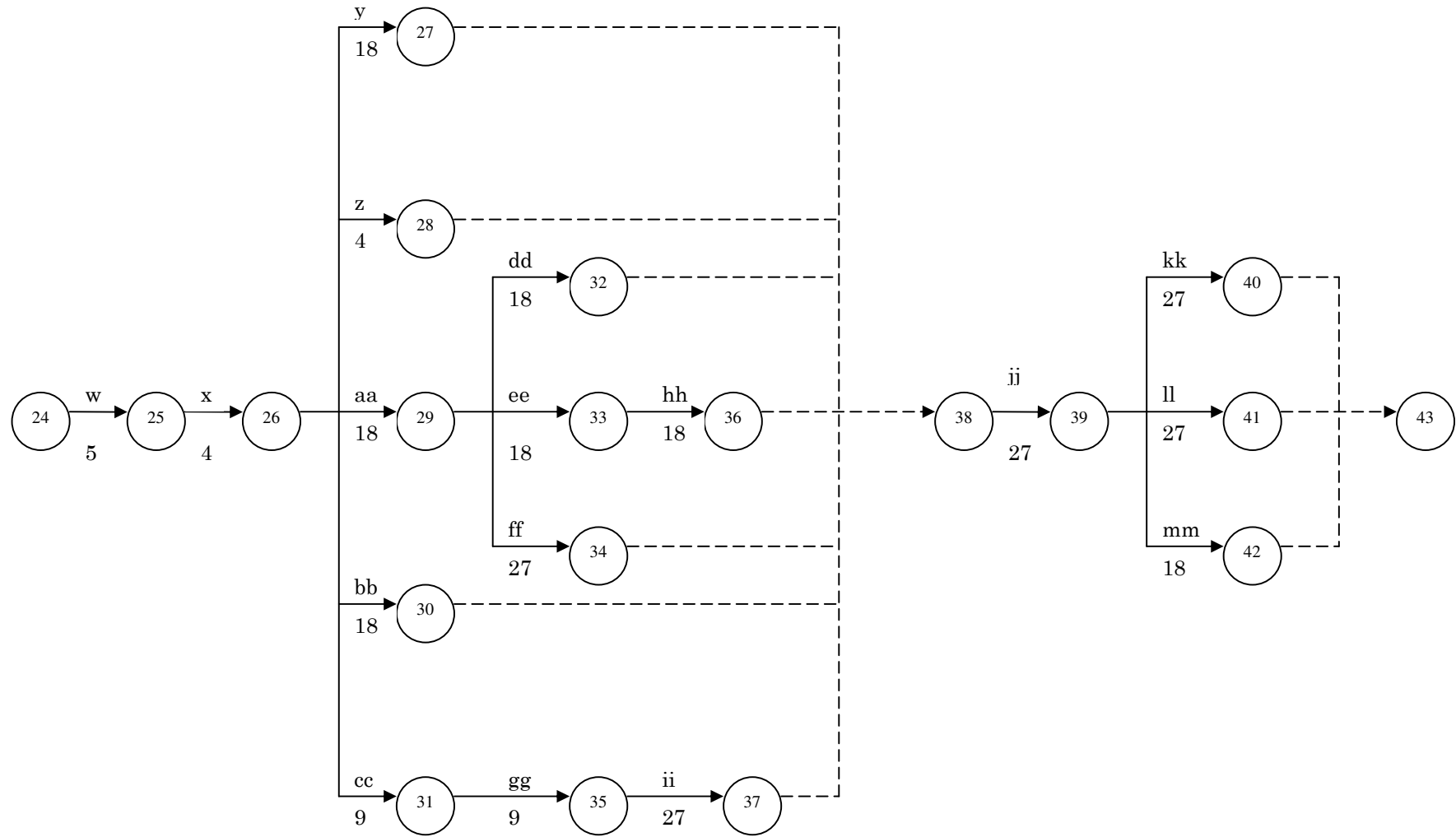
Algunas de las características que se presentan en proyectos de modernización de líneas de producción de envasado, se resumen en los siguientes puntos:

- La totalidad del proyecto esta conformada por el montaje e instalación de diversas máquinas.
- La programación inicial del proyecto es de una manera general, partiendo de una grafica de Gant, que indica el tiempo de instalación de cada máquina.
- No existe una programación específica para la instalación de cada máquina.

Dadas las condiciones anteriores, y con la necesidad de reducir los tiempos de instalación, es de suma importancia la creación de programas específicos para la instalación de cada máquina. En la figura 5.12 y la tabla 5.1 se muestra la planeación y programación necesaria para el montaje e instalación mecánica de un pasteurizador Sasib Beverage.

