



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO
PARA UNA PLANTA ULTRAPASTEURIZADORA DE LECHE

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P r e s e n t a n

EDUARDO JUAREZ ESPARZA
ALFREDO MENDOZA LOPEZ
ROBERTO MORALES LEDEZMA

Director: Ing. ANDRES RUIZ MIJARES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PARA
UNA PLANTA ULTRAPASTEURIZADORA DE LECHE.

	pag.
Introducción	1
I.-Explicación del proceso	3
I.1.-Notas generales	3
I.2.-Proceso en discusión	7
I.3.-Materia prima utilizada	9
I.4.-Recombinación	11
I.5.-Pretratamiento	11
I.6.-Esterilización	14
I.7.-Envasado aséptico	18
I.8.-Manejo de materiales	19
I.9.-Distribución de planta	26
II.-Sistema de mantenimiento	30
II.1.-Antecedentes	30
II.2.-Objetivos	31
II.3.-Sistematización del mant. de planta	32
III.-Tipos de mantenimiento	34
III.1.-Mantenimiento predictivo	34
III.2.-Mantenimiento preventivo	44
III.3.-Mantenimiento correctivo	58
III.4.-Nivel de mantenimiento	80
III.5.-Indices de eficiencia	83
IV.-Organización del mantenimiento	88
IV.1.-Org.del departamento de mantenimiento ..	88
IV.2.-Documentos de control	88
IV.3.-Organización del servicio en el mant. ..	90
Conclusiones	94
Anexos	

INTRODUCCION.

Hoy en día, para cualquier organización, resulta incuestionable la necesidad de dirigir en forma racional sus actividades, orientando los recursos a su disposición de una manera tal, que le permita alcanzar los objetivos que se ha propuesto; sin embargo, aún cuando son numerosas las empresas que por ignorar los procedimientos a su alcance, planean sus acciones sobre bases empíricas ó intuitivas, que si bien dan resultado en ocasiones, particularmente por la sagacidad y habilidad del empresario ó efectos del azar, de ninguna manera garantizan los resultados que se persiguen, propiciándose como efecto de un esfuerzo mal encaminado, la pérdida ó inhabilitación de recursos.

Partiendo de esta base, se ha elaborado el presente trabajo, tratando que sea de utilidad para quienes lo requieran.

Se escogió este tema debido a la gran problemática que se presenta en el país en la rama alimenticia por la baja producción de leche y una demanda cada vez mayor de ésta, ya que es uno de los productos más importantes y en ciertas etapas de la vida es insustituible; por esto es importante que una planta lechera opere en las condiciones óptimas posibles y para poder lograr esto, el mantenimiento es un factor muy importante.

En el presente trabajo tratamos de presentar los aspectos que a nuestro juicio darán la pauta a seguir para alcanzar los objetivos propuestos.

Como primer punto se hace una breve descripción del proceso en una planta tipo, para la fabricación de leche ultra-pasteurizada (UIT).

Como punto siguiente, en cuanto al sistema de mantenimiento, se hace una breve explicación acerca del importante..

papel que desempeña en una planta productiva; así como de los objetivos perseguidos con la implantación del mencionado sistema.

En el Capítulo tercero se describen los diferentes tipos de mantenimiento, así como los factores que se deben tomar en cuenta para llevar a cabo cada uno de ellos. Asimismo, se mencionan los índices de eficiencia que reflejarán el buen ó mal funcionamiento del mantenimiento.

Finalmente, se habla de la organización del mantenimiento y los documentos de control.

I.-EXPLICACION DEL PROCESO.

I.1.-Notas Generales.

La esterilización de alimentos no es fenómeno nuevo, puesto que el desarrollo de esta técnica comenzó desde la primera mitad del siglo XIX en la forma de esterilización por calor. Nicholas Appert (1752-1841) es considerado como el descubridor de la técnica de esterilización. Anteriormente las únicas formas de conservar alimentos, fueron: salado, secado, fermentado, congelamiento natural y tratamiento aséptico. En 1860, Louis Pasteur esterilizó leche exitosamente, calentándola a 125°C a presión de 1.5 atm. Aún hoy en día, el tratamiento por calor es el método más importante para la esterilización de alimentos, de tal forma que pueden ser almacenados por períodos de tiempo, considerables.

El tratamiento de alimentos con rayos ultra-violeta, infra-rojos e irradiación gamma y beta, también ha sido ensayado, pero no se ha encontrado otro método más práctico para reemplazar al de tratamiento por calor.

La técnica de esterilización de leche por calor, ha avanzado rápidamente al paso de los años. Desde el tiempo de Pasteur, se han desarrollado nuevas formas de esterilización por calor, pero actualmente los siguientes tres sistemas son los de uso más común:

- a) Esterilización en una etapa.- Los recipientes, calientes, se llenan con leche calentada a 80°C, se tapan y se esterilizan en un autoclave a 110°-120°C durante 10-20 minutos.
- b) Esterilización en dos etapas.- La leche se calienta a 130°-140°C por unos cuantos segundos en un pre-esterilizador, después se llenan los recipientes, la esterilización tiene lugar a una temperatura un poco menor que en la esterilización en una etapa.

c) Esterilización continua (UHT).--La leche es calentada, ya sea por inyección directa de vapor ó calentamiento indirecto, hasta 135°-150°C durante unos cuantos segundos, seguido de enfriamiento y llenado aséptico de los recipientes, no hay necesidad de post-esterilización de la leche, sin embargo, se requiere de la pre-esterilización del equipo.

Los dos primeros métodos, y particularmente el segundo, han sido usados ampliamente; sin embargo, en estos procesos la leche adquiere un ligero color café, un gusto caramelizado ó "quemado" y muy frecuentemente, considerable sedimentación.

El tercer método, mata las bacterias antes que el sabor "quemado" y la coloración café puedan presentarse; y el llenado aséptico de los recipientes inmediatamente después de la esterilización, elimina la necesidad de tratamiento adicional. Por lo tanto éste método está sobradamente libre de los defectos de los dos primeros y actualmente se considera superior a ellos.

La figura 1 muestra las curvas Tiempo-Temperatura para (A) Coloración Café, y (B) Esterilización de leche. En la figura se muestra que a 110°C la leche es estéril antes de que se presente la coloración. La esterilización en autoclave requiere calentar la leche a 110°-120°C por 10 ó 20 minutos. Esto indica que si se obtiene un producto estéril, debe ser de color normal. En la práctica es necesario poner atención a ambos tiempos, de calentamiento y de enfriamiento, puesto que para una esterilización adecuada debe haber un cierto margen de seguridad en tiempo; y esto aumenta las posibilidades de que se presenten las fallas que induce el calentamiento, descritas anteriormente.

Este es el por qué, en los métodos de una y dos etapas (esterilización en autoclave) se presenta la coloración café del producto y ese sabor a "quemado".

Estudiando las condiciones para la esterilización a temperaturas mayores se encontró que, aumenta la diferencia entre el tiempo requerido para la esterilización y la presentación de la coloración café. Es por esto, que es más favorable trabajar con temperaturas superiores a 135°C; es posible entonces, obtener leche estéril, con amplio margen de tiempo, antes de que la reacción de la coloración se presente. Este procedimiento es usado hoy en día en las plantas modernas para esterilización de leche.

Log. t
(min)

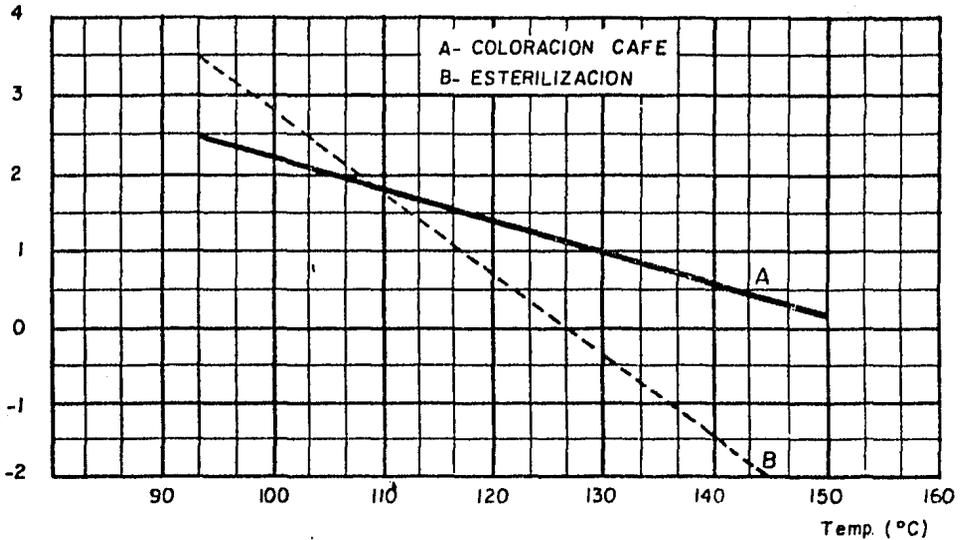


FIG. 1 CURVAS TIEMPO - TEMPERATURA.

La esterilización puede definirse como la total destrucción de todos los micro-organismos vivos y sus esporas. Otra definición establece que: Un producto estéril debe estar en tal condición, que los cambios causados por micro-organismos vivos no ocurran durante su almacenamiento. La evidencia de que un micro-organismo está vivo, es que puede reproducirse; como el desarrollo requiere de un medio ambiente apropiado (

temperatura, nutrición, agua) debe ser el medio ambiente me-nos que apropiado para ciertos micro-organismos, ellos no se -reproducirán, pero pueden existir sin ser detectados por méto-dos normales, y en esas condiciones no son de importancia.

La Federación Internacional de Lácteos, considera que la leche esterilizada debe permanecer estable y no presentar signo alguno de desarrollo bacterial después de incubación a dos temperaturas: $30^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 14 días y $55^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 7 días, respectivamente. La vida de anaquel de la leche UHT alma-cenada bajo condiciones normales, es de 6 a 8 semanas ó más. La vida de anaquel depende de la temperatura ambiente entre otros factores.

La pasteurización y el tratamiento UHT no producen los - mismos resultados. De la pasteurización de la leche resulta un producto higiénicamente sin defecto, pero como no está libre - de gérmenes, debe ser almacenada en un lugar frío hasta ser -- consumida. Mientras que la leche UHT es completamente estéril y por lo tanto no es susceptible de infección bacteriológica; si es empacada apropiadamente, la leche puede ser guardada sin refrigeración por varias semanas.

Las plantas de esterilización están actualmente en operación en todo el mundo, ellas procesan principalmente leche, pe-ro también otros productos; aunque al principio hubo mucha re-nuencia de los consumidores al sabor "quemado" de la leche y el consumo fué bajo, sin embargo la gente se acostumbró al nuevo sabor y las plantas continuaron en operación y aún han ex-tendido el rango de sus productos.

Con los constantes avances en tecnología y dada la amplia aceptación en todas partes del mundo, puede ser posible en el futuro, el esterilizar productos lácteos sin afectar el sabor.

1.2.-Proceso en discusión.

Como se apuntó anteriormente, en las curvas Tiempo-Temperatura de la figura 1, se muestra que el tratamiento con calor debe ser a altas temperaturas durante tiempos cortos, para obtener resultados óptimos; las plantas que cumplen con estos requerimientos han estado en operación por varios años. Todas esas plantas tienen el mismo propósito; prolongar la vida de anaquel de la leche, con un cambio mínimo en otras características.

El calentamiento se puede realizar por inyección directa de vapor ó por conducción, a través de superficies de transferencia de calor, ya sean placas ó tubos. Los distintos sistemas tienen diferentes eficiencias en la transferencia de calor.

El calentamiento indirecto en una placa intercambiadora, tiene lugar por la transferencia de calor de un agente calentador al líquido por ser calentado. El agente calentador es agua caliente ó vapor. El calor pasa por la pared de la placa ó tubo, normalmente hechos de acero inoxidable; el flujo debe ser turbulento, la cantidad de calor transferida está dada por:

$$Q = k F D_{tm} \quad \text{donde:} \quad \begin{aligned} k &= \text{Coeficiente de transferencia de} \\ & \text{calor. (kcal/hm}^2\text{°C)} \\ F &= \text{Superficie de transferencia de} \\ & \text{calor. (m}^2\text{)} \\ D_{tm} &= \text{Diferencia de temperatura} \\ & \text{media logarítmica. (°C)} \end{aligned}$$

El coeficiente de transferencia de calor depende del índice del flujo, la viscosidad del líquido, del espesor y conductividad térmica de la placa; la transferencia de grandes cantidades de calor en un corto tiempo, requiere de grandes superficies, grandes diferencias de temperatura y altos índices de flujo.

Un coeficiente de transferencia de calor de 3,000 a 4,000 kcal/hm²°C, se considera como aceptable para intercambiadores

de calor con una superficie de transferencia de acero in--oxidable.

En cuanto a lo que la inyección de vapor concierne, no se involucra un coeficiente de transferencia de calor. Sin embargo el contacto directo resulta en un coeficiente de película de transferencia de calor, normalmente alrededor de 100,000 a 120,000 kcal/hm²°C. De estos valores se puede suponer los rápidos incrementos de temperatura que son obtenidos por medio de la inyección de vapor.

La selección de equipo afecta el producto final, ya que si se desea un mínimo de sabor quemado es necesario el método más noble de calentamiento. Sin embargo, algunas selecciones -- pueden no tener importancia si puede ser aceptado un cierto -- grado de sabor quemado ó si la leche será empleada en un pro-- ducto saborizado, en el cual predomina el sabor agregado.

El método de calentamiento directo, es preferible cuando son importantes el sabor y el tiempo de operación. Una planta de calentamiento indirecto, también puede operarse con tiempos de sostenimiento cortos, esto puede ser llevado a cabo mediante unas placas especiales, pero a menudo esto conduce a alterar -- los tiempos de operación.

I.3.-Materia prima utilizada.

A la materia prima empleada en el proceso UHT le llamaremos en forma general: Leche Descremada en Polvo (L.D.P.), aunque se compone de las siguientes partes constitutivas:

a) Sólidos no grasos de leche descremada.

También le son agregados los siguientes compuestos, con el fin de conservar algunas de las propiedades de la leche:

b) Kirnol SE-86

c) Tripolifosfato de sodio.

d) Carragenina.

e) Vitaminas A+D₃ de 10⁶/10⁵ U.I. de vitaminas A y D₃

El primero de estos compuestos agregados (Kirnol SE-86) evita la separación de las fases grasa-leche, ayudando a mantener la homogeneidad de la grasa en la leche.

El tripolifosfato de sodio, ayuda a resistir la sedimentación de proteínas durante el tratamiento térmico.

La carragenina actúa como un estabilizador de proteínas en cualquier condición de temperatura, además evita la separación de las fases agua-leche.

Como se menciona en los renglones arriba, los componentes agua y grasa son agregados durante el proceso de estandarización como se verá más adelante. Sólo mencionaremos que la grasa es básicamente grasa de coco, aunque incluye la grasa butírica remanente de la leche descremada en polvo.

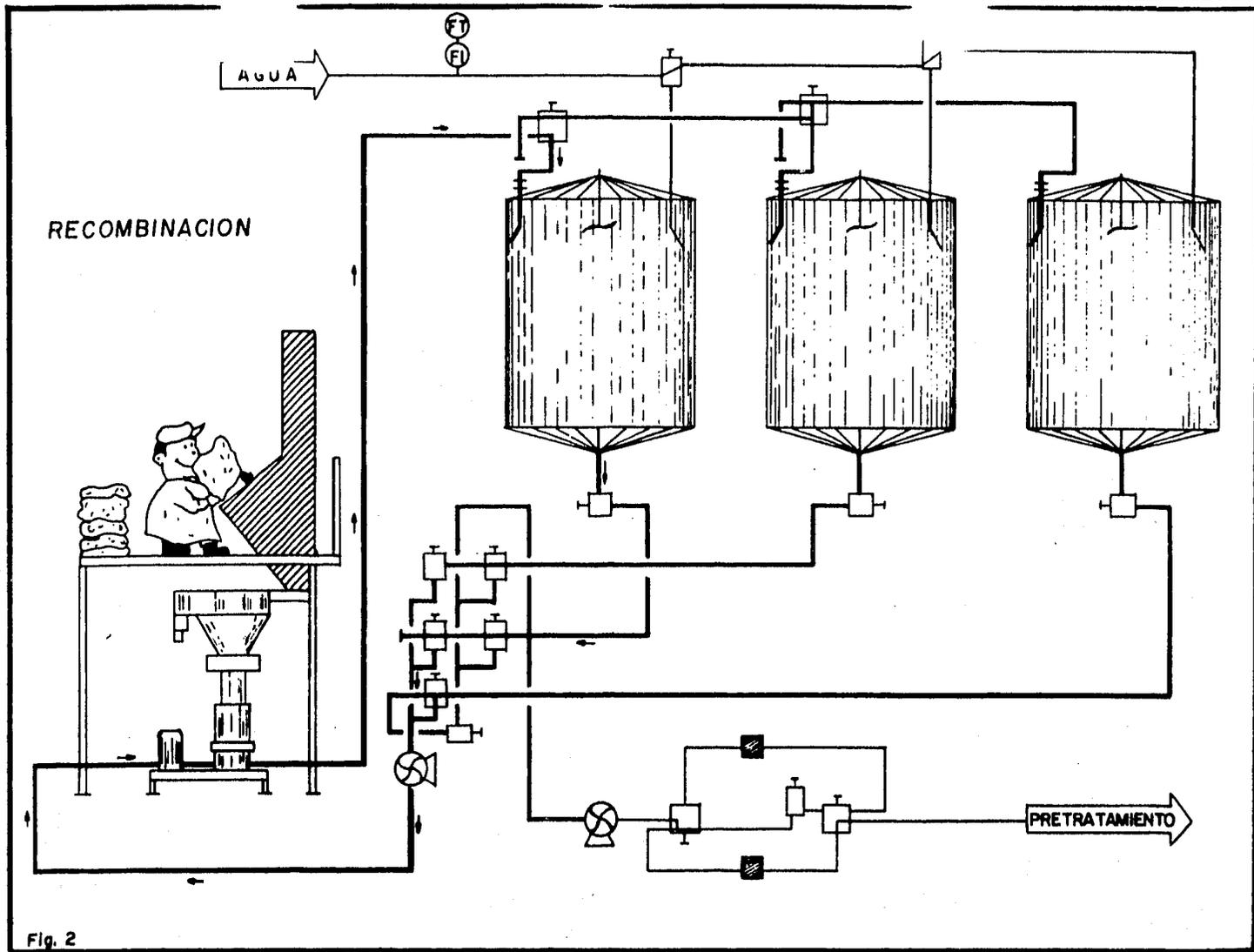


Fig. 2

I.4.-Recombinación.

Este proceso consiste básicamente, en mezclar la leche -- descremada en polvo (L.D.P.) con agua tratada -- la grasa se agrega posteriormente-- todo en proporciones perfectamente establecidas de antemano.

De acuerdo a la figura 2, el proceso se realiza como si-- que:

Una vez que un alimentador automático de agua ha mandado una cierta cantidad de agua al tanque, mediante una bomba centrífuga, se recircula el agua por el mezclador hasta el tanque, que está en agitación.

En el mezclador empieza a caer la L.D.P. que viene de la tolva siendo empujada por un transportador de gusano. La reciculación continúa aún después de que la L.D.P. ha sido vaciada en la tolva; una vez que todo esto se ha cumplido, se detiene la bomba de recirculación y se deja la mezcla en el tanque con el agitador funcionando un tiempo mas, para asegurar una -- buena mezcla. Cuando esto se logra, la mezcla está lista para -- mandarse al proceso de pretratamiento.

I.5.-Pretratamiento.

Este proceso se opera en dos etapas, que son:

- a) Etapa de esterilización del equipo (operación con agua)
- b) Etapa de producción (operación con leche)

El proceso, en su etapa de producción, se describe a continuación (figura 3).

La mezcla (agua + L.D.P.) que llega de la sección de recombinación, alimenta al tanque de balance, y por medio de una bomba centrífuga es enviada al pasteurizador a través de su -- sección de regeneración, (el pasteurizador es un cambiador de calor a placas, dividido en 3 secciones: regeneración, calenta-- miento y enfriamiento), aquí la mezcla se calienta hasta una --

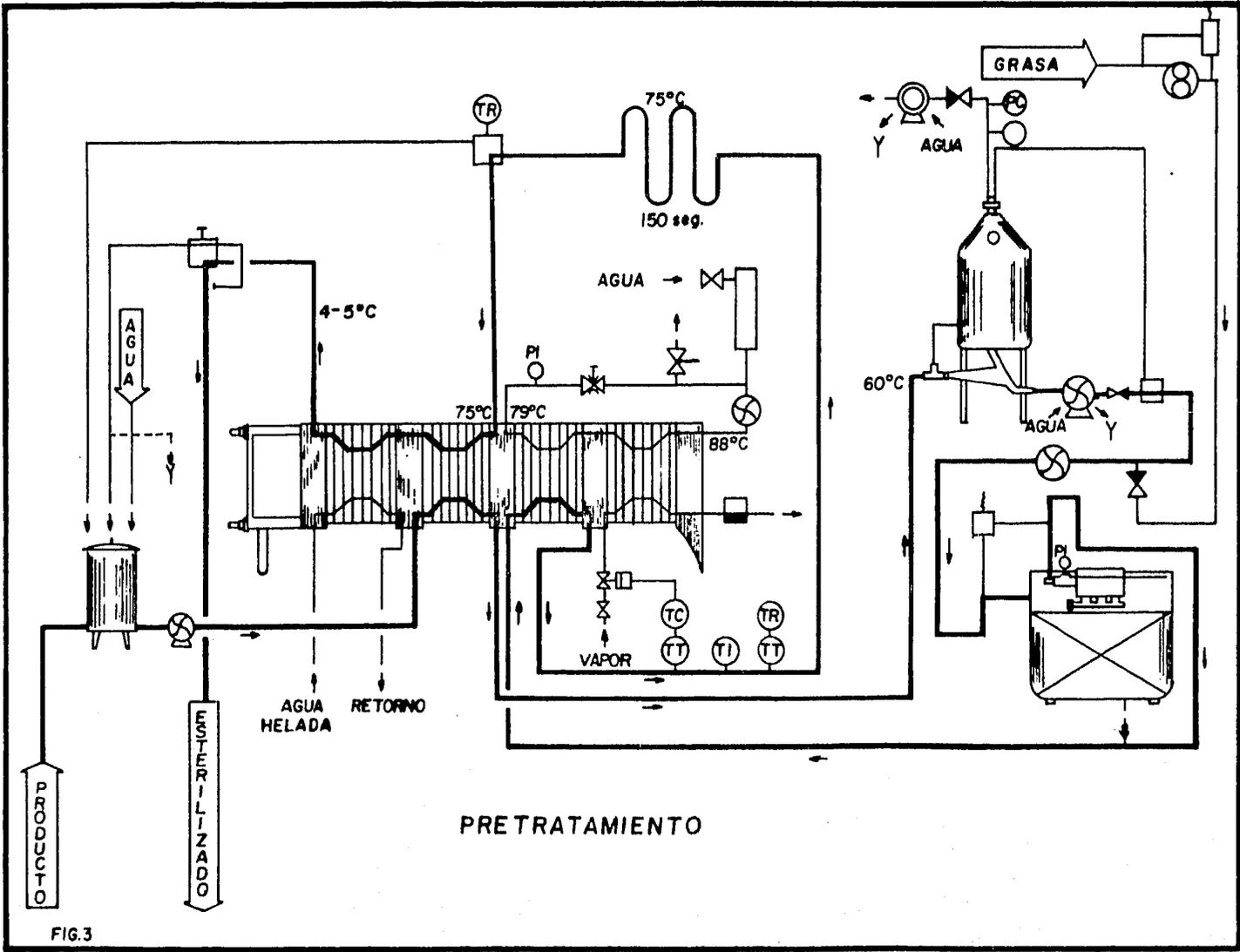


FIG.3

temperatura de 60°C, entonces pasa al deodorizador, en donde son eliminados olores y gases extraños que pueda tener la mezcla, por medio del vacío creado por una bomba de vacío, bajando su temperatura.

Al salir del deodorizador, la mezcla es tomada por otra bomba centrífuga, y es enviada por la línea donde está llegando la grasa que viene impulsada por una bomba dosificadora. Inmediatamente después de que se unen la mezcla y la grasa, caen por la línea a otra pequeña bomba centrífuga que juega el papel de emulsificadora (batidora); de aquí la leche va al homogeneizador donde son distribuidas, por supuesto homogéneamente, las partículas de grasa, por la acción de la alta presión (50 kg/cm²) que ejercen unos pistones, al hacerla pasar por pequeños orificios. Una vez homogeneizada, esta leche regresa al pasteurizador a través de su sección de calentamiento, en donde es aumentada su temperatura hasta 75°C, de ahí pasa a un tubo de sostenimiento donde la leche permanece 150 seg. con esa temperatura; al salir de aquí va a una válvula neumática de desvío que recibe una señal continua del tablero de control; así, si la leche no alcanzó la temperatura fijada (75°C) de pasteurización es regresada por la válvula de desvío al tanque de balance, para ser reprocesada; si la temperatura de pasteurización fué alcanzada perfectamente por la leche, ésta sigue su camino al pasteurizador, a su sección de regeneración, en donde cambia calor con la leche que va llegando proveniente del tanque de balance, de aquí la leche pasa a la sección de enfriamiento del pasteurizador, donde es enfriada hasta 4°-5°C al hacerla pasar en contra-corriente con agua helada a una temperatura de aproximadamente 1°C; una vez logrado lo anterior, la leche va a la válvula manual de desvío, y de ahí es dirigida al tanque de espera que haya sido seleccionado.

I.6.-Esterilización.

El proceso de esterilización, se divide en dos pasos:

a) Etapa de pre-esterilización.

b) Etapa de producción.

Pre-esterilización.

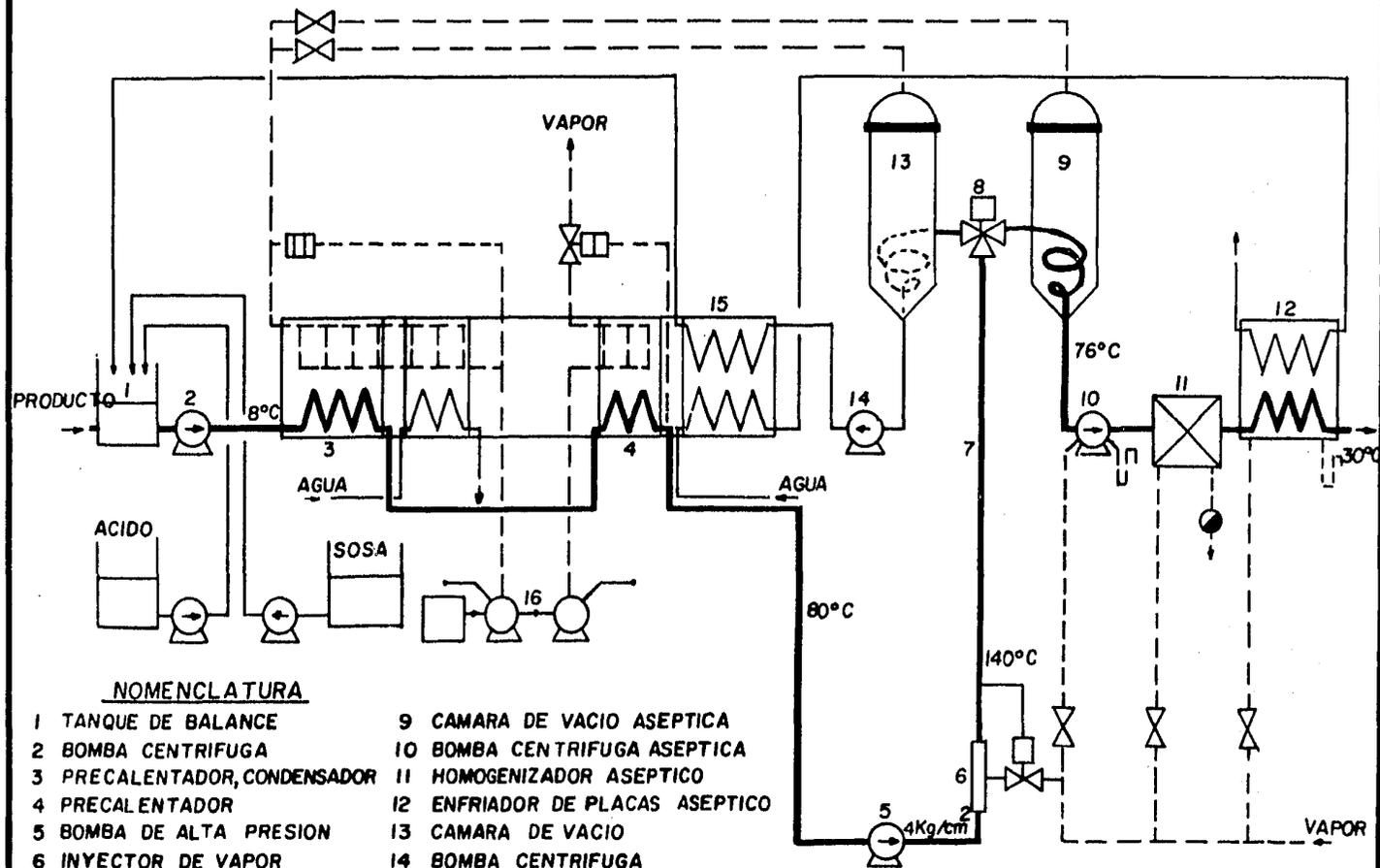
Antes de comenzar con el proceso de ultrapasteurización, todas las partes que intervienen en el proceso y que vayan a estar en contacto con el producto estéril, lógicamente, tienen que ser esterilizadas. Esto se logra mediante la aplicación de vapor a la línea del producto. El vapor se alimenta a través de una cabeza de inyección, el condensado sale por una purga conectada a la salida.

Tan pronto como la temperatura de pre-esterilización es alcanzada, un contador de tiempo arranca en el tablero de control, como consecuencia de la señal enviada por el transmisor colocado en la tubería de reboso en el área de envasado. El relevador de tiempo está ajustado a 30 minutos, si la temperatura de pre-esterilización no alcanza el valor previamente ajustado, el contador de tiempo regresa al punto inicial y arrancará tan pronto como la temperatura de pre-esterilización haya sido alcanzada nuevamente. Esto garantiza que el proceso siempre sea desarrollado en forma correcta.

Para estabilizar las presiones y temperaturas en la parte estéril del proceso, se trabaja con agua durante aproximadamente 3 minutos. Después de este tiempo el proceso puede emplear el producto.

Producción.

La leche es admitida al proceso de ultrapasteurización (esterilización) a una temperatura de aproximadamente 8°C, una bomba centrífuga entrega la leche a la sección de precalentamiento de un cambiador de calor a placas, en donde se calienta a 75°C. Figura 4.



NOMENCLATURA

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 TANQUE DE BALANCE | 9 CAMARA DE VACIO ASEPTICA |
| 2 BOMBA CENTRIFUGA | 10 BOMBA CENTRIFUGA ASEPTICA |
| 3 PRECALENTADOR, CONDENSADOR | 11 HOMOGENIZADOR ASEPTICO |
| 4 PRECALENTADOR | 12 ENFRIADOR DE PLACAS ASEPTICO |
| 5 BOMBA DE ALTA PRESION | 13 CAMARA DE VACIO |
| 6 INYECTOR DE VAPOR | 14 BOMBA CENTRIFUGA |
| 7 TUBO DE SOSTENIMIENTO | 15 ENFRIADOR DE FLUJO DIVERSIFICADO |
| 8 VALVULA DIVERSIFICADORA DE FLUJO. | 16 BOMBA DE VACIO |

FIG. 4

V.T.I.S. VACU-THERM INSTANT STERILIZER (ALFA-LAVAL)

Después del precalentamiento a 75°C , la presión de la leche es aumentada a alrededor de $4\text{kg}/\text{cm}^2$ (400 kPa) por medio de una bomba de desplazamiento positivo, que entrega el producto a través de otra cabeza de inyección de vapor; en esta cabeza, el vapor se mezcla con la leche, aumentándole la temperatura rápidamente desde 75°C hasta 140°C . Como la leche es mantenida bajo presión ($4\text{ kg}/\text{cm}^2$) no entra en ebullición, aún a esta temperatura.

La temperatura de la leche es monitoreada, después de la inyección de vapor, por un transmisor de señal (temperatura) - en el tubo de sostenimiento; cada desviación de la temperatura pre-determinada de esterilización, es ajustada inmediatamente por un regulador en el tablero de control, el cual continuamente verifica el flujo de vapor inyectado.

Para asegurar que el efecto requerido de esterilización se logre, la leche debe ser mantenida a la temperatura de 140°C durante un cierto tiempo llamado: "tiempo de sostenimiento" ó "tiempo de retención", este tiempo es de 3 a 4 seg. y se cumple cuando la leche termina de recorrer la tubería de sostenimiento. Desde esta tubería la leche va a través de una válvula, al tanque de vacío en donde la temperatura del producto es aproximadamente de 76°C .

Cuando la leche entra al tanque, su presión baja instantáneamente, desde $4\text{ kg}/\text{cm}^2$ hasta un valor aproximado de $0.6\text{ kg}/\text{cm}^2$ absoluta. Entonces la temperatura de la leche baja rápidamente desde 140°C hasta alrededor de 76°C . Al mismo tiempo, sale vapor secundario en una relación que corresponde al vapor inyectado. Por esta causa, el contenido de humedad de la leche será aproximadamente el mismo antes y después de la esterilización.

Después de enfriarse en el tanque de vacío, la leche sale por el fondo de éste y es enviada al homogeneizador aséptico

-con bomba centrífuga aséptica. En el homogeneizador, los glóbulos de grasa son partidos, y los aglomerados de proteína formados durante el tratamiento de calor, son dispersados.

La homogeneización se conduce en dos pasos, el primero a 50 kg/cm² y el segundo a 200 kg/cm². El homogeneizador trata a la leche en un ambiente completamente aséptico y la esterilidad del producto se mantiene por medio de la aplicación continua de vapor a los sellos de los pistones del homogeneizador y a los sellos dobles de carbón de la bomba centrífuga de descarga del tanque de vacío.

Después de ser homogeneizada, la leche es impulsada por el mismo homogeneizador, a través de la sección de enfriamiento aséptico del cambiador de calor, en donde la leche es enfriada hasta un valor aproximado de 35°C, cuando sale, esta leche va directamente al tanque aséptico y a las envasadoras asépticas.

Si la temperatura de la leche en la tubería de sostenimiento no alcanza el valor previamente ajustado de 140°C, esto se detecta inmediatamente por un transmisor de señal de temperatura (termistor) colocado en la tubería inmediatamente después de la cabeza de inyección de vapor. El termistor envía así una señal al tablero de control, el cual desactiva la válvula de desvío. Entonces el producto es enviado desde la válvula de desvío al enfriador de retorno, en donde la temperatura del producto es disminuida hasta 75°C antes de regresarse al tanque de balance. Tan pronto como la válvula de desvío es desactivada, la bomba centrífuga aséptica y el homogeneizador paran inmediatamente.

I.7.-Envasado Aséptico.

En esterilización continua, cada planta esterilizadora debe estar combinada con una planta de envasado aséptico, tal -- que, el producto estéril entre a los contenedores sin riesgo -- de infección bacteriológica. Muchas firmas han tratado de modi-- ficar las envasadoras comunes, pero ha sido bastante difícil -- el obtener resultados confiables.

Se ha intentado, por ejemplo, la pre-esterilización por me-- dio de vapor sobre-calentado, el envasado se realiza aséptica-- mente. Pero este método es caro y por lo tanto es más adecuado para productos especiales, como: leche condensada y helados.

El envasado en botellas de vidrio bajo condiciones asép-- ticas, ha sido desarrollado durante mucho tiempo, pero la fragi-- lidad de las botellas ha sido el principal problema que se ha enfrentado. Un contenedor aséptico y barato, podría ciertamente despertar interés en esterilización continua y envasado asép-- tico. Tetra Pak, fué la primera envasadora aséptica que cumple las demandas requeridas de precio, y ha quedado establecido -- que el principio Tetra es bastante adecuado para envasado --- aséptico.

El material de envase es: Polythene-lined kraft, el cual -- tiene un muy alto estandar higiénico. Es posible obtener un -- 90 % de contenedores estériles sin darle un tratamiento espe-- cial, pero no es suficiente. El papel debe estar esterilizado -- antes de que el contenedor sea llenado. Esto es hecho por este -- rilización termo-química. El papel pasa por un baño de peróxi-- do de hidrógeno. El peróxido de hidrógeno se reduce cuando el -- papel pasa por un elemento calentador, con una temperatura de -- 400°C. El tiempo de retención es aproximadamente de 5 seg. y -- durante este tiempo el peróxido de hidrógeno se descompone en -- oxígeno y vapor, los cuales son removidos. El contenedor es en-- tonces llenado con leche estéril y sellado de la manera con-- vencional.

I.8.-Manejo de Materiales.

El manejo de materiales puede definirse como "la preparación, ubicación y posicionado de los materiales para facilitar sus movimientos y almacenajes".

En los últimos años y en particular después de la Segunda Guerra Mundial, la Ingeniería del manejo de materiales ha tenido un gran desarrollo, como consecuencia del análisis profundo de los costos asociados a movimientos y almacenajes realizados en las fuerzas armadas y en las grandes empresas. Fue así como se introdujeron gran cantidad de sistemas, equipos móviles, transportadores, sistemas de almacenaje, etc., que naturalmente produjeron un gran impacto en la reducción de costos industriales.