FIGURA 5.12 DIAGRAMA DE FLECHAS DEL MONTAJE E INSTALACIÓN MECÁNICA DE PASTEURIZADOR SASIB BEVERAGE





PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

TABLA 5.1 DEL MONTAJE E INSTALACIÓN MECÁNICA DE PASTEURIZADOR SASIB BEVERAGE

	ACTIVIDAD	T	H	F	C _{MP}	T _{MP}	C _{ML}	T _{ML}	M _T	M _L	Critica
a	Fabricación de apoyos.	4	18	1-2	0	18	27	45	27	27	
b	Recepción y resguardo de componentes de la máquina.	6	27	1-3	0	27	0	27	0	0	+
c	Trazo de centros en la plataforma.	2	1	1-4	0	1	44	45	44	44	
d	Desembalaje e identificación de partes.	6	18	3-5	27	45	27	45	0	0	+
e	Maniobra para colocar 1º módulo.	6	5	6-7	45	50	45	50	0	0	+
f	Alineación, nivelación y fijación de 1º módulo.	6	4	7-8	50	54	50	54	0	0	+
g	Maniobra para colocar 2º módulo	6	5	8-9	54	59	54	59	0	0	+
h	Ensamble, alineación y nivelación del 2º módulo.	8	4	9-10	59	63	59	63	0	0	+
i	Maniobra para colocar 3º módulo.	6	5	10-11	63	68	63	68	0	0	+
j	Ensamble, alineación y nivelación del 3º módulo.	8	4	11-12	68	72	68	72	0	0	+
k	Maniobra para colocar 4º módulo.	6	5	12-13	72	77	72	77	0	0	+
l	Ensamble, alineación y nivelación del 4º módulo.	8	4	13-14	77	81	77	81	0	0	+
m	Maniobra para colocar 5º módulo.	6	5	14-15	81	86	81	86	0	0	+
n	Ensamble, alineación y nivelación del 5º módulo.	8	4	15-16	86	90	86	90	0	0	+
o	Maniobra para colocar 6º módulo.	6	5	16-17	90	95	90	95	0	0	+
p	Ensamble, alineación y nivelación del 6º módulo.	8	4	17-18	95	99	95	99	0	0	+
q	Maniobra para colocar 7º módulo.	6	5	18-19	99	104	99	104	0	0	+
r	Ensamble, alineación y nivelación del 7º módulo.	8	4	19-20	104	108	104	108	0	0	+
s	Maniobra para colocar 8º módulo.	6	5	20-21	108	113	108	113	0	0	+
t	Ensamble, alineación y nivelación del 8º módulo.	8	4	21-22	113	117	113	117	0	0	+
u	Maniobra para colocar 9º módulo.	6	5	22-23	117	122	117	122	0	0	+

PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS

ACTIVIDAD		T	H	F	C _{MP}	T _{MP}	C _{ML}	T _{ML}	M _T	M _L	Critica
v	Ensamble, alineación y nivelación del 9 ^o módulo.	8	4	23-24	122	126	122	126	0	0	+
w	Maniobra para colocar 10 ^o módulo.	6	5	24-25	126	131	126	131	0	0	+
x	Ensamble, alineación y nivelación del 10 ^o módulo.	8	4	25-26	131	135	131	135	0	0	+
y	Instalación de bombas.	4	18	26-27	135	153	171	189	36	36	
z	Instalación de los canales de comunicación de tinas.	4	4	26-28	135	139	185	189	50	50	
aa	Instalación de soporteria para tuberías.	6	18	26-29	135	153	135	153	0	0	+
bb	Instalación de filtros.	2	18	26-30	135	153	171	189	36	36	
cc	Instalación de transportador de entrada y salida.	4	9	26-31	135	144	144	153	9	0	
dd	Instalación de ductos para recuperación de agua.	4	18	29-32	153	171	171	189	18	18	
ee	Instalación de intercambiadores de calor.	4	18	29-33	153	171	153	171	0	0	+
ff	Instalación de tuberías para recirculación de agua.	6	27	29-34	153	180	162	189	9	9	
gg	Instalación de frentes.	4	9	31-35	144	153	153	162	9	0	
hh	Instalación de tuberías y accesorios para vapor.	4	18	33-36	171	189	171	189	0	0	+
ii	Instalación de unidades hidráulicas.	4	27	35-37	153	180	162	189	9	9	
jj	Instalación de accesorios	2	27	38-39	189	216	189	216	0	0	+
kk	Habilitación y conexión de tubería para alimentar vapor.	2	27	39-40	216	243	216	243	0	0	+
ll	Habilitación y conexión de tubería para alimentar agua.	2	27	39-41	216	243	216	243	0	0	+
mm	Habilitación y conexión de tubería para alimentar aire.	2	18	39-42	216	243	225	243	9	9	

T = Número de trabajadores

H = Duración de la actividad en horas

C_{MI} = Comienzo más lejano

F = Segmento de flecha

C_{MP} = Comienzo más próximo

M_T = Margen total

T_{MP} = Tiempo más Próximo

T_{ML} = Tiempo más lejano

M_L = Margen libre

Duración del proyecto con jornada de 9 hrs. Por día 243 hrs. o 2 días

CONCLUSIONES.