Las técnicas de manipuleo de materiales tienen como objetivos:

- 1.-Reducir costos.
- 2.-Reducir desperdicios.
- 3.-Aumentar la capacidad productiva.
- 4.-Mejorar condiciones de trabajo.
- 5.-Mejorar la distribución de planta.

Las actividades de planeación de movimiento de materiales deben realizarse en forma conjunta con el plan de distribución de planta, debido a que éste es un modelo estático y es el equipo de movimiento de materiales lo que lo hace dinámico.

Para tener una idea de la importancia de los costos de manejo, podemos decir que, globalmente llegan a ser del 30 al 35% del costo total de producción.

Se ha estimado también que sólo el 20% del tiempo que los materiales están en una planta son procesados, siendo el 80% restante, utilizado para movimientos ó almacenaje.

Normalmente, no será suficiente considerar el problema de manipuleo dentro de la fábrica ó en Departamento de Expedi--

...ción.

Es necesario enfocar el problema total en forma sistemática desde la fuente de materia prima, hasta llegar al usuario. La tendencia moderna es aplicar el análisis de sistemas mediante la utilización de técnicas de Investigación de Operaciones. El análisis de sistemas, parte de la idea de que todas las actividades del Sistema Industrial están ligadas por relaciones causa-efecto que pueden describirse con expresiones matemáticas.

El problema de Movimiento de Materiales a un costo mínimo de tiempo y de esfuerzo, no está restringido a la planta industrial. Si bien el desarrollo más espectacular se ha producido en el sector industrial, hay también numerosas oportunidades de aplicación en otras actividades que no deben ser pasadas por alto en el ejercicio de la Ingeniería Industrial.

Generalmente un problema de manipuleo incluirá los siguientes elementos:

- 1.-Movimiento: Materias primas, partes, productos, etc., deben trasladarse. El movimiento debe hacerse asegurando eficiencia y bajo costo.
- 2.-Tiempo: Los materiales deben estar disponibles en las fechas planeadas.
- 3.-Lugar: Los materiales deben estar disponibles en los lugares adecuados.
- 4.-Cantidad: En las diversas etapas del proceso productivo, las cantidades pueden variar mucho; es responsabilidad del movimiento de materiales el proveer cantidades apropiadas.
- 5.-Espacio: Dado que los espacios cuestan dinero, la eficiencia del aprovechamiento de los espacios estará relacionada con los sistemas de movimiento de materiales.

A medida que un tema se complica se hace más necesario -

..disponer de principios rectores en la práctica diaria. Los principios de Movimiento de Materiales representan el conocimiento acumulado a lo largo de años, por quienes han practicado estas actividades, tanto en la industria como en el comercio, estos son:

- 1.-Planeación: se deben planear las actividades de manipuleo y almacenaje de materiales a fin de obtener la máxima eficiencia operativa global.
- 2.-Sistemas: Integrar tantas actividades de manipuleo como fuera posible en un sistema coordinado de operaciones que cubra proveedores, recepción, producción, inspección, embalaje, depósitos, expedición, transporte y servicio.
- 3.-Gravedad: Utilizar la fuerza de gravedad siempre que sea posible.
- 4.-Espacios: Aprovechar en forma óptica el espacio en tres dimensiones.
- 5.-Tamaño.-Aumentar la cantidad, tamaño ó peso de las cargas unitarias.
- 6.-Mecanización: Siempre que sea económicamente factible, se deberá mecanizar las operaciones de manipuleo.
- 7.-Normalización: Normalizar métodos de manipuleo, así como también tamaños y tipos de equipos empleados.
- 8.-Adaptabilidad: Utilizar métodos y equipos que puedan realizar una variedad de tareas y aplicaciones, donde no se justifiquen equipos especiales.
- 9.-Peso propio: Reducir la proporción de peso propio del equipo de transporte con relación a la carga transportada.
- 10.-Utilización: Lograr la máxima carga de trabajo para equipos y la mano de obra.
- 11.-Mantenimiento: Planear el Mantenimiento Preventivo y ..

- ... Correctivo de todos los equipos de manipuleo.
- 12.-Control:Utilizar actividades de manipuleo ó materiales para mejorar el control de la producción e inventarios.
- 13.-Seguridad:Proveer métodos y equipo adecuados para manipuleo seguro.
- 14.-Capacidad:Los equipos de manipuleo deben ayudar a lograr la producción deseada y aún cubrir picos.

El campo del Movimiento de Materiales es un amplio sector de la Ingeniería Industrial, incluye los problemas relacionados con: disposición de equipo, almacenaje, selección de equipos mecánicos, estudio de tiempos y métodos de movimientos, reducción de costos, tráficos, etc.

En muchos problemas de distribución de planta, el movimiento de materiales llega a ser el factor determinante, por eso se dice que deben analizarse en forma conjunta.

La manipulación eleva el costo de fabricación, pero no aumenta el valor del producto, por lo tanto, lo ideal es que no haya manipulación en absoluto, pero desafortunadamente no es posible. Un objetivo más realista es transportar el material con los métodos y equipos más apropiados y menos costosos, teniendo en cuenta el factor seguridad.

A menudo existen amplias posibilidades de eliminar ó reducir la manipulación. En la práctica se nota la necesidad de mejorar la situación existente cuando aparecen determinados síntomas, por ejemplo, demasiadas operaciones de carga y descarga, frecuente transporte manual de cargas pesadas, largos trayectos efectuados por los materiales, velocidad desigual de avance del trabajo y congestión en determinadas zonas, numerosos deterioros ó roturas debidos a la manipulación, etc.

Los sistemas y tipos de equipo existentes para manipulación de materiales, aunque haya realmente centenares de ...

... tipos diversos, se pueden dividir en cuatro grandes categorías:

a) Transportadores.

Los transportadores resultan de utilidad material, en forma continua ó intermitente, entre dos estaciones de trabajo fijas. Se utilizan principalmente para las operaciones de producción en serie ó continua; de hecho sirven para la mayoría de las operaciones en que la circulación es más ó menos constante. Los transportadores pueden ser de varios tipos: de rodillos de roldanas, de cintas, y ser accionadas mecánicamente ó girar libremente. La decisión de adquirir transportadores debe basarse en un cuidadoso estudio, ya que por lo general su instalación es muy costosa; además son poco flexibles y cuando dos ó más de ellos convergen en un punto, es necesario coordinar la velocidad con que se mueven.

b) Carretillas Industriales.

Las carretillas industriales permiten una mayor flexibilidad de empleo que los transportadores; ya que pueden desplazarse entre varios puntos y no tienen una posición fija permanente. Se prestan muy bien para la producción discontinua y para la manipulación de materiales de diferentes tamaños y formas. Existen numerosos tipos de carretillas: automotoras con motor de gasolina ó eléctrico, manuales, etc., su mayor ventaja reside en la amplia gama de accesorios disponibles, lo que permite mejorar su capacidad para manipular materiales de diferentes tipos y formas.

c) Gruas y polipastos.

La principal ventaja de las gruas y polipastos es que permiten transportar materiales pesados, por elevación; si bien por lo general solamente pueden utilizarse en zonas de dimensiones limitadas. También en esta categoría de aparatos ...

.. hay varios tipos y en cada tipo hay varias capacidades de carga. Pueden utilizarse para la producción tanto continua como discontinua.

d) Contenedores.

Los contenedores pueden ser de dos tipos: los "inertes" - (cajones, barriles, paletas, plataformas, etc.), que llevan dentro el material pero que no se mueven por sí solos; y los móviles (vagonetas, plataformas rodantes, carretillas de mano), que pueden al mismo tiempo contener y transportar el material y que por lo general se accionan manualmente.

La elección del equipo de manipulación no es fácil, en más de un caso, el mismo material puede ser manipulado por dispositivos diferentes. Además la gran variedad de tipos de equipo existentes tampoco simplifica el problema. En otros casos - en cambio, la naturaleza del material que se debe manipular sí limita la elección. Entre los factores más importantes a considerar al escoger el equipo de manipulación, están los siguientes:

1.-Características del material.

El tamaño, forma y peso del material, así como el estado - (sólido, líquido ó gaseoso) en que se transportaría constituyen criterios importantes e imponen ya una eliminación preliminar de la gama del equipo en estudio. Del mismo modo, si el material es frágil, corrosivo ó tóxico; determinados métodos y contenedores para su manipulación resultarán más apropiados - que otros.

2.-Disposición y características del edificio.

El espacio de que se disponga para la manipulación representa otro factor restrictivo. Los techos bajos pueden excluir el empleo de gruas y polipastos y la presencia de columnas importantes en lugares incómodos puede limitar el tamaño del ..

.. equipo. Si el edificio tiene varios pisos pueden utilizarse vertederos planos de descarga y rampas para carretillas industriales.

Por último, la disposición de las instalaciones es un indicio del método de producción aplicado (continuo, discontinuo, con componente principal fijo, por grupos), lo cual indica ya el tipo de equipo de manipulación más apropiado.

3.-Circulación de la producción.

Si la circulación entre dos posiciones fijas y sin probabilidades de cambiar es relativamente constante, podrá utilizarse con éxito, equipo fijo como transportadores ó vertederos si por el contrario, la circulación no es constante y la dirección cambia de vez en cuando de un punto a otro porque se fabrican varios productos simultáneamente, será preferible utilizar equipo móvil, como carretillas industriales.

4.-Costo.

Este es uno de los factores más importantes. Los demás --mencionados hasta ahora pueden contribuir a la gama de posibilidades de opción, pero el cálculo de costos ayudará a tomar la decisión final. Al establecer comparaciones entre diversos tipos de equipo capaces de manipular la misma carga, deben tomarse en cuenta varios elementos. Está en primer lugar, el costo inicial del equipo, elemento fundamental para calcular el costo de financiamiento, representado por los intereses que se pagarán (suponiendo que la empresa deba solicitar un préstamo para adquirir el equipo) ó el costo de oportunidad ó de sustitución (suponiendo que la empresa disponga de los fondos necesarios y no tenga que recurrir a un préstamo para adquirir el equipo, lo que no le impedirá, sin embargo, tener que sacrificar la inversión de esos fondos en otra actividad con determinada rentabilidad).

A partir del costo del equipo puede calcularse también la amortización anual, a la que deberán sumarse otras cargas, tales como, seguro, impuestos y gastos generales mayores. Además de estas cargas fijas hay otros gastos de explotación, tales como mano de obra, energía, mantenimiento y supervisión. Solamente calculando y comprobando el costo total de cada tipo de equipo, podrá adoptarse una decisión más racional sobre el tipo que resulte más apropiado.

I.9.-Distribución de Planta.

Una buena distribución de planta es factor muy importante en una fábrica ó zona de trabajo, sobre todo en la gestión económica. No debe subestimarse la importancia de una adecuada planeación de esta función, pues el recorrido de los materiales puede considerarse como la espina dorsal de los procesos productivos y por lo tanto debe ponerse atención para evitar que, debido a la dinámica industrial, los equipos se conviertan en un conjunto desordenado de hombres y máquinas que no asegure la eficiencia esperada de un sistema industrialmente organizado.

Existen problemas al tratar de planear la disposición de una planta existente, pues tradicionalmente se presentan debido a que las disposiciones no van cambiando de acuerdo a un plan, sino que se van agregando máquinas donde se encuentra espacio. El resultado práctico es que el material y los trabajadores siguen con frecuencia una larga y complicada trayectoria durante el proceso de fabricación, con la consiguiente pérdida de tiempo y energía y sin que se agregue nada al valor del producto. Por lo tanto, mejorar la disposición de la fábrica ya sea existente ó en proyecto, es colocar las máquinas y demás equipos de la manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de

.. manipulaciones desde que se reciben las materias primas hasta que se despachan los productos terminados.

De acuerdo con la información estadística proporcionada por algunas empresas, se demuestra que frecuentemente el costo de los movimientos es del orden del 30% del costo total de la empresa y en algunos casos más.

Como en toda actividad, se deben definir los objetivos de lo que se persigue, que en este caso son:

1.-Facilitar el proceso.

2.-Minimizar los movimientos, tanto de material como de producto terminado.

3.-Mantener una flexibilidad adecuada. Al hablar de flexibilidad se quiere indicar que la disposición debe ser tal que no nos ahogue ante cualquier variación que se llegue a presentar en nuestro plan de producción; por lo tanto tenemos dos tipos de flexibilidad:

a) En la cantidad (expansiones ó aumento de volumen)

b) En la calidad (cambios de diseño ó productos fabricados)

4.-Asegurar una alta rotación de los materiales en proceso. Lo que traerá como consecuencia una disminución de los inventarios, lo que significa menores activos y por lo tanto, mayor rentabilidad de la inversión.

5.-Minimizar la inversión en equipos.

6.-Utilizar lo más racionalmente posible el espacio disponible. Al mencionar esto hay que tener presente que se habla del espacio en tres dimensiones.

7.-Utilización más eficiente de la mano de obra.

No olvidar que los elementos de la producción son tres: mano de obra equipo y materiales. Tendremos una idea de la importancia del tema que estamos tratando si vemos

que los tres intervienen dentro de los objetivos.

8.-Asegurar la eficiencia, seguridad y comodidad de los ambientes de trabajo.

Este punto ha dado origen a una nueva ciencia llamada - Ergonomía (vocablo derivado de dos palabras griegas que significan "las costumbres y leyes del trabajo").

Si a través de los objetivos se visualiza que el campo - que abarca el tema debe especificarse un poco más, es evidente que es tarea conjunta de varios Departamentos de Ingeniería, y de la Dirección.

En cuanto al área de producción, la distribución de planta orienta el flujo de los materiales y gobierna los gastos - de mano de obra, combustible, equipos de movimiento de materiales, depreciaciones, etc. Para el caso de organizaciones grandes puede decirse que la planeación de las disposiciones coordina las funciones de: Ventas, Finanzas, Producción, Ingeniería y Dirección, para lograr la rentabilidad deseada.

Existen cuatro sistemas principales de disposición; si bien en la practica pueden encontrarse en algunas empresas combinaciones de dos ó más sistemas, estos son:

1.-Disposición con componente principal fijo; en el que el material que se debe elaborar no se desplaza en la fábrica, sino que permanece en un solo lugar, y por lo tanto, toda la maquinaria y demás equipo necesario se lleva hacia él. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado y sólo se producen pocas unidades al mismo tiempo. Ejemplos típicos de este sistema son la construcción de buques, la fabricación de motores diesel ó motores de grandes dimensiones y la construcción de aviones.

2.-Disposición por proceso ó función, en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. En la -

industria de la confección por ejemplo, el corte del te-
jido se hace en una zona, el cosido ó pespunte en otra,
el acabado en una tercera y así sucesivamente. Este sis-
tema de disposición se utiliza generalmente cuando se -
fabrica una amplia gama de productos que requieren la -
misma maquinaria y se produce un volumen relativamente
pequeño de cada producto.

3.-Disposición por Producto ó en Línea; denominada vulgar--
mente "Producción en Cadena". En este caso toda la maqui
naria y equipos necesarios para fabricar determinado --
producto, se agrupan en una misma zona y se ordenan de a
cuerdo con el proceso de fabricación. Se emplea princi--
palmente en los casos en que existe una elevada demanda
de uno ó varios productos más ó menos normalizados, ejem
plos típicos son: el embotellamiento de gaseosas, el mon--
taje de automóviles, el enlatado de conservas y nuestro
caso que es la Ultrapasteurización de leche.

4.-Disposición por grupo. Recientemente, en un esfuerzo para
satisfacer el trabajo, varias empresas han distribuido -
sus operaciones de un nuevo modo; el equipo de operarios
trabaja en un mismo producto y tiene a su alcance todas
las máquinas y accesorios necesarios para completar su
trabajo. En dichos casos los operarios se distribuyen el
trabajo entre sí; intercambiándose normalmente, las tare--
as.

II.-SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

II.1.-Antecedentes.

Siempre que se comienza a tratar un tema relacionado con el mantenimiento de una planta, es formulada la siguiente pregunta: ¿Por qué es necesario un Departamento de Mantenimiento? Entonces son expuestas un sinnúmero de razones para justificar la existencia de dicho departamento; todas ellas válidas - pero lamentablemente en la práctica, estas respuestas se pierden de vista, puesto que, en muchas ocasiones se ha descuidado la función del mantenimiento; y muchas industrias lo consideran como un mal necesario. Desafortunadamente este criterio motiva que el mantenimiento se menosprecie y vayan en aumento - los paros de máquinas, fallas en fechas de entrega, horas extraordinarias de trabajo, etc., y con esto los costos de producción también aumenten; de tal forma que el costo del mantenimiento ha llegado a ser una gran parte del costo total de producción y el Departamento de Mantenimiento, una gran unidad en la compañía

Haciendo a un lado este gran crecimiento en importancia, costo y complejidad; es importante que recordemos que el mantenimiento existe porque es un aspecto necesario para una correcta operación de la planta. Es parte integrante de un gran equipo, que sólo cuando trabaje así - como equipo - podrá tener éxito.

Un departamento de Mantenimiento busca reducir al mínimo las suspensiones de trabajo (-producción-) y a la vez emplear más eficientemente las instalaciones, equipo y recursos humanos. La necesidad de tener una organización apropiada de mantenimiento, de poseer controles adecuados, de poder planear y programar, ha sido puesta en evidencia por varios motivos, como son: la creciente mecanización y complejidad de equipos, ya que

...esto implica la necesidad de servicios altamente especializados, así como un aumento en inventarios de repuestos y accesorios. Otras razones por las que es deseable un buen servicio de mantenimiento, son: los controles más estrictos de la producción, ya que esto provoca que sea mayor el efecto de las interrupciones en los procesos.

Es debido a esto que la Planta Ultrapasteurizadora de Leche perteneciente a la organización LICONSA, ubicada en Acayucan, Veracruz; desde que se construyó ha sido sometida a constantes modificaciones y adiciones de equipo, tendientes a aumentar la capacidad de producción a altos niveles de calidad.

Es por ello, que los departamentos de servicio, como es el caso de Mantenimiento, también deban mejorar sus sistemas para estar acordes al crecimiento y satisfacer las necesidades de la planta.

II.2.-Objetivos.

Puede decirse que muy pocas empresas ó ninguna, pueden operar sin percibir una utilidad ó beneficio. La utilidad puede computarse con bastante exactitud, ya que hablar de utilidades no es referirse a algo irreal, prueba de ello son los estados financieros.

También para el Departamento de Mantenimiento, el objetivo fundamental es cooperar a la generación de utilidades por la empresa, de tal forma que los objetivos inmediatos por alcanzar en el Departamento de Mantenimiento son los siguientes

Garantizar la disponibilidad de las máquinas, edificios y servicios requeridos por otras áreas de la organización para una óptima recuperación de inversión, ya sea que dicha inversión esté en maquinaria, materiales ó personal.

Todo lo anterior, mediante el ordenamiento de las actividades de mantenimiento, preservando además el valor de las instalaciones que contribuyen a la producción, en un estado de -- eficiencia máxima.

Metas Específicas.

II.2.1.-Reducir el tiempo perdido en producción.

II.2.2.-Aprovechar al máximo los recursos humanos y materiales disponibles.

II.2.3.-Planear los trabajos de mantenimiento.

II.2.4.-Establecer un orden en todas las actividades de mantenimiento.

II.2.5.-Distribuir con exactitud los costos de mantenimiento.

II.3.-Sistematización del mantenimiento de planta.

La sistematización del mantenimiento consiste en establecer un orden en el manejo de las actividades.

Básicamente consiste en la relación que existe entre las áreas demandantes de un servicio y el Departamento de Mantenimiento. Las actividades primordiales que llevan a cabo estas -- dos partes, pueden resumirse en las siguientes cinco etapas; y el orden de manejo de actividades puede ser apreciado en el -- anexo No. 1

1a.-El área "X" requiere un servicio por parte de mantenimiento y lo solicita.

2a.-Mantenimiento recibe la solicitud, diagnostica y ofrece -- servicio, coordinándose con el área "X" para observar cualquier condición de trabajo.

3a.-Mantenimiento realiza el trabajo y efectúa un cargo al área "X" por concepto del servicio realizado.

4a.-El área "X" exige calidad, costo y tiempo adecuado y acepta el cargo.

5a.-Mantenimiento procesa los datos acumulados y mantiene en archivo los requerimientos del área "X".

III.-TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Como una definición clásica del Mantenimiento, se puede considerar la siguiente:

"Es el conjunto de actividades que tienen como objeto asegurar el aprovechamiento más ventajoso de las instalaciones y equipo, mediante la aplicación de las técnicas conducentes a conservar dicho equipo en óptimas condiciones de funcionamiento y así obtener la máxima recuperación de la inversión".

El Mantenimiento se compone de:

- a) Mantenimiento Predictivo.
- b) Mantenimiento Preventivo.
- c) Mantenimiento Correctivo.

III.1.-Mantenimiento Predictivo.

Este tipo de Mantenimiento se basa fundamentalmente en detectar fallas ó las desviaciones antes de que ocurran, esto es, por medio del diagnóstico sensible y el diagnóstico instrumentado del comportamiento interno y externo de los distintos sistemas y subsistemas del equipo, así como en las experiencias de otros equipos en situaciones semejantes, integrándose así, una serie de gráficas ó ecuaciones que nos indiquen la tendencia en incidentes, para tener tiempo de corregir sin perjuicio de la producción. En lo que respecta a este tipo de mantenimiento, es realizado con técnicos en diagnóstico.

El principal auxiliar de este tipo de mantenimiento, es la Estadística, la cual se basa en los datos aportados por los diagnósticos sensible e instrumentado, para comparar con comportamientos de equipos semejantes y así poder prescribir las recomendaciones de mantenimiento ó la sustitución de determinados elementos, relacionándose en esta forma tanto con el Mantenimiento Preventivo como con el Mantenimiento Correctivo.

La finalidad del estudio estadístico es, el determinar -- los métodos para dar mantenimiento a cualquier equipo al que se aplique mantenimiento predictivo ya que este servicio se - basa en el comportamiento de cualquier elemento durante su o- peración; registrando periódicamente los diferentes incidentes que se van presentando.

El programa de Mantenimiento Predictivo proporciona pro- nósticos de cambio, reposiciones y datos para un reemplazo eco- nómico; todo esto significa que, de aplicarse apropiadamente el Mantenimiento Predictivo, se habrán terminado problemas como - los siguientes:

- 1.-Sustitución en forma rutinaria de partes costosas, sólo para estar seguros de su funcionamiento.
- 2.-El pronóstico de, qué tiempo de vida le queda a cojine-- tes de rodamientos, aislamientos, engranes, motores eléc-- tricos y de combustión interna, transmisiones, etc.
- 3.-Suspensiones de la producción fuera de programa por fa- llas imprevistas.

III.1.1.-Metodología del Mantenimiento Predictivo.

Los métodos en que se basa el mantenimiento predictivo - se dividen en las siguientes técnicas.

- a) Monitoreo e instrumentación.
- b) Análisis estadístico.
- c) Diagnóstico.
- d) Predicción.

Monitoreo e instrumentación.

El diagnóstico mecánico moderno ó monitoreo (al emplear el término diagnóstico, nos referiremos tanto al proceso como a la conclusión a la que se llega mediante dicho proceso), in- cluye el proceso de emplear el Método Científico para determi- nar el renglón general de problemas que puede sufrir determi..

..nado equipo. Incluye una recopilación de todos los hechos necesarios y la variación crítica de toda evidencia aportada por todas y cada una de las fuentes de información.

De datos así aportados y a la luz de los conocimientos - de mecánica, electricidad, estadística, correlación de fallas, - concepto de las causas del problema y fallas inducidas, se forma una idea de las posibles causas que llevan al equipo a la deficiencia que presente.

El diagnóstico correcto es aquel que acierta en la causa del problema a partir de un arreglo de probabilidades e hipótesis. El diagnóstico marca la pauta para el tratamiento y el tratamiento debe basarse en un completo entendimiento del diagnóstico.

La información sobre la que se apoya el diagnóstico es - de tres clases fundamentales, requiriendo cada una, un análisis crítico separado de su exactitud, error y significación clínica para el equipo en particular, dichas clases son:

- 1.- Datos obtenidos de la historia de la vida del equipo, tales como; funcionamiento correcto, reportes de fallas, desgastes, etc.
- 2.- Datos obtenidos de examen físico.
- 3.- Información obtenida de exámenes de laboratorio.

El paso siguiente es la concentración de información, seguida de una codificación de datos importantes y su ordenamiento en términos de su significancia, de lo cual se deriva un diagnóstico preliminar; este diagnóstico se modifica posteriormente a medida que se obtienen exámenes más explícitos, todo lo anterior es con objeto de corregir errores, resolver interrogantes, medir los grados de anormalidad en forma más precisa y realizar un pronóstico. El tratamiento se inicia con ó sin la modificación del diagnóstico original (para este caso conclusión derivada del análisis de los datos obtenidos).

El Diagnóstico Instrumentado, como su nombre lo indica, es la utilización de instrumentos ó aparatos de medición interna y externa y su correcta aplicación ayudará a comprobar el estado real del sistema en estudio y así se podrán diagnosticar las posibles fallas ó desviaciones que afecten el rendimiento normal del sistema, para lograr así, minimizar los tiempos muertos en el equipo.

Antiguamente, la observación fué oír y mirar. El siguiente paso en el desarrollo, fué un examen del equipo, en el cual el buscar las causas del mal funcionamiento que presentó en su vida útil, fué un factor de primordial importancia, ya que por mucho tiempo, la revisión fué una inspección somera en los distintos equipos. Pero actualmente, con el avance técnico alcanzado, puede decirse que es suficiente una sola mirada a los instrumentos de medición, para saber el estado de los componentes del equipo.

De acuerdo a la forma de monitorear, el método del diagnóstico instrumentado lo podemos clasificar en la siguiente forma:

Diagnóstico Sensible.

Este tipo de diagnóstico difiere de los demás por la forma en que se realiza y su principal característica es que utiliza como instrumentos de medición, los sentidos humanos (oído tacto, etc.) y además muchos conocimientos empíricos que sólo pueden tener los técnicos que han trabajado con ese equipo durante mucho tiempo. Un ejemplo de esto sería cuando un mecánico "oye" fallar una máquina y a todo el mundo le parece que dicha máquina está trabajando con toda normalidad, esto; como se dijo anteriormente, sólo lo puede hacer una persona con una gran experiencia.

Medición Interna y Externa.

Siguiendo con el ejemplo anterior, una vez que el ...

... mecánico "escuchó" fallar la máquina, se debe auxiliar - de este Diagnóstico de Medición Interna y Externa, esto es, utilizar la gran variedad de instrumentos de medición de que puede disponer, como serían: micrómetros, equipos de medición de -- temperatura, presión, muestreo de humo, fluxómetros, etc., y así - proceder a solucionar el problema detectado.

Análisis Estadístico.

Con el gran avance que ha tenido la ciencia y con la necesidad de poder conocer requerimientos futuros, se ha incre-- mentado el uso de la matemática estadística, ya que ésta ofre-- ce métodos apropiados para poder predecir necesidades futuras.

Para poder obtener esas predicciones es menester que se obtenga una fórmula en la que se relacione la variable dependiente (valor que se desea predecir) con una ó más variables independientes. Para poder tener esas predicciones, es necesaa-- rio hacer previamente un análisis estadístico; que como se sabe es analizar con métodos -lógicamente- estadísticos, toda la información obtenida sobre el equipo que interesa mantener en condiciones aceptables de funcionamiento ó de operación.

Para el análisis estadístico, es necesario primeramente - la construcción de una tabla de frecuencias (tabla que divida los datos en un número relativamente menor de clases -catego-- rías- haciendo una lista con el número de observaciones que - corresponde a cada clase).

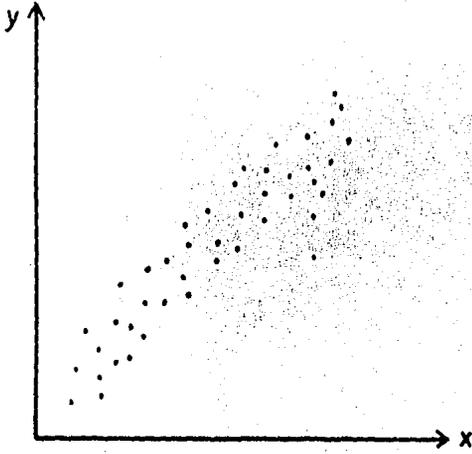
El segundo paso es la distribución de frecuencia, en la - que los datos se agrupan de acuerdo a su tamaño numérico.

El siguiente paso consiste en determinar los límites de clase y la frecuencia.

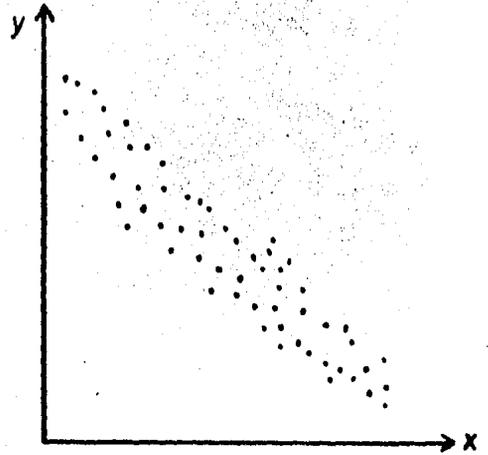
El cuarto paso es realizar el gráfico: polígono de fre--- cuencias, histograma, gráfica lineal, sectorial, gráfico de corre-- lación ó diagrama de dispersión, etc.

El quinto paso es el análisis de los diagramas de dis...

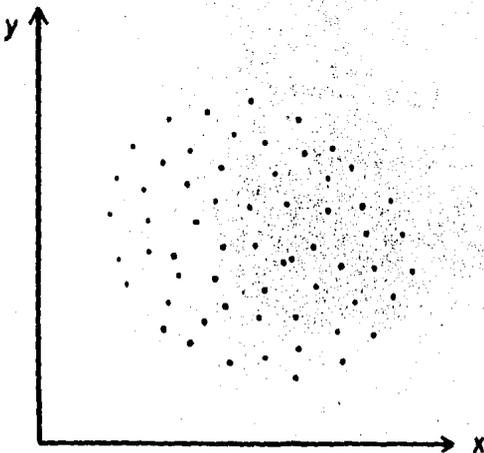
DIAGRAMAS DE DISPERSION



CORRELACION POSITIVA.



CORRELACION NEGATIVA



NO HAY CORRELACION

...persión ó correlación y éstos sirven para estudiar la relación entre dos variables en escala continua.

Lo que se observa en estos gráficos es la forma de la nube de puntos; mientras más se acerca a una distribución lineal más estrecha es la relación entre ambas variables. Para medir la relación que hay entre variables en un diagrama de dispersión se emplea el coeficiente de correlación, que se designa con la letra "r".

Como medida de relación "r" varía entre +1 y -1. Los valores positivos indican que las dos variables aumentan ó disminuyen al mismo tiempo; y los valores negativos significan que cuando una variable aumenta, la otra disminuye y viceversa.

Cuando $r=0.0$ los dos conjuntos no tienen ninguna relación en absoluto.

Para predecir es importante la magnitud del coeficiente de correlación, pero no su signo; mientras mayor sea el valor absoluto de "r", mejor será la predicción de los resultados.

Para calcular el coeficiente de correlación se utiliza la formula:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

N= Número de datos.

X= Variable independiente.

Y= Variable dependiente.

Debe tenerse cuidado en no interpretar a "r" como un porcentaje, por ejemplo, si $r=0.50$ no significa que el 50% de la varianza en el criterio pueda predecirse a partir de la variable seleccionada, no obstante el cuadrado de "r" puede interpretarse en esa forma ó sea que, r^2 interpretado como el porcentaje de varianza en el criterio que predice la variable de selección.

Como se ha visto, el coeficiente de relación "r" indica el grado de relación de dos variables, pero por sí mismo no da un procedimiento que permita predecir un conjunto de resultados a partir de otro.

La técnica para expresar la relación mediante una ecuación matemática que "relacione" las variables, se conoce como curva de ajuste y ésta nos proporciona diferentes métodos para el ajuste de la información obtenida del diagrama de dispersión a una ecuación matemática, la cual, según su comportamiento (lineal ó no-lineal) nos permitirá predecir alguna variable. Los métodos que emplea la curva de ajuste son:

- a) Método de mínimos cuadrados.
- b) Análisis de regresión.

Un método que busca a la curva que represente mejor la información estudiada es el llamado Líneas de Tendencia, el cual consiste en que, sin tenerse en cuenta fluctuaciones menores, se destaque la tendencia general a través de los años. Dichas líneas ó curvas, son una línea promedio y mediante ella se leen en la ordenada, los valores correspondientes a distintas fechas.

Se emplean varias técnicas en el método de las Líneas de Tendencia, como son:

- a) Líneas de Tendencia a mano libre.-Una vez que se ha hecho el gráfico de la información, se traza a mano una línea que aproxime los hechos descritos, evitando prolongar el trazo más allá del futuro inmediato para poder predecir con mayor certeza.
- b) Línea de Tendencia usando semipromedios.-Esta técnica, sólo debe emplearse cuando el gráfico de los datos indica que estos pueden representarse por una línea recta.
- c) Línea de tendencia con promedios móviles.-Cuando las ...

... variaciones de la información son muy irregulares, es difícil captar con claridad la tendencia general del fenómeno que se estudia, en estas ocasiones puede recurrirse a suavizar los datos mediante los promedios móviles.

Otro método de análisis es el de variación promedio anual, el cual consiste en investigar mediante una simple resta cual ha sido el aumento ó descenso observado en el período considerado, y dividir entre el número de años correspondientes, con el fin de obtener la variación promedio anual.

Diagnóstico.

El considerar que la maquinaria moderna requiere de menor mantenimiento es un error, ya que si una máquina se diseña para un determinado tiempo de vida útil; es sabido que dicho diseño es realizado en tal forma, que sea necesario un cambio frecuente en determinadas refacciones, ó en otras palabras, no resulta económico al fabricante hacer maquinaria de muy larga duración.

Por lo tanto, es muy importante reconocer las piezas de una máquina que estén hechas con las características anteriores, debiéndose tener el cuidado de no confundirlas con las piezas denominadas "fusibles" ya que éstas son hechas de material poco resistente a determinado esfuerzo y de presentarse un error, sean estas piezas las que se cambien y no otras de costo mayor. Es por esta razón que las piezas fusibles están localizadas en puntos de fácil acceso.

Es de hacerse notar la necesidad de mano de obra más técnica, tal que, comprenda los equipos de proceso a un nivel más alto para entender más ampliamente el diagnóstico.

Puede definirse al diagnóstico, como la identificación de los síntomas ó desviaciones que estén ocurriendo interna ó externamente, en un sistema cualquiera y una vez identificados..

.. los síntomas, se pasa a conocer la falla; y finalmente, se de termina la causa de ella, con lo cual se puede determinar la solución más aceptable para resolver las desviaciones del sis tema.

A las fallas se les conoce como dependientes e indepen-- dientes ó como inducidas y primarias respectivamente. Para po-- der determinar la solución más aceptable para la corrección de estas fallas, se deben comparar los datos obtenidos con los estándares ó normas del fabricante.

Predicción.

La Predicción es el fin último que se persigue en la me-- todología descrita en el análisis estadístico; para poder así, tomar medidas aceptables de control, acordes con el sistema -- que se esté considerando. Dos requisitos son primordiales para cualquier predicción: la validez y la confiabilidad.

La validez de una predicción se puede definir generalmen te, como el grado en que la predicción permite alcanzar cier-- tas metas del usuario. La validez de la predicción es estable-- cida estadísticamente por medio de la correlación y la regre-- sión. El hecho que más distingue a la validez predictiva es el tomar en cuenta al tiempo.

La medición obtenida a partir de una predicción, debe ser consistente. El punto hasta el que cualquier instrumento de me-- dición es consistente ó estable, dará los mismos resultados -- una y otra vez. En caso necesario es definida la confiabilidad de ese instrumento de prueba como la validez. La confiabilidad es medida habitualmente por medio del coeficiente de relación

Las técnicas para obtener la confiabilidad son:

- a) Mediciones repetidas de un parámetro en un mismo sistema.
- b) Medición tomada sobre el mismo parámetro, con dos formas - equivalentes de instrumentos de medición.

III.2.-Mantenimiento Preventivo.

Es bastante común que en la mayoría de las plantas industriales se realice el mantenimiento sólo cuando tiene que hacerse; esto trae como consecuencias, entre otras, las siguientes

- a) Tiempos improductivos en las áreas de producción, por paros no programados.
- b) Baja eficiencia de utilización de los recursos del Departamento de Mantenimiento.
- c) Pérdida gradual de las características de los equipos de la planta.
- d) Generalmente un mayor costo de mantenimiento.

III.2.1.-Importancia de llevar Mantenimiento Preventivo.

La importancia de llevar un sistema de mantenimiento preventivo (M.P.), el cual podríamos definir como: "Es toda actividad programada, efectuada periódicamente que tiene por objeto mantener el equipo e instalaciones en buen estado, así como -- prevenir fallas ó atenuarlas cuando éstas se presenten"., tiene la finalidad de proporcionar el mantenimiento cuando quiere hacerse y no cuando tiene que hacerse, todo esto en la medida de lo posible.

Las ventajas que se obtienen de llevar un mantenimiento preventivo, son entre otras, las siguientes:

- a) Reducción de tiempos improductivos por paros no programados en las áreas de producción.
- b) Mayor eficiencia en el provechamiento de los recursos del Departamento de Mantenimiento, al poder hacer una programación efectiva de sus actividades.
- c) Mayor control de operación y mantenimiento del equipo considerado como crítico.
- d) Conservación de las características originales de funcionamiento de los equipos.

- e) Menores costos globales de mantenimiento.
- f) Mejoramiento del nivel técnico del personal del Departamento de Mantenimiento.