En la realización y control del montaje e instalación de un pasteurizador tipo túnel que procesa productos en envase o bote, se encontraba que todavía era fundamental el empleo de la intuición, inspiración y practica rutinaria de los gerentes administradores e ingenieros, como instrumento principal de la decisión del camino a seguir y en la mayoría de los casos tomaban sus decisiones sin tener ni remotamente los datos necesarios para ello.

Con este trabajo de tesis se presenta una opción para cambiar esta situación, que tanto desperdicio de recursos cuesta a la industria, ya que conduce a la aceleración repentina de un trabajo que después se frena por otro periodo, a trabajar tiempo extra o doble turno que pueden ser evitados, o a no emplear oportunamente ese mismo tiempo extra o segundo y tercer turno, cuando es técnica y económicamente justificable.

Para cumplir con los objetivos de tiempo, calidad y seguridad en este tipo de montajes e instalación de equipos, se propusieron los siguientes puntos que son de gran importancia:

- 1) Se debe de tener información general de lo que es un proceso de pasterización, para que productos se utiliza y las características de las maquinas pasteurizadoras. (Información e investigación propuesta en capitulo 1).
- 2) Tener un conocimiento general de los materiales para ingeniería, así como las fuerzas a las que están sometidos los elementos del pasteurizador, para poder calcular estructuras necesarias en su instalación.(Estudio presentado en capitulo 2).
- 3) Tener la información de lo que es un montaje y de los diferentes tipos de este, así como los datos técnicos de los elementos que intervienen en el montaje del pasteurizador analizado en esta tesis. (Investigación e información presentada en capitulo 3).
- 4) Se debe de considerar a la seguridad como un elemento primordial en este tipo de trabajos; especificando el papel y las responsabilidades de los directivos, los supervisores y el personal.
También se presentan una serie de recomendaciones prácticas a seguir, para contribuir a la seguridad en los trabajos del montaje e instalación del pasteurizador objeto de la tesis. (Investigación e información presentada en capitulo 4).

CONCLUSIONES

- 5) Se debe de tener el conocimiento de lo que es una planeación y programación para el desarrollo de un proyecto, el conocimiento de sus principios y etapas. (Investigación e información presentada en capítulo 5, además de la metodología para realizar la planeación y programación del montaje e instalación del pasteurizador objeto de la tesis).

La aplicación de los puntos anteriores nos dio como resultado una reducción considerable, aproximadamente de un 35% en horas hombre requeridas para este proyecto, en comparación con el montaje e instalación de un pasteurizador anterior.

Además se logro:

- El desarrollo de la empresa al establecer métodos de utilización racional de los recursos.
- Una reducción en los niveles de duda que se puedan presentar en el futuro en proyectos iguales o similares
- Establecer un sistema razonable para la toma de decisiones, evitando las corazonadas o empirismos.
- Reduce al mínimo los riesgos y aprovecha al máximo las conveniencias.
- Establecer un modelo de trabajo, que suministra las bases a través de las cuales opera el proyecto.
- Mayor eficiencia al eliminar la improvisación.
- Elevar la moral al conocer todos los miembros que participan en el proyecto hacia a donde se dirigen sus esfuerzos.

BIBLIOGRAFIA

1. CIENCIAS DE MATERIALES PARA INGENIEROS.
James F. Shackelford
Pearson Educación. Tercera edición
2. MECANICA DE MATERIALES.
Gere- Timoshenko.
Grupo Editorial Iberoamerica. Segunda edición.
3. INTRODUCCIÓN A LA MECANICA DE SÓLIDOS.
Egor P. Popov
Limusa.
4. ACEROS, ESTRUCTURAS Y TRATAMIENTOS TERMICOS.
M en I Felipe Díaz del Castillo Rodríguez, M en I Alberto Reyes Solís.
Edición de FES Cuautitlán.
5. ESTRUCTURAS PARA INGENIEROS.
Mario Salvadori, Robert Séller.
Ediciones la isla.
6. ACEROS ESPCIALES Y OTRAS ALEACIONES.
José Apráiz Barreiro.
Editorial Dossat S.A.
7. TECNOLOGIA MECANICA E INSTALACIONES.
Odon de Buen L.
Alfaomega.
8. SISTEMAS DE PLANEACION E INVENTARIO.
Elwoods Buffa, William H. Taubert.
9. ADMINISTRACION Y CALIDAD.
Salvador Mercado
Editorial PAC. S.A. de C.V.
10. MÉTODOS DE RUTA CRITICA PARA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS.
Ben Benson.
C.E.C.S.A.

11. PAGINAS DE INTERNET CONSULTADAS.

- Cables de acero. www.cablesdeacero.com.mx
- Nudos y amarres. www.telennia.net/crm/nudosyamarres.html
- Pasteurizadores Simonazzi. www.sigsimonazzi.com
- Pasteurización de helados. www.mundohelado.com
- Pasteurización de leche. www.geocities.com
- Equipos de pasteurización. www.aginsa.com
- Pasteurización de cerveza. www.cerveceros1060.com.ar