III.2.2.-Factores que afectan la Función del M.P.

Es importante considerar que, el hecho de implantar un sistema de M.P. en una planta, no va a solucionar de inmediato todos los problemas de mantenimiento; sino por el contrario, en un principio se puede complicar la labor de mantenimiento, porque para trabajar con M.P. se necesita un alto grado de conocimientos técnicos y una eficiente organización.

Los factores que pueden contribuir a hacer fracasar un plan de M.P. son los siguientes:

- a) Elaborar programas de M.P. demasiado ambiciosos. Cuando se elabora un programa de M.P., las actividades en él mencionadas deben cumplirse rigurosamente. El no hacerlo significa que el programa falló, acumulándose trabajo para cumplirse en el siguiente programa, haciéndose cada vez más difícil el cumplirlo.
- b) Costos elevados de M.P. Un sistema de M.P. que ocasione costos mayores comparativamente que si no se llevara, no tiene razón de ser implementado, puesto que el fin último que se pretende es una reducción de costos de mantenimiento, sin perjuicio para el personal, equipo e instalaciones. Es por esto que en la implantación de un sistema de M.P., se debe hacer una cuidadosa selección del equipo que se incluirá en el plan de M.P. y cuando éste se inicie deberá ser con poco equipo al principio, el cual se evaluará constantemente, para saber si son adecuadas las rutinas de M.P. Lo que se buscará finalmente es el punto de equilibrio entre la cantidad de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo efectuado en las instalaciones de la planta en función de los costos de M.P. y M.C., aprovechamiento y

... disponibilidad de recursos de mantenimiento, reducción de tiempos muertos de producción, por mantenimiento.

- c) Falta de preparación técnica del personal de mantenimiento
- En el mantenimiento preventivo es muy importante saber qué hacer, cómo hacerlo, a qué equipo y cuando hacerlo. Es por ello que, el personal de mantenimiento deberá tener un completo conocimiento del mantenimiento y operación del equipo de la planta.

Gran parte dependerá de la preparación del personal que se tenga en el Departamento de Mantenimiento, de la actitud -- que se tenga en dicho departamento hacia el trabajo, de la información técnica disponible, etc.

III.2.3.-Requisitos básicos necesarios para implantar un sistema de Mantenimiento Preventivo.

Los requisitos básicos necesarios para iniciar un plan - de Mantenimiento Preventivo, se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) Dividir por areas ó secciones las instalaciones de la planta.
- b) Tener codificado todo el equipo de la planta considerado - como más importante.
- c) Manejar en forma cotidiana el uso de la Orden de trabajo - por parte de todas las areas de la planta.
- d) Tener elaboradas y organizadas las tarjetas de registro de todos los equipos considerados como importantes y estar manejándose corrientemente estas tarjetas; es decir, que todas las actividades que se lleven a cabo en los equipos sean - registradas en las respectivas tarjetas de una manera oportuna y fidedigna.
- e) Que el almacén de refacciones tenga a disposición del Departamento de Mantenimiento el tipo y número de refac-...

... ciones consideradas como necesarias, asimismo el almacén - pueda proporcionar oportunamente los costos de adquisición las mismas.

- f) Dependiendo del tamaño de la planta, de la cantidad de equipo instalado y del tipo de proceso que se lleve a cabo, se definirá si es necesario contar con un cuerpo de planeación, encabezado por el coordinador de mantenimiento.
- g) Finalmente, el requisito que tal vez sea el más importante es el que para incluir cualquier equipo dentro de un plan de M.P., dicho equipo deberá alcanzar el máximo nivel operacional; es decir, deberá estar trabajando en correctas condiciones de operación y a su máxima eficiencia. Mientras no se logren estas condiciones se aplicará solamente Mantenimiento Correctivo.

III.2.4.-Procedimientos para la implantación de un sistema de Mantenimiento Preventivo.

Para iniciar la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, una vez que se han cumplido los requisitos anteriores, se procederá a hacer las siguientes actividades:

- a) Se selecciona, de ser posible, una área de proceso específica y de dicha área se escogerán los equipos que se consideren como más importantes y que por tal motivo se justifique el incluirlos en un plan de mantenimiento preventivo.

El objeto de tomar solamente una área, ya sea de proceso ó de servicio, es en primera instancia para ir implantando gradualmente el M.P. y para comparar el comportamiento entre áreas que tienen M.P. contra las que no lo tienen.

La selección de los equipos se deberá hacer atendiendo a los criterios siguientes:

Incluir al equipo que por su importancia dentro del proceso pueda, en caso de falla, ocasionar pérdidas de produc...

... ción ó provocar alteraciones inadecuadas en la calidad -- del producto.

Incluir aquellos equipos que en caso de falla, pongan en pe ligro la seguridad del trabajador.

También deberán incluirse aquellos equipos que por su alto valor, justifiquen el costo de mantenimiento preventivo.

b) Elaboración de paquetes de Mantenimiento Preventivo.

Sobre el equipo seleccionado para incluirlo en un plan de M.P., se harán paquetes de M.P., llamándole así al conjunto de actividades de mantenimiento a desarrollar en una rutina. La forma que se utiliza se encuentra en el anexo No.5 - y el procedimiento es como sigue:

Se analizará la información técnica que se tenga al respec to ó se complementará hablando con los proveedores del e-- quipo.

De acuerdo a lo que indique el proveedor, la experiencia y conocimientos que se tengan de los equipos, se elaborarán - rutinas de mantenimiento preventivo y éstas serán tantas - como sean necesarias y deberán efectuarse con la frecuen-- cia que se estime conveniente.

Un ejemplo típico de aplicación sería el siguiente, en el - cual se muestra cómo llenar una forma de paquete de M.P. - asimismo, para efectuar cualquier rutina de M.P., el Departa mento de Mantenimiento deberá saber qué refacciones y/ó ma teriales deberán tenerse a mano para no incurrir en el e-- rror de que se desarma el equipo y no se tiene lo necesaa-- rio para hacer la corrección de la desviación en el funcio namiento. Por lo tanto, en el reverso de la hoja del paquete de M.P. (ver anexo No.5) se anotará el número de partes y materiales necesarios de repuesto que el personal de mante nimiento debe tener disponible en el momento de hacer la - revisión.

SECCION MANTENIMIENTO

PAQUETE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CODIFICACION 70-5801-02

PAQUETE DE M.P. No. 3 PAQUETE DE M.R. No. _____ FRECUENCIA Semestral ARCHIVO TECNICO No. 70/01/02

DESCRIPCION DE EQUIPO BOMBA CENTRIFUGA TIPO ZEA. No. 2

ACTIVIDAD No.	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	EJECUTOR	TIEMPO ESTIMADO
1	Desarmar bomba y verificar desgaste entre tapa e impulsor y entre impulsor y fondo de voluta.	MECANICO	30 MIN.
2	Cambiar baleros del motor.	ELECTRICIST	2:00 HRS.
3	Cambiar sello mecánico de la bomba.	MECANICO	30 MIN.

MATERIALES Y/O REFACCIONES NECESARIAS EN LA REVISION

PLANO No.	1
CODIFICACION	*
EQUIPO	70-5801-02

CANTIDAD	DESCRIPCION	No. PARTES
1	IMPULSOR 4 3/4" Ø	BS-5420
1	TAPA DE BOMBA	BA-5422
1	JUEGO DE SELLO MECANICO	A-22043
1	BALERO AXIAL MCA. SKF	BF-2203
1	BALERO AXIAL MCA. SKF	BC-2201

c) Programación de los paquetes de Mantenimiento Preventivo.

Una vez que se ha determinado qué cantidad de revisiones - han de efectuarse a un equipo determinado, así como la frecuencia de las mismas, se procederá a hacer la programación en la 2a. sección de la hoja de registro del equipo seleccionado (ver anexo No.4) en él debe anotarse el No. de paquete de M.P. en la primera columna y la programación se - hará de acuerdo a la frecuencia que dicho paquete tenga, - que puede ser: semanal, quincenal, mensual, según se haya estimado conveniente.

III.2.5.-Elaboración de un programa de Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo se lleva a cabo en base a -- programas, los cuales serán elaborados por el coordinador y/ó jefe del Departamento de Mantenimiento, según sea el caso. Es - muy importante que los programas que se elaboren sean totalmente llevados a cabo, razón por lo cual, en un principio los - programas deben ser muy sencillos; es decir, incluir poco equipo en ellos.

El procedimiento se realizará como se indica a continuación:

a) Revisión de tarjetas de registro.- Como se dijo en un principio, es conveniente seleccionar una área de producción ó de servicios para iniciar un sistema de M.P.

De dicha área, todo el equipo que fué seleccionado para incluirlo en un plan de M.P. debe tener ya elaborados y archivados correctamente los paquetes de M.P., mismos que deben encontrarse programados en las tarjetas de registro de los equipos correspondientes. El coordinador y/ó jefe de -- mantenimiento debe revisar todas las tarjetas de registro del área, anotando el número de paquetes de M.P. que deben efectuarse a los equipos del área en el siguiente mes.

b) Elaboración de programas.-Una vez que se hayan analizado - todas las tarjetas de registro, se procederá a hacer la programación en una forma similar a la que se indica a continuación.

AREA.

Anotar el área correspondiente, por ejemplo: servicios, elaboración, etc.

SUB-AREA.

Se pondrá la sección correspondiente, en el caso de servicios, refrigeración es una sub-área.

EQUIPO.

Poner los equipos a los que se le dará M.P.

No. CODIFICACION.

Poner la codificación correspondiente.

SEMANA.

Dividir los días del mes y poner el No. de la semana que va corriendo en el año. Dicho número puede salir directamente del programa de M.P. que se encontrará en la tarjeta de registro de los equipos.

DIA.

Poner el día en que se le va a dar el servicio al equipo - En cada uno de los casilleros correspondientes al día en que el equipo será intervenido, anotar el número de paquete de M.P. que le toca.

Para poder hacer una programación efectiva, se debe conocer por anticipado cuando se puede disponer del equipo para intervenirlo. Esto depende de las características del proceso si éste es continuo ó si se puede disponer de un día a la semana para hacer trabajos de mantenimiento, finalmente dependerá de las características del proceso y los programas de producción de cada planta.

- c) Revisión de programas.-Una vez que los programas han sido elaborados por el coordinador de mantenimiento, éstos son - revisados tanto por el jefe de mantenimiento como por los supervisores de mantenimiento, con el objeto de saber si es posible cumplirlos, analizando la capacidad de la fuerza de mantenimiento, además de las refacciones y materiales que - serán utilizados. Si no se aprecian dificultades para el -- cumplimiento del programa, el jefe del Departamento de Man- tenimiento firma de autorizado.
- d) Autorización de Programas.-Cuando se considera factible -- que el programa se puede cumplir, es necesario obtener la - autorización de las áreas de proceso, con el fin de tener - la seguridad de que el equipo estará disponible.
- e) Emisión de las Ordenes de Trabajo de M.P.-Una vez que los trabajos de M.P. por desarrollar han sido aprobados, el co- ordinador de mantenimiento emite las órdenes de trabajo co- rrespondientes a cada equipo que será intervenido. Los cam- bios que se harán en el procedimiento de llenado son los - siguientes (ver anexo No.3)

Bloque No. 1

SOLICITO.

Coordinador de mantenimiento (M.P.)

AREA Y CENTRO DE COSTO.

Poner el número de donde pertenezca el equipo.

FECHA.

Fecha de emisión.

FECHA Y HORA DISPONIBLE.

Poner la fecha en que fué programada.

DESCRIPCIÓN DE LA FALLA.

Se anotará el No. de paquete de M.P. que le toca al equipo

PRIORIDAD.

Todos los trabajos de M.P. tienen prioridad normal, marcar con una "X" (N).

TITULAR DEL AREA.

No se recabará la autorización del titular del área, puesto que él ha autorizado previamente el programa de M.P. todos los demás datos del bloque No.1 se anotan en la forma acostumbrada.

Bloque No.2

No.

El coordinador de mantenimiento asigna el número consecutivo de acuerdo a su control. El resto del bloque No.2 no se llena.

Bloque No.3

ASIGNADO A

Depende de la especialidad de la rutina de M.P. y de la estructura de organización que para M.P. se tenga en el Departamento de Mantenimiento.

AUTORIZO EL JEFE DE MANTENIMIENTO.

Firmará el Jefe de Mantenimiento.

TIPO DE MANTENIMIENTO.

El coordinador de mantenimiento marcará (MP). El resto del bloque No.3 se llena en la forma acostumbrada.

Bloque No.4

Se llena en la forma acostumbrada.

Bloque No.5

TRABAJO REALIZADO.

El supervisor de mantenimiento anotará que se hizo lo indicado en el paquete correspondiente. Si se hiciera algo más de lo indicado, lo debe anotar claramente, puesto que ...

- .. servirá para modificar la rutina del paquete de M.P. si -- fuera necesario.

CAUSA DE LA FALLA.

No se pondrá nada, puesto que el equipo no ha fallado; pero si algo fuera detectado, se anota lo que corresponda en el cuadro de fallas ó se anota en los comentarios.

Bloque No.6

Se llena en la forma acostumbrada.

Bloque No.7

Se llena en la forma acostumbrada.

- f) Recepción de las órdenes de trabajo de M.P. para ejecución. Las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo deben ser entregadas a los supervisores (Jefes de Sección) de -- mantenimiento con suficiente anticipación, siguiendo el flujo normal acostumbrado.

Los supervisores de mantenimiento deberán revisar las rutinas a efectuarse, señaladas en los paquetes de M.P. programados, revisar existencia de refacciones y distribuir la -- carga de trabajo entre su personal.

- g) Registro de la información de la O. de T. en M.P.--Una vez que los trabajos de M.P. han sido terminados, el proceso -- que sigue la orden es: registrar los costos generados por -- M.P. de los equipos intervenidos en sus tarjetas de registro y entregar las copias a las áreas para su análisis.

III.2.6.--Inspección y herramientas auxiliares en el Mantenimiento Preventivo.

Hay ocasiones en que la elaboración de rutinas de M.P. y la determinación de la frecuencia con que éstas deben hacerse está sujeta en principio a las recomendaciones del proveedor y a la experiencia del personal de mantenimiento.

Una herramienta que se considera que puede ser útil, son las inspecciones de mantenimiento preventivo a los equipos de la planta. Su función es descubrir problemas antes de que se presenten y predecir en cierta forma el degradamiento de algunas partes de los equipos y tomar medidas preventivas.

Las inspecciones de M.P. pueden hacerlas desde el jefe de Mantenimiento, hasta el personal perteneciente a un cuerpo creado exprofeso para ello, dependiendo del tamaño y necesidades de la planta.

La forma de hacer las inspecciones de M.P. pueden ser -- desde el simple escuchar el funcionamiento de una máquina ó equipo determinado (diagnóstico sensible), hasta usar equipo de inspección más completo ó sofisticado (diagnóstico instrumentado).

Se recomienda por lo tanto, que de acuerdo al tamaño y características de la planta se trate de usar algún equipo auxiliar, que bien aprovechado, servirá para capacitar al personal y hacer que las predicciones en mantenimiento preventivo sean más acertadas.

III.2.7.-Comentarios acerca de Mantenimiento Preventivo.

- a) La revisión y análisis del sistema de mantenimiento preventivo, debe ser muy dinámica por parte del coordinador de -- mantenimiento y Jefe de Mantenimiento, los cuales deberán -- constituirse como parte fundamental y principales promotores del sistema.
- b) La revisión de la programación debe ser constante, puesto -- que cada vez que se cumpla un programa de M.P. sobre todo en el inicio del sistema de mantenimiento, se observará que habrá necesidad de :cambiar la frecuencia de revisiones ó modificar el contenido de la rutina de mantenimiento ...

... señalada en el paquete de M.P. de los equipos involucrados.

- c) Será importante conocer qué cantidad de M.P. en costo se está asignando a los equipos involucrados en el plan de M. P. y comparar cada cierto período, los costos que originó el M.P. y asimismo tratar de evaluar los beneficios que representa llevar M.P. comparados con las áreas que no lo llevan.
- d) De la constante revisión de las tarjetas de registro, puede detectarse muchas cosas importantes para Mantenimiento, tales como: si el equipo es adecuado, si se necesita hacer cambios en la instalación. Pueden detectarse necesidades de capacitación para el personal de mantenimiento, si se está operando el equipo correctamente y, eventualmente, si se justifica el reemplazo del equipo.

III.3.-Mantenimiento Correctivo.

III.3.1.-Definición.

El Mantenimiento Correctivo es, como ya se dijo anteriormente; toda aquella actividad que tiene por objeto corregir un desperfecto presentado en forma imprevista, en el equipo ó instalaciones y tratar de localizar la causa de dicha desviación

III.3.2.-Sistema operativo del Mantenimiento Correctivo.

A continuación se hará la descripción del sistema operativo de mantenimiento correctivo, haciendo referencia a los puntos contemplados en la secuencia mostrada en el anexo No.1 asimismo se explicará con detalle el llenado de cada uno de los bloques que forman la orden de trabajo mostrada en el anexo No.3

III.3.3.-Emisión de la Orden de Trabajo.

El área solicitante de servicio de mantenimiento, emitirá la orden de trabajo correspondiente al servicio requerido. En ella asentará los datos necesarios establecidos, los cuales se definen a continuación:

- a) Descripción y llenado de la Orden de Trabajo.-El formato de la orden de trabajo (O.de T.) se ha dividido en bloques de información para una mejor comprensión. Dichos bloques son los siguientes (ver anexo No.3)

Bloque No.1

Sirve para especificar al Departamento de Mantenimiento, el requerimiento específico de un servicio, la información es aportada por el área solicitante y los datos por proporcionar son:

SOLICITO.

Nombre de la persona que solicita el servicio (supervisores, jefes de turno, superintendente, etc.)

AREA Y CENTRO DE COSTO.

Normalmente lo debe proporcionar el Departamento de Contabilidad.

FECHA.

Anotar la fecha de emisión de la O.de T.

FECHA Y HORA DISPONIBLE.

Anotar la hora en que estará disponible el equipo para el trabajo en cuestión.

PRIORIDAD.

Se establecen 4 grados de prioridad, los cuales son: Normal, Urgente, Emergencia y Seguridad. El grado de prioridad lo determina el área solicitante, marcando con una cruz y reafirmando con letras impresas, utilizando un sello de goma de acuerdo a los siguientes criterios:

NORMAL (N).

Es aplicable a los trabajos que no es necesario efectuar de inmediato y que por esta razón pueden ser programados.

URGENTE (U).

Se aplica a aquellas situaciones en las que el equipo ó instalaciones trabajan bajo condiciones críticas y que pueden dar lugar a una emergencia.

EMERGENCIA (E).

Este se aplica a aquellos trabajos en los que el equipo ó instalaciones están fuera de servicio, provocando pérdidas en producción ó presentando condiciones de peligro tanto para el equipo como para el personal.

SEGURIDAD (S).

Aplicable para aquellos trabajos que no entorpecen el funcionamiento del equipo, pero que ponen en peligro la seguridad del personal.

DESCRIPCION DE LA FALLA.

Anotar brevemente la falla que se observa e indicar lo me -
jor posible la parte del equipo ó instalación que se conside -
dere dañada. Ejemplo: corregir vibración excesiva en la bomba -
del tanque de mezcla a los tanques de balance. Revisar -
sistema de arranque del motor del compresor de amoníaco No.
3, etc.

No. DE EQUIPO.

Anotar el número de catálogo de cuentas del equipo. Todo el
equipo considerado como importante debe tener colocado su
número de identificación en un lugar visible.

LOCALIZACION.

Anotar en forma explícita el lugar en donde se encuentra -
el equipo, ejemplo: elaboración, torre de enfriamiento, etc.

TITULAR DEL AREA.

Anotar la firma de conocimiento del jefe de área solicitante
ó la persona autorizada en ausencia del jefe de área.

III.3.4.-Recepción de la O. de T.

El área solicitante enviará la O. de T. a la oficina del
Departamento de Mantenimiento y será recibida por el coordinado -
dor de mantenimiento ó las personas responsables del turno de
mantenimiento.

Bloque No.2

El bloque No.2 de la O. de T. es para recepción de la misma -
(ver anexo No.3), sirve para asignar una identificación
a la O. de T., debe ser llenada por el coordinador de manteni -
miento ó la persona al cargo del turno de mantenimiento
y los datos por aportar son:

No.

Número progresivo de identificación de la O. de T.

FECHA Y HORA.

Anotar la fecha y hora de recepción de la O. de T.

REPORTO.

Anotar el nombre de la persona que entrega la O. de T.

RECIBIO.

Nombre y firma de la persona que recibe la O. de T.

III.3.5.-Asignación y diagnóstico.

La O. de T. es controlada por el personal de mantenimiento, con el fin de asegurar el cumplimiento óptimo en el servicio requerido.

Bloque No.3

El bloque No.3 es para la asignación y el diagnóstico del trabajo por realizar (ver anexo No.3). Sirve para establecer el control de las actividades previas a la ejecución del trabajo. Debe ser llenado por el coordinador de mantenimiento, el jefe de sección ó supervisor y el jefe de mantenimiento, los datos son:

ASIGNADO A.

El coordinador de mantenimiento debe escribir el nombre del grupo al cual asigne el trabajo. Ejemplo: "Mantenimiento eléctrico" si es el caso de una reparación eléctrica.

TIPO DE MANTENIMIENTO.

El coordinador de mantenimiento (lo llamaremos C. de M.), señalará con una "X" el círculo correspondiente a mantenimiento correctivo (MC).

FIRMA DEL SUPERVISOR.

El jefe de la sección ó el supervisor de mantenimiento del grupo al que fué asignado el trabajo, firmará de recibido.

TRABAJO A REALIZAR SEGUN DIAGNOSTICO.

Aquí, el supervisor, anota el trabajo que se debe hacer según el diagnóstico que haga y pondrá el tiempo estimado para efectuar el trabajo.

FECHA Y HORA PROGRAMADA.

El supervisor de mantenimiento anota la fecha y hora en -- que se efectuará el trabajo.

AUTORIZO JEFE DE MANTENIMIENTO.

El jefe de mantenimiento firmará de autorizado. Este punto no es del todo indispensable, ya que si no es muy importante lo que se solicita ó bien si se tratara de una emergencia, es posible que no se localice rápidamente al jefe de mantenimiento para que autorice el trabajo.

III.3.6.-Ejecución del trabajo.

En la ejecución del trabajo se encuentra la hora de inicio y de terminación del trabajo. El área solicitante debe supervisar que estos datos sean correctos.

Bloque No.4

El bloque No.4 sirve para el registro del inicio y la terminación del trabajo (ver anexo No.3). Será llenado por el responsable del equipo (área solicitante) y los datos por anotar son:

FECHA Y HORA INICIAL.

Anotará fecha y hora de inicio del trabajo.

FECHA Y HORA TERMINADO.

Anotará fecha y hora de terminación del trabajo.

AUTORIZO OPERACION.

El responsable del equipo firmará aceptando los tiempos -- anotados y la prueba de funcionamiento.

III.3.7.-Reporte del trabajo.

Toda orden genera un reporte de trabajo realizado, en donde se registrará la información referente al mismo.

Bloque No.5

El bloque No.5 es para reportar el trabajo realizado (ver anexo No.3). Sirve para registrar la actividad desarrollada

... y la causa que originó la falla, lo llenará el supervisor de mantenimiento y los datos por anotar son:

TRABAJO REALIZADO.

En esta sección, el supervisor de mantenimiento escribe los datos de trabajo una vez realizado, valiéndose de lo observado durante su supervisión y por el informe verbal y/o escrito del trabajador.

CAUSA DE LA FALLA.

Se localiza la causa de la falla y se marca con una cruz, se muestra a continuación una lista de las fallas más comunes, el objeto de esta lista es tratar de uniformizar lo -- más posible las causas de falla.

AMBIENTE.

Todas aquellas fallas debidas a condiciones ambientales -- que rodean al equipo y que afectan el funcionamiento del -- mismo, tales como: humedad, polvo, temperatura, etc.

FATIGA.

Son aquellas en las que el equipo ha sido exigido más de -- lo normal en la aplicación repetitiva de esfuerzos y que -- en la mayoría de los casos se ocasiona la fractura del mis -- mo.

DESBALANCEO.

Todas aquellas fallas en equipo rotatorio provocadas por -- la vibración, cuyo origen es un desbalanceo en el rotor.

MANTENIMIENTO INAPROPIADO.

Son aquellas fallas ocasionadas por una mala reparación -- por parte del Departamento de Mantenimiento.

FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Todas aquellas fallas ocasionadas por la falta de manteni -- miento preventivo, como son: lubricantes, ajustes, cambios de piezas, mediciones oportunas, etc.

DESALINEACIÓN.

Son las fallas presentadas en equipo rotatorio, debido a un mal alineamiento entre los equipos acoplados.

FALLA NORMAL.

Todas aquellas fallas ocasionadas por desgaste y/o deterioro natural del equipo y que se presenta cuando la vida útil de algunas partes del equipo llegan a su fin.

OPERACION DEFECTUOSA.

Son las fallas motivadas por someter el equipo a situaciones de funcionamiento anormal, debidas a operación defectuosa.

CONEXIONES DEFECTUOSAS.

Son las fallas que se deben a empalmes ó uniones mal hechas, en equipo eléctrico ó tuberías.

CONDICIONES CRITICAS.

Son todas aquellas fallas que se deben a situaciones que llevan al equipo a operar fuera de sus límites de seguridad, generalmente no provocadas por el hombre, ejemplo: descargas atmosféricas, inundaciones, etc.

OTRAS.

Aquí se anotan todas aquellas causas de falla no contempladas en el listado anterior.

FIRMA DEL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO.

El supervisor de mantenimiento firmará haciéndose responsable de que los datos del trabajo efectuado y las causas de la falla sean correctos.

III.3.8.-Obtención de costos.

Toda la orden de trabajo genera ciertos costos, tanto de mano de obra como de materiales. El bloque No.6 de la O. de T. está en el reverso de la hoja y se utiliza para anotar los datos de costo originados por mano de obra y materiales.

Sirve para obtener el costo total de la O. de T. Es llena do por el trabajador de mantenimiento (en base a su informe verbal y/ó escrito), el supervisor de mantenimiento y el coor- dinador de mantenimiento, los datos por anotar son:

EJECUTANTES.

El supervisor de mantenimiento anotará el nombre de las -- personas que realizaron el trabajo.

DIA.

- a) Escoge la ó las columnas que correspondan a la ó las fe chas en que se realizó el trabajo.
- b) Anota en cada cuadro el número de horas de trabajo co-- rrespondientes a cada trabajador.

TOTAL H-H

El supervisor anota el total de horas-hombre utilizadas.

TIEMPO NORMAL.

Del total de H-H especifica cuántas son de tiempo normal.

TIEMPO EXTRA DOBLE.

Lo mismo que en el punto anterior.

TIEMPO EXTRA TRIPLE.

Igual a los dos puntos anteriores.

COSTOS EJECUTOR.

El C. de M. obtiene el costo de mano de obra, de acuerdo al sueldo de cada trabajador.

SUB-TOTALES.

El C. de M. obtiene los sub-totales y comprueba los resul- tados.

COSTO POR MATERIALES.

CANTIDAD.

El trabajador, bajo la estricta vigilancia del supervisor, anota el número de artículos ó unidades empleados en la re paración.

UNIDAD.

El mismo anota la unidad, ejemplo: pieza, kilo, metro, etc.

DESCRIPCION.

Describirá el mismo material ó artículo utilizado, ejemplo: Chumacera SKF-3006ZZ, 3mts. de tubo de acero al carbono - C-40, 2", etc.

VALE O FACTURA.

El C. de M. anota el número de identificación del vale ó factura que sirvió para sacar el material.

FECHA.

Anota la fecha en que se obtuvo del almacén ó proveedor.

PIEZA O PARTE NUMERO.

Identifica el número de parte de acuerdo al catálogo de partes correspondientes al equipo.

COSTO UNITARIO.

El C. de M. anota el costo unitario de todas las refacciones existentes en el almacén.

COSTO MATERIAL.

Anota el total del costo del número de piezas a las que se refiere en cada renglón.

SUB-TOTAL.

Anota el total del costo de H-H y el de materiales y el total.

III.3.9.-Implementación de registros.

Siguiendo con la secuencia señalada en el anexo No.1 después de que los trabajos de mantenimiento han sido ejecutados y entregados junto con la prueba de funcionamiento, si este fuera el caso, además de costeados, se procede a registrar la información recabada en la O. de T.

La información de todas las O. de T. es vaciada en un registro histórico, el cual tiene por objeto proporcionar ...

.. al Departamento de Mantenimiento la información que permita en un momento dado hacer mejoras en el sistema. La información permitirá entre otras cosas:

- 1) Establecer un Programa de Mantenimiento Preventivo.
- 2) Identificar las partes del equipo que ocasionan la mayor parte del tiempo perdido en producción.
- 3) Contar con datos técnicos para la solución de cualquier problema del equipo.
- 4) Tomar decisiones acerca del equipo completo de repuesto en el almacén.
- 5) Establecer un programa de capacitación para el personal de acuerdo a las necesidades de la planta detectadas.
- 6) Localizar partes ó trabajos que: tengan un alto costo de refacciones; se deban manejar con cuidado debido a su alto costo ó a lo delicado de los mismos; que tengan un alto costo de mano de obra.

III.3.9.1.-Registro histórico de los equipos.

Los registros históricos de mantenimiento de los equipos los cuales se llevarán para los equipos considerados como más importantes, lo constituirá una sola tarjeta, la cual se muestra en el anexo No.4 y cuya descripción y llenado se considerará más adelante.

En estas tarjetas se vaciará toda la información recabada por las órdenes de trabajo.

La información que contienen estas tarjetas es básicamente la siguiente:

- a) Características del equipo.
- b) Programa de Mantenimiento Preventivo para el equipo.
- c) Lista de materiales y/ó refacciones que para el equipo se deberán tener en existencia.

- d) Datos históricos de todos los trabajos de mantenimiento -- que se le hayan hecho al equipo.

III.3.9.2.-Formación del registro histórico de Mantenimiento.

El responsable de la formación del registro histórico de mantenimiento será el coordinador de mantenimiento, auxiliado por los jefes de sección de mantenimiento y se hará de la siguiente manera, atendiendo a los incisos marcados en el punto anterior.

- a) Características del equipo.

El C. de M. dividirá por áreas la planta y por cada área -- seleccionará el equipo que de acuerdo a su importancia se considere necesario llevar su historial de mantenimiento. Dicho equipo será codificado de acuerdo al catálogo de -- cuentas y recogerá sus datos de placa y otros datos de importancia.

- b) Programa de Mantenimiento Preventivo para el equipo.

Será elaborado por el C. de M. junto con los jefes de Sección de Mantenimiento.

- c) Lista de materiales y/ó refacciones para los equipos.

Será elaborada por los jefes de sección de mantenimiento, junto con el C. de M. y la información será proporcionada al almacén.

- d) Datos históricos de todos los trabajos de Mantenimiento.

Se hará por personal del área solicitante, supervisores de mantenimiento, jefes de sección de mantenimiento, C. de M. El medio para la obtención de los datos, será la orden de -- trabajo. Dicha información será procesada por el C. de M. -- junto con su personal.

El registro de la información la hará el C. de M. utilizando las tarjetas de registro.

III.3.9.3.-Ordenamiento de las tarjetas de registro.

- Lo hará el coordinador de mantenimiento.
- Colocará la información en un mueble adecuado.
- Procurará ordenar las tarjetas de tal manera que se tenga - fácil acceso a ellas
- Se recomienda que se haga por areas y en orden progresivo.

A continuación se presenta un diagrama, en el que se indican los pasos a seguir para la formación del registro histórico de mantenimiento.

ACCION	MEDIO	RESPONSABLES
A) RECOLECCION DE DATOS	ORDEN DE TRABAJO	PERSONAL DE OPERACION. SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO JEFES DE SECCION MANTTO. TRABAJADORES DE MANTTO. COORDINADOR DE MANTTO.
B) REGISTRO DE INFORMACION	TARJETAS PARA REGISTRO HISTORICO	COORDINADOR DE MANTTO.
C) FORMACION DE REGISTRO	MUEBLE PARA ARCHIVAR	COORDINADOR DE MANTTO.

III.3.9.4.-Archivo técnico.

La información técnica, junto con el historial de mantenimiento de los equipos e instalaciones de la planta será el soporte más importante con que cuenta el Departamento de Mantenimiento para poder proporcionar un mejor servicio.

La formación del archivo técnico se hará en tres pasos:
1o. Captación de información.

- El responsable es el Jefe de Mantenimiento, junto con los Jefes de Sección.

- Debe solicitarse al fabricante y/ó compañía constructora.
- La información de modificaciones la recolectarán los Je-- fes de sección ó jefe de Mantenimiento.

2o. Ordenamiento de la información.

- Lo debe realizar el Coordinador de Mantenimiento.
- Debe agrupar lo relacionado con cada equipo y por areas.
- La información debe estar ordenada de tal manera que per-mita un fácil acceso a ella.

3o. Formación de archivo.

- Lo debe formar el Coordinador de Mantenimiento.
- Colocará la información en un mueble adecuado para ello.

III.3.10.-Entrega y recepción del trabajo.

Toda O. de T. una vez terminada (costeada y registrada) debe entregarse por el Departamento de Mantenimiento, al área solicitante y ésta, recibir de conformidad; en el caso de no ha cerlo será por mala calidad de trabajo ó por cualquier otra - causa, la cual debe ser negociada.

Bloque No.7

El bloque No.7 del formato de la O. de T. es para la entre ga y conformidad del trabajo realizado (ver anexo No.3). Sirve para oficializar la terminación de la O. de T. y de be ser llenada por el jefe de sección ó supervisor de man-tenimiento y el responsable del área solicitante, los datos por anotar son:

RECIBI DE CONFORMIDAD.

El responsable del área solicitante cruzará con una "X" el círculo correspondiente (sí ó no).

NOMBRE Y FIRMA.

El mismo anotará su nombre y firma.

FECHA.

Anotará la fecha en que la O. de T. quedó oficialmente terminada.

EXPLIQUE.

Si en el primer punto de este bloque cruzó el "NO" debe -- anotar las razones por las cuales no acepta.

COMENTARIOS.

El supervisor de mantenimiento ó jefe de sección hará alguna observación pertinente sobre el trabajo en caso de juzgarlo necesario.

III.3.11.-Archivo de la O. de T.

Después de que la O. de T. ha sido oficialmente terminada, se archivará agrupándola de acuerdo a las necesidades de la planta (se sugiere por áreas y por equipos).

III.3.12.-Situaciones de emergencia,

- 1) Al presentarse una emergencia en una área, ésta debe ser comunicada al Departamento de Mantenimiento por la vía más rápida posible y enviar una O. de T. con carácter de emergencia.
- 2) El Departamento de Mantenimiento atenderá inmediatamente la O. de T. con el personal y material necesario.
- 3) Si el Departamento de Mantenimiento no dispone del personal necesario en ese momento:
 - a) Si la emergencia corresponde a una especialidad en particular y todo el personal de dicha especialidad es insuficiente; se deberá auxiliar con personal de otra especialidad.
 - b) Si están efectuando otros trabajos, deben dejarlos pendientes y atender la emergencia.

- c) Si la emergencia ocurre en un turno en que sólo hay una parte del personal de mantenimiento y no es suficiente, se llamará al Jefe de Mantenimiento para que se haga -- cargo de la situación.
- 4) Si la situación exige algún cambio en el diseño original -- de las instalaciones, debe contarse con la aprobación del -- Jefe de Mantenimiento, para efectuarlo.
- 5) Una vez que se haya resuelto el problema, el Jefe de Mante-- nimiento, el Jefe de Sección de Mantenimiento y el responsa-- ble del área solicitante analizarán la emergencia para evi-- tar que se vuelva a repetir.

III.3.13.-Manejo de las copias de la O. de T.

A continuación se detalla la secuencia de manejo de las copias de la orden de trabajo. Para esto, se respeta la misma -- división de bloques del formato de la O. de T.

a) La orden de trabajo consta de :

Hoja	Color	Dirigido a
Original	Blanco	Contabilidad
Copia	Verde	Area solicitante
Copia	Amarilla	Mantenimiento
Copia	Rosa	Area solicitante

b) Emisión de la O. de T.

-Los datos del bloque No.1 deben aparecer en el original y todas las copias.

-El área solicitante envía la O. de T. a Mantenimiento.

c) Recepción de la O. de T.

-Los datos del bloque No.2 deben aparecer en el original y todas las copias.

-Se entrega la copia rosa al área solicitante.

d) Añignación y diagnóstico.

Los datos del bloque No.3 aparecen:

- Asignados, tipo de mantenimiento y firma del Jefe de Sección ó supervisor, en el original y las dos copias.
 - Los datos restantes en las dos copias.
 - El C. de M. archiva temporalmente el original y entrega las dos copias al supervisor de mantenimiento.
- e) Ejecución del trabajo.
- Los datos del bloque No.4 deben aparecer en la copia amarilla.
 - El supervisor de mantenimiento entrega la copia amarilla al trabajador y archiva temporalmente la copia verde.
- f) Reporte del trabajo ejecutado.
- Los datos del bloque No.5 deben aparecer en las dos copias
 - El supervisor regresa la copia amarilla al Jefe de Sección de mantenimiento con los datos del bloque No.5 y los que correspondan al bloque No.6
- g) Obtención de costos.
- Los datos del bloque No.6 deben aparecer en el original y las dos copias.
 - El jefe de sección de mantenimiento regresa las dos copias al C. de M. con los datos del bloque No.5 y los que le corresponden al bloque No.6
 - El coordinador pasa los datos del bloque No.6 al original y completa los datos de dicho bloque.
- h) Entrega y recepción de la O. de T.
- Los datos del bloque No.7 deben aparecer en el original y las dos copias.
 - El C. de M. envía el original y las dos copias al área solicitante dejándole la copia verde una vez que se hayan completado los datos de dicho bloque.
 - El coordinador envía el original a contabilidad y archiva la copia amarilla.

III.3.14.-Instrucciones de llenado de la tarjeta de registro.

1) Descripción de la forma.

La tarjeta de registro se muestra en el anexo No.4 y se divide en cuatro secciones:

- La 1a. sección es para el registro del equipo. En esta sección aparecen datos de especificaciones, de identificación, de costos de adquisición e instalación, etc.
- La 2a. sección es para el registro del Programa de Mantenimiento Preventivo de dicho equipo.
- La 3a. sección es para el registro de refacciones en existencia para el equipo en cuestión.
- La 4a. sección es para el registro histórico de los trabajos de mantenimiento realizados en ese equipo.

2) Llenado de la forma.

2) 1.-Llenado de la 1a. sección.

Esta sección está subdividida en tres partes:

- La primera, situada en la parte superior, consta de dos renglones y en ella se asientan los datos de identificación del equipo.
- La segunda, que es un espacio en blanco, ahí se asientan los datos técnicos del equipo.
- La tercera, situada en la parte inferior, consta de tres renglones en los que aparecen los datos históricos y de costos.

a) Llenado de la primera parte; Se anota en:

DESCRIPCION.

Nombre con el que identifica al equipo.

LOCALIZACION.

El sitio de la planta donde se ubica el equipo.

CODIFICACION.

El número del catálogo de cuentas asignado al equipo.

MARCA, MODELO.

Serie, clase, tipo: los números ó letras ó combinación de ambos que aparecen en la placa de datos del equipo asignados por el fabricante.

b) Llenado de la segunda parte.

-En la segunda parte aparece un espacio en blanco para datos técnicos. Estos datos son conforme al equipo de que se trate. A continuación se presenta una lista de los datos que como mínimo debe tener cada tipo de equipo.

MOTORES ELECTRICOS.

Voltaje, amperaje, potencia, frecuencia, R.P.M., No. de fases, elevación máxima de temperatura, frame, factor de utilización, diagrama de conexiones, tipo de acoplamiento, No. de rodamientos, etc.

TRANSFORMADORES ELECTRICOS.

Capacidad en KVA, voltaje primario, amperaje primario, No. de fases, impedancia, voltaje secundario, litros de aceite, tipo de aceite, peso del aceite, peso del núcleo y devanado, peso del tanque. Para el control eléctrico de enfriamiento se tiene: voltaje, amperaje, capacidad interruptiva, No. de fases No. y tipo de elementos térmicos, tamaño de fusibles.

BOMBAS.

Capacidad, velocidad normal, presión de descarga, NPSH req. - fluido, temperatura del fluido, diámetro del impulsor, tipo - No. de álabes, No. de pistones, diámetro y carrera, potencia requerida.

COMPRESORES.

Capacidad, presión de descarga, potencia requerida, velocidad diámetro y carrera de pistones.

RECIPIENTES.

Capacidad, presión de diseño, presión de trabajo, temperatura material de fabricación, material almacenado, espesor, peso, largo, ancho, alto, diámetro, prueba hidrostática.

INTERCAMBIADORES DE CALOR.

Capacidad, fluido enfriado, presión de trabajo, prueba hidrostática, superficie de intercambio, No. de placas, presión y temperatura de los fluidos a la entrada y a la salida.

HOMOGENEIZADORES, CLARIFICADOR, ENVASADORAS, DEODORIZADORES LAVADORA DE BOTES Y CANASTILLAS, ETC.

El Jefe de Mantenimiento define qué datos técnicos deben registrarse.

TRANSPORTADORES.

Capacidad de carga, material a transportar, largo y ancho -- del transportador, velocidad ó capacidad de movimiento.

c) Llenado de la tercera parte. Se anota en:

- Fecha de instalación; día mes y año en que se terminó la instalación.
- Localización de información técnica; el código asignado en el archivo técnico donde se encuentra la información del equipo.
- Fabricante; el nombre de la empresa que fabricó el equipo.
- Proveedor; nombre de la empresa que vendió el equipo.
- Factura No., Número de la factura con que se pagó dicho equipo.
- Fecha de compra; el día, mes y año en que se efectuó la compra.
- Costo del equipo; el precio del mismo.
- Costo del transporte; el costo de llevar el equipo hasta la planta.
- Costo de instalación; costo del montaje del equipo.

2) 2.-Llenado de la segunda sección.

En la primera columna, aparece la inscripción: paquete No. y en las restantes, un número progresivo del 1 al 53

Llenado:

En la primera columna se anotan los números de identificación del paquete de mantenimiento preventivo que se va a efectuar en el equipo. En las columnas restantes se marcarán con una cruz el número que identifica la ó las semanas del año en que se llevará a cabo dicho paquete.

2) 3.-Llenado de la tercera sección.

Consta de cuatro columnas. En la primera aparece la inscripción: Descripción.

En la segunda: Código No.

En la tercera: Parte No.

En la cuarta: Existencia Max. Min.

Llenado:

-En la primera columna (descripción) se anota el nombre de las partes del equipo que más probabilidades de falla tengan.

-En la segunda columna, el número de código que se le asigna a esa parte en el almacén.

-En la tercera columna, el número asignado a esa parte en la información técnica del equipo.

-En la cuarta columna se anota el número máximo y mínimo de unidades de dicha parte que debe existir en el almacén.

2) 4.-Llenado de la 4a. sección.

Consta de 8 columnas principales:

Columna No.	Descripción.
1	Fecha de realización.
2	Orden de trabajo No.
3	Duración de la reparación.

Columna No.	Descripción.
4	Tipo de Mantenimiento.
5	Clase de reparación.
6	Causa de la falla.
7	Parte del equipo/frecuencia.
8	Costo de la orden de trabajo.

Llenado:

- En la primera columna se anota el día, mes y año en que se efectuó el trabajo.
 - En la segunda columna se anota el número de identificación de la Orden de Trabajo.
 - En la tercera columna se anota el tiempo en que se efectuó la reparación; es decir, el tiempo que intervino el Departamento de Mantenimiento.
 - En la cuarta columna se anota: MC si se trata de Mantenimiento Correctivo, MP si es Mantenimiento Preventivo.
 - En la quinta columna se cruza el cuadro correspondiente al tipo de reparación.
- Para normalizar el uso de los conceptos que aparecen en las subcolumnas, a continuación se definen dichos conceptos:
- Reparación Mayor.-Es todo aquel trabajo en que el costo de la reparación rebasa el 10% del costo del equipo.
- Reparación Menor.-Todo aquel trabajo cuyo costo sea menor del 1% del costo del equipo.
- Reparación normal.-Todo aquel trabajo en que el costo esté entre el 10% y el 1% del costo del equipo.
- Reemplazo.-Es aquel trabajo en que el equipo instalado es sustituido.
- Ajustes.-Todos aquellos trabajos encaminados a corregir una pequeña desviación para el funcionamiento correcto del equipo.

Modificaciones.-Todo aquel trabajo en que se cambia ya sea la localización, el diseño, las características tanto del e-quipo como de las instalaciones.

Otros.-Cualquier trabajo que no esté comprendido en las de finiciones anteriores.

-En la sexta columna se cruza el cuadro correspondiente al origen de la falla.

-En la séptima columna, en las líneas diagonales, situadas en en la parte superior, se anotarán los nombres de las partes del equipo con más probabilidades de falla. Por ejemplo: en un motor eléctrico se pondrían, balero frontal, balero posterior, cuñero principal, flecha, bobinado, puntas de conexión, portabalero frontal, portabalero posterior, base, ventilador. Los nombres de las partes del equipo son los conceptos de las columnas. Se cruza el medio cuadro correspondiente a la parte del equipo que falló y en el otro medio cuadro se anota el período de tiempo en meses entre la falla anterior y la actual.

Ejemplo:

Se trata de un motor eléctrico cuyo balero se cambió el 10 de enero-82, el 3 de julio-82, el 2 de septiembre-82. El balero posterior se cambió el 3 de julio y el 4 de noviembre-82 y el 8 de diciembre-82.

Estos datos aparecen en la figura que se muestra a continuación.

-En la octava columna se anota el costo del trabajo, desglosándolo en costo de horas-hombre (HH) y costo de material, obteniéndose el costo total de cada trabajo. En la última columna se va totalizando el costo de todos los trabajos realizados en el equipo durante su vida de trabajo.

III.4.-Nivel de Mantenimiento.

No existe ninguna fórmula ó ecuación en la que, sustituyendo valores, nos dé un resultado que pueda ser interpretado como una situación de mantenimiento en ese momento. Podríamos decir que la función de mantenimiento es una función de trayectoria, en la cual es importante conocer el punto de partida y analizar punto por punto todo el camino que ha seguido el mantenimiento hasta el punto donde se quiera hacer la evaluación.

Por lo tanto, evaluar la función de mantenimiento, sólo se puede hacer en base a registros históricos, empleando técnicas estadísticas y estableciendo un punto de comparación. Aquí se ha hablado de optimizar los recursos y técnicas de mantenimiento, con el objeto de minimizar los costos, sin perjuicio para el personal, equipo, calidad del producto e instalaciones de la planta.

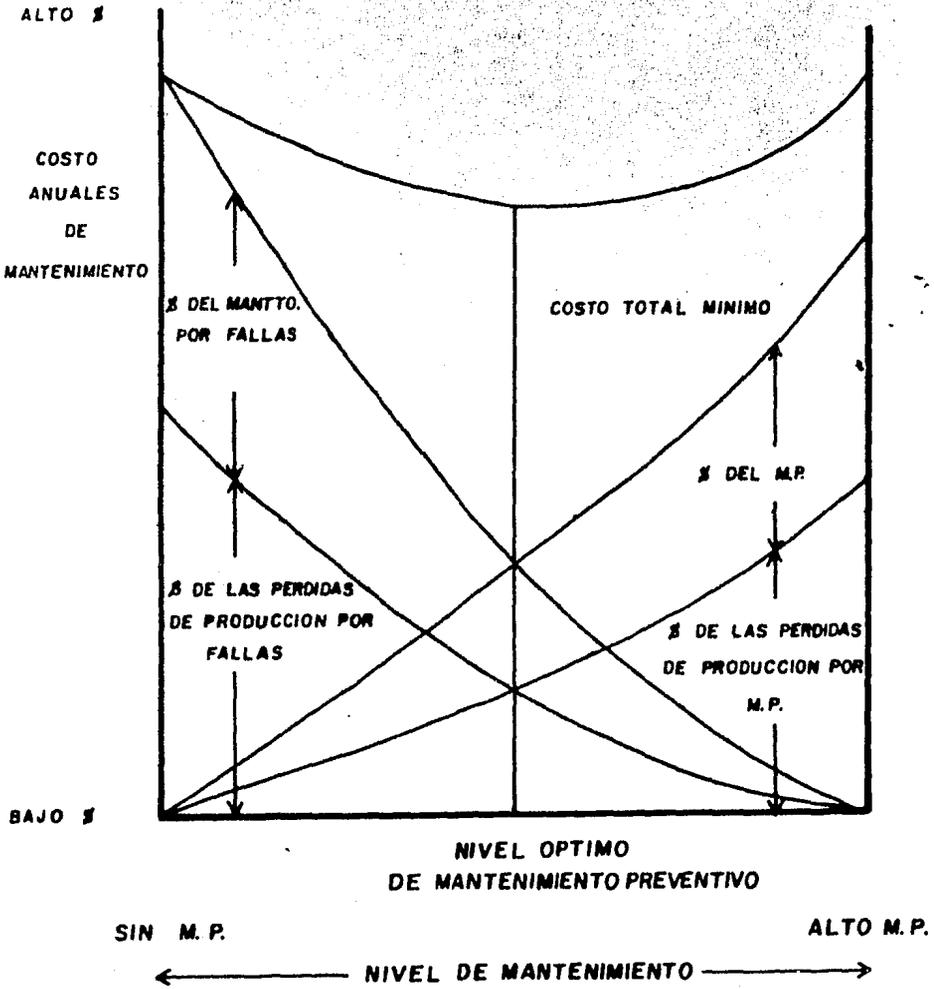
Se ha hablado de la sistematización de las actividades de mantenimiento correctivo, con el fin de sentar las bases para la implementación del mantenimiento preventivo, logrando con todo ello, mantener en óptimas condiciones los equipos e instalaciones de la planta; y como consecuencia de todo esto, se han definido los procedimientos para tener registros históricos de mantenimiento de los equipos, distribución y cuantificación exacta de los costos de mantenimiento, etc.

Con toda esta información reunida, si ésta se maneja en forma adecuada, se puede observar con el tiempo el desempeño del Departamento de Mantenimiento en función de costos.

En la siguiente figura se muestra cómo puede variar la función de mantenimiento, utilizando mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

La figura ilustra cómo el costo de poseer un equipo en..

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO



... la planta varía según se aplica más dinero para el Mantenimiento Preventivo.

El "nivel de mantenimiento" (eje horizontal) se traza -- contra el "costo de propiedad" (eje vertical). No hay escala unitaria en la figura, pero refiriéndose al extremo izquierdo, se ve que sin M.P. (nivel bajo de mantenimiento planeado) el costo de reparaciones y costo de pérdidas de producción causado por fallas, son altos. Refiriéndose al extremo derecho de la figura, se observa que con un alto nivel de mantenimiento (pero excesivo costo de M.P.) es posible lograr una situación de NO efectuar reparaciones esencialmente azarosas ó imprevistas y sin fallas. Naturalmente que los dos extremos son indeseables, ya que el mantenimiento en exceso y los costos de M.P. son demasiado altos; y por el otro lado, el bajo mantenimiento y los costos de reparaciones y fallas, también son demasiado altos.

Entonces el nivel óptimo debe estar en alguna parte del medio. Sumando el costo de M.P., el costo de reparaciones y el costo de pérdidas de producción por M.P. y llamándole "Costo global de mantenimiento" se obtiene otra curva. El nivel deseado es, por lo tanto, el nivel donde el costo controlable es mínimo ó los costos totales son mínimos donde los costos de M. P. igualan la suma de reparaciones más los costos de pérdidas de producción.

La gráfica nos sirve para comprender claramente la importancia de hacer, en primer lugar, mantenimiento preventivo y en segundo lugar, encontrar el nivel óptimo de M.P., el cual, consecuentemente nos llevará a obtener los menores costos posibles tanto en mantenimiento, como en pérdidas de producción por fallas.

El llegar a obtener los niveles óptimos de mantenimiento como se partió de la premisa de que es información histórica

... la que se maneja; no se puede lograr en corto tiempo, sino generalmente, es una labor de uno ó dos años y se debe hacer - en forma constante.

III.5.-Índices de eficiencia.

Como se dijo anteriormente, no existe ninguna regla que - dé la eficiencia de la función de mantenimiento, pero sí se -- pueden determinar índices de eficiencia particulares, los cua- les, combinados nos darán una idea de la función del manteni-- miento. Dichos índices se exponen a continuación:

III.5.1.-Disponibilidad de equipo.

Es el porcentaje del tiempo del mes que el equipo se man- tiene trabajando productivamente.

$$DE = \frac{H. Programadas - H. Mantenimiento}{H. Programadas} \times 100$$

III.5.2.-Costo real de mantenimiento.

Es la suma de los costos ó gastos de refacciones, materia- les, mano de obra, gastos indirectos, gastos por contratistas, etcétera.

$$M = \$M.O. + \$Refacc. + \$Contrat. + .. etc.$$

III.5.3.-Cobertura de Mantenimiento Preventivo.

Es el porcentaje de las H.H. aplicadas a inspecciones y actividades de M.P. con respecto al total de la fuerza de tra- bajo disponible en H.H. de mantenimiento.

$$C_{MP} = \frac{H.H. Utilizads en M.P.}{H.H. Disponibles en mantto.} \times 100$$

III.5.4.-Emergencias.

Es el porcentaje de la fuerza de trabajo en H.H. que se utiliza en reparaciones de equipo no programadas, con respecto a la fuerza de trabajo disponible en H.H. de mantenimiento.

$$E = \frac{\text{H.H. Utilizadas en emergencias}}{\text{H.H. Totales en mantenimiento}} \times 100$$

III.5.5.-Tiempo extra.

Es el porcentaje en H.H. de la fuerza de trabajo que se utiliza adicionalmente a la jornada normal, con respecto a la fuerza de trabajo disponible de mantenimiento en H.H.

$$T_{\text{ex}} = \frac{\text{H.H. Extras}}{\text{H.H. Total de Mantto.}} \times 100$$

III.5.6.-Contratos.

Es el porcentaje de las H.H. de personal contratista con respecto a la fuerza de trabajo en H.H. disponible en mantenimiento.

$$T_c = \frac{\text{H.H. por contratista}}{\text{H.H. Total por Mantto.}} \times 100$$

III.5.7.-Cobertura de programa.

Es la cantidad en H.H. ejecutadas en O. de T. programadas con respecto a las H.H. disponibles en mantenimiento.

$$C_p = \frac{\text{H.H. O. de T. progr.}}{\text{H.H. Total de Mantto.}} \times 100$$

III.5.8.-Eficiencia de planeación.

Es la relación de las H.H. estimadas en las O. de T. contra H.H. reales invertidas en las mismas órdenes.

$$N_p = \frac{\text{H.H. Estimadas en O. de T.}}{\text{H.H. Reales en O. de T.}} \times 100$$

III.5.9.-Productividad.

Es la relación del tiempo trabajado efectivamente en un mes, con respecto al tiempo disponible en el mes.

$$P = \frac{\text{H.H. Trabajadas efec. en el mes}}{\text{H.H. Disponibles en el mes}} \times 100$$

Estos 9 índices se considera, que es necesario el llevarlos, porque dan una idea de cómo está trabajando el manteni...

... miento en diferentes puntos y consecuentemente se sabe en que aspectos se debe mejorar.

Otra razón por la cual es conveniente calcular los índices, es que con el tiempo se pueden determinar los estándares, por ejemplo:

Del total de H.H. asignadas a M.P. se considera como bueno un 30 ó 40 % del total de H.H. disponibles de mantenimiento.

III.6.--Evaluación de la función de mantenimiento.

El coordinador de mantenimiento, al constituirse en el -- centro de información, es la persona que junto con su personal son responsables de evaluar la función de mantenimiento y elaborar toda clase de reportes que sobre mantenimiento se consideren necesarios, tanto para el mismo departamento como para las demás áreas, inclusive la gerencia. Por lo tanto, se considera que con los implementos que se tienen se pueden hacer los siguientes reportes y evaluaciones.

III.6.1.--Evaluación de la función de mantenimiento.

La gráfica siguiente nos dará una idea global del comportamiento de los costos de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo comparados con las pérdidas de producción -- por fallas imputables a mantenimiento.

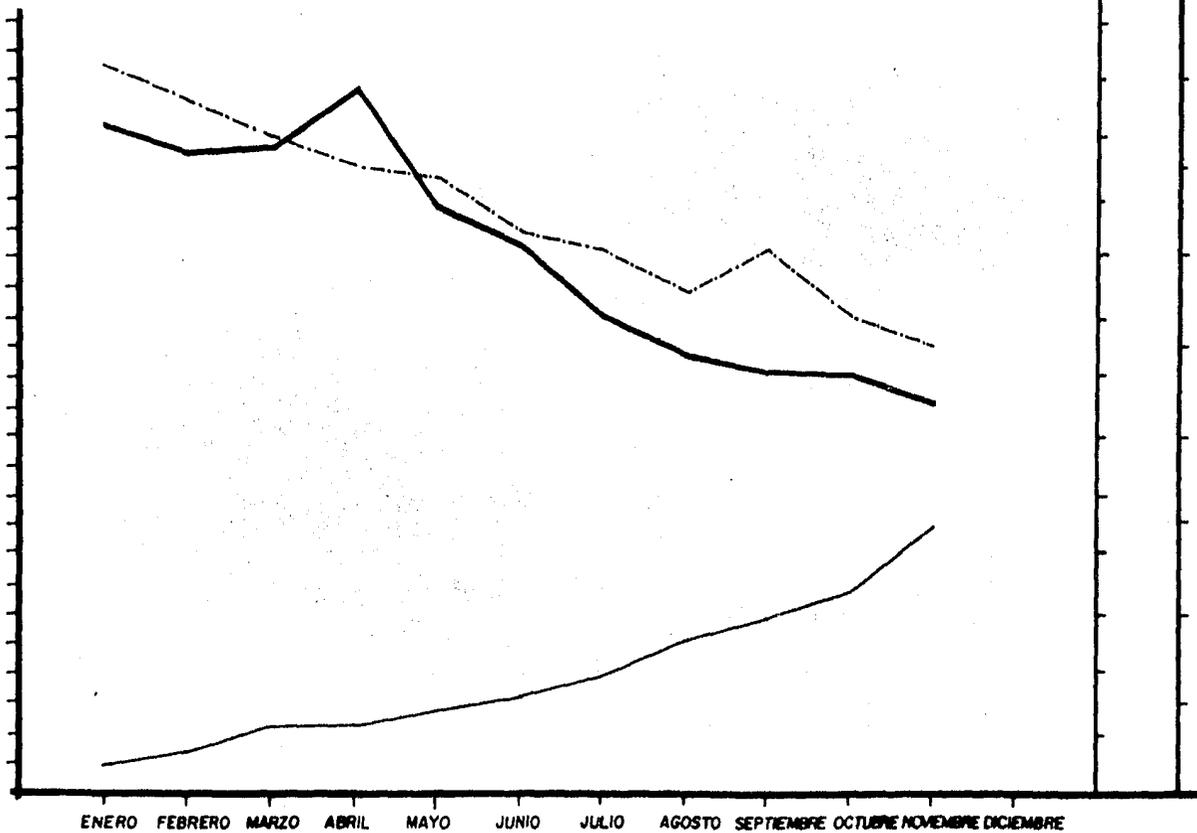
En la gráfica, es necesario establecer el costo de las horas de producción de las diversas áreas, para poder diseñar la escala a la que serán referidas las pérdidas de producción.

Asímismo, deben conocerse los costos promedios mensuales que se hagan por mantenimiento para poder diseñar las escalas respectivas.

La gráfica nos da una idea de las tendencias de los costos en cuanto se inicie la implantación de un sistema de M.P. y servirá para determinar el nivel de mantenimiento.

PERDIDAS
PRODUCCION
POR FALLAS

M.R. M.C.



— COSTO DE PERDIDAS DE PRODUCCION POR FALLAS DE EQUIPO IMPUTABLES A MANTENIMIENTO
— COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P.)
- - - COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (M.C.)

III.6.2.-Reportes de Mantenimiento.

Los reportes que el Departamento de Mantenimiento puede emitir, son entre otros los siguientes:

- a) Demanda mensual de los servicios de mantenimiento por areas.
- b) Distribución mensual de los recursos de mantenimiento por areas.
- c) Costo mensual de M.C. y M.P. por areas.
- d) Elaborar la gráfica anterior.
- e) Calcular los índices de eficiencia.

IV.-ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO.

IV.1.-Organización del Departamento de Mantenimiento.

La organización del Departamento de Mantenimiento en su nivel 1 , 2 y 3 está compuesta por:

- Superintendente de Mantenimiento y Servicios.
- Ingeniero de Planta.
- Jefe de Sección Eléctrica e Instrumentos.
- Jefe de Sección Mecánica.
- Coordinador y Programador de Mantenimiento.
- Supervisores mecánicos de turno.
- Supervisores eléctricos de turno.
- Supervisor de Mantenimiento Civil.
- Dibujante.
- Secretarias.
- Auxiliar.

En el anexo No.2 se observa el organigrama del Departamento de Mantenimiento.

IV.2.-Documentos de Control.

a) Orden de Trabajo.

La Orden de Trabajo es el documento clave para la administración del mantenimiento sobre el que se va a controlar la calidad, costo y tiempo de los trabajos; tanto de mantenimiento preventivo como correctivo, por lo tanto, es de extrema importancia que tanto las personas involucradas en el sistema de mantenimiento por parte de las áreas solicitantes, como de las de la sección de mantenimiento conozcan a fondo este documento y comprendan la gran utilidad que representa su uso como elemento clave dentro del sistema de mantenimiento. Es además, el documento oficial para que cualquier área solicite un trabajo de mantenimiento.

En el anexo No.3 se muestra la orden de trabajo.

b) Archivo Técnico.

El archivo técnico lo constituye toda la información técnica que sobre los equipos e instalaciones se tenga, como son planos, dibujos, manuales de operación y mantenimiento, etc. El Departamento de Mantenimiento será responsable de captar y controlar dicha información para los fines necesarios.

c) Registros históricos ó tarjetas.

El registro histórico de mantenimiento lo constituye una hoja de kardex por cada equipo considerado como importante y donde se vacía toda la información técnica generada por un servicio de mantenimiento al equipo y tomada de los datos asentados en la orden de trabajo.

Tal información servirá para los objetivos del mantenimiento preventivo, el control de refacciones, la reposición de equipo, etc., y será captada y procesada por el Departamento de Mantenimiento. La hoja de registro Histórico de los equipos (anexo No.4), se constituye junto con la Orden de Trabajo en la parte medular de la Sistematización de las actividades de Mantenimiento.

d) Paquete de Mantenimiento Preventivo.

Esta forma (anexo No.5) se utiliza para implantar el Mantenimiento Preventivo; en ella se anotan las rutinas de mantenimiento que deben efectuarse a los equipos cada determinada frecuencia, especificando las actividades, el personal y tiempo necesarios, así como las refacciones y/o materiales necesarios en cada uno de los trabajos de Mantenimiento Preventivo.

IV.3.-Organización del servicio en el mantenimiento.

A continuación se hace una breve descripción de la organización del servicio en el mantenimiento. La descripción es del primero y segundo nivel del organigrama (anexo No.2).

a) Superintendente de Mantenimiento y Servicios.

(Reporta al Gerente de la planta)

- Es responsable del mantenimiento de planta y de la operación completa de los servicios de la planta.
- Asegura mediante la administración del mantenimiento la óptima utilización de los recursos humanos y materiales.
- Asegura el buen funcionamiento de todas las instalaciones y equipo de la planta.
- Garantiza el adecuado cumplimiento de los programas de mantenimiento en el tiempo programado.
- Vigilar y asegurar la existencia de materiales y/o refacciones.
- Asegurar que el funcionamiento del sistema de mantenimiento sea correcto.
- Procurar el mejoramiento de sus sistemas de trabajo para garantizar un óptimo servicio de mantenimiento.
- Procurar el mejoramiento de la capacidad técnica de su personal.
- Es su responsabilidad asegurar que el Departamento de Mantenimiento esté plenamente integrado a la organización de la planta, a través de la comunicación estrecha con las áreas que le dan servicio a mantenimiento.
- Pugnará siempre por bajar los costos de mantenimiento y fijará las medidas adecuadas para ello sin perjuicio de las instalaciones ó el personal de planta.

b) Jefes de Sección Eléctrica y Mecánica.

(Reportan al Jefe de Mantenimiento)

- Coordinan a sus supervisores en la solución de todos los problemas propios de su especialidad.
- Vigilan la existencia de refacciones y/ó materiales necesarios para sus respectivos trabajos, asimismo determinan la cantidad y calidad de las refacciones y materiales que deben tener en existencia en el almacén.
- Serán atentos observadores de las instalaciones de la planta, tratando de localizar puntos problema, susceptibles de ser mejorados ó normalizados, hacer estudios e ingeniería y proponerlos ante el Superintendente de Mantenimiento.
- Contribuir al mejoramiento de la capacidad técnica de su personal.
- Elaboración de rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos a su cargo y junto con el coordinador de mantenimiento elaborarán programas de ejecución, vigilando que éstos se cumplan, evaluándolos constantemente en tiempo y costo.
- Serán activos participantes en los programas de seguridad industrial.
- Programarán las cargas de trabajo para el personal a su cargo y vigilarán que las actividades de mantenimiento se cumplan en calidad, tiempo y costo adecuados.
- Vigilarán que se cumplan los procedimientos de mantenimiento.
- Mantendrán buena comunicación con todos los jefes de sección, el superintendente de mantenimiento y el personal de las áreas a quienes prestan servicio.
- Contribuirán a la supervisión de la operación de los servicios de planta en sus áreas respectivas.

c) Coordinador de Mantenimiento.

(Reporta al Jefe de Mantenimiento)

- Supervisa el trabajo del personal a su cargo.
- Se constituye en el centro de información de mantenimiento.
- Vigila que los procedimientos que le dan orden a las actividades de mantenimiento, se cumplan tanto por el área solicitante como por el Departamento de Mantenimiento.
- Mantiene una estrecha comunicación con su jefe inmediato y con los Jefes de Sección para intercambiar información acerca de las actividades de mantenimiento.
- Asegura la implementación de los archivos y registros de mantenimiento.
- Vigila junto con los jefes de sección los programas de mantenimiento preventivo.
- Vigila junto con los jefes de sección la existencia de refacciones y materiales.
- Revisa constantemente los registros históricos de mantenimiento, de los equipos para observar su comportamiento y detectar posibles puntos de cambio ó pasos a seguir en su mantenimiento.

d) Ingeniero de la Planta.

- Deberá conocer todos los departamentos de la planta, ser además un agudo observador tratando de localizar todos los puntos susceptibles de mejorar y plantearlos a la superintendencia de mantenimiento, al jefe del departamento involucrado y a la gerencia de la planta.
- Hacer estudios de ingeniería básica para los nuevos proyectos y coordinarlos.
- Mantener una comunicación estrecha con el área de ingeniería a nivel corporativo.

- Atender todas las inquietudes y proposiciones que en base a una detección de necesidades hagan los diferentes Departamentos de la planta.
- Se le responsabiliza de la organización y funcionamiento de la sección de proyectos de ingeniería.
- Supervisa y colabora en la preparación de proyectos para rearrreglos de planta reemplazos y adiciones que incluyen las estimaciones necesarias, planos, diseños, esquemas, cantidades de material, resúmenes de costo y equipos y especificaciones de material.
- Participa en la contratación y en la supervisión de los trabajos que hagan dentro de la planta personal externo, en colaboración estrecha con los jefes de la sección cuya especialidad esté involucrada.
- Participa en todos los estudios de ingeniería industrial que hagan en la planta.

CONCLUSIONES.

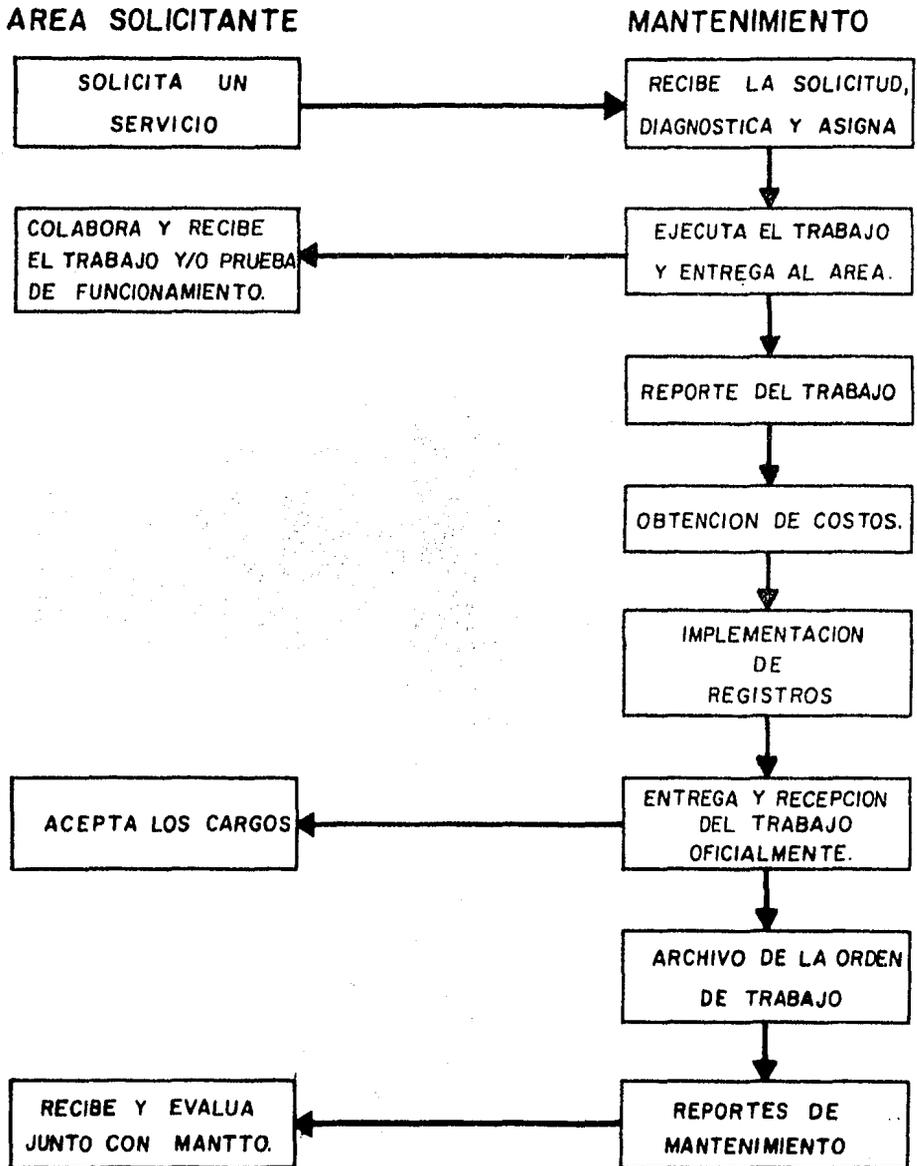
De la información que se obtenga con la implantación -- del sistema de mantenimiento propuesto en este trabajo, de -- los reportes y evaluaciones que se hagan, se podrá marcar la pauta a seguir tanto por el jefe de mantenimiento como por la gerencia de plantas y áreas involucradas en la determinación de los objetivos de mantenimiento, así como los puntos susceptibles de ser mejorados en todos los aspectos del mantenimiento y áreas de producción, etc.

El sistema propuesto no es infalible y por lo tanto, tam poco es inflexible. Puede por consiguiente, estar sujeto a cam bios, sin embargo el poder obtener un cúmulo de información oportuna y real, harán que las decisiones tomadas en la admi nistración y ejecución, sean lo más acertadas dejando así de estar totalmente sujetas a la intuición y experiencia del personal a cargo del mantenimiento de la planta.

ANEXO No. 1

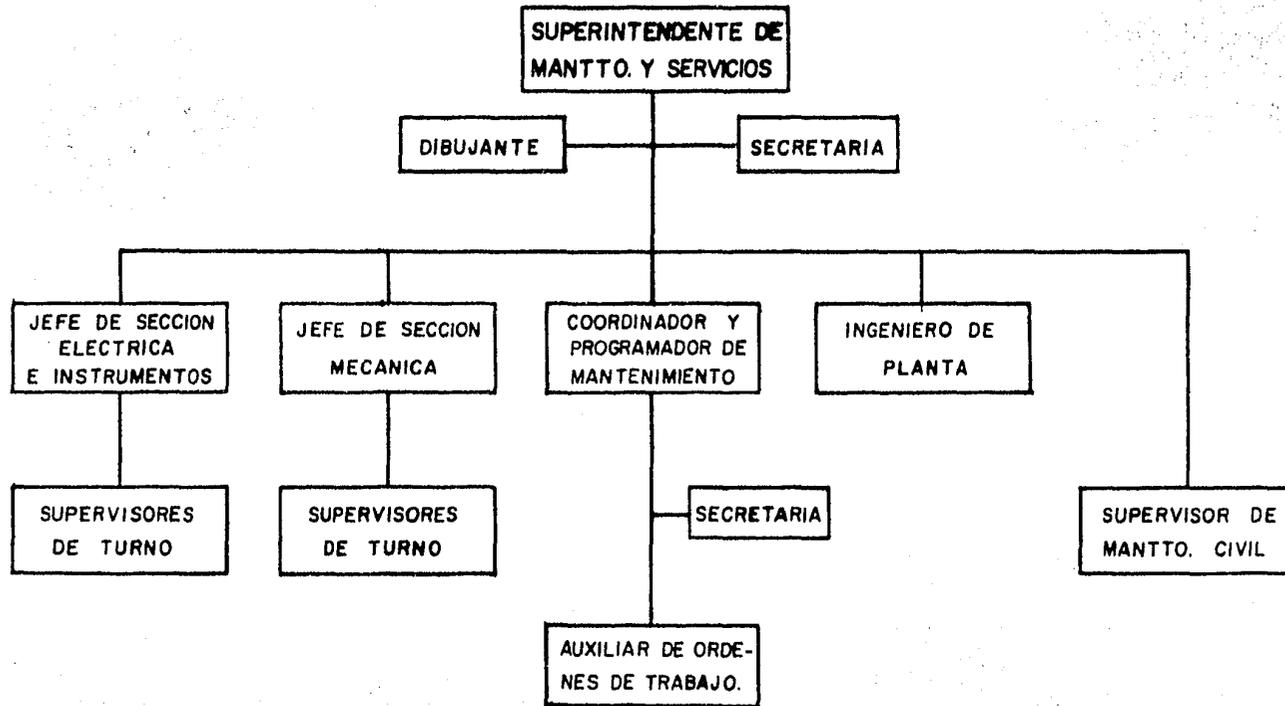
SISTEMATIZACION DE MANTENIMIENTO

DIAGRAMA DE FLUJO



ANEXO No. 2

ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS DE PLANTA.



ANEXO No. 3

ORDEN DE TRABAJO

No. _____

FECHA Y HORA _____

REPORTO No. 2

SOLICITO _____ AREA Y CENTRO COSTO _____

RECIBIO _____

FECHA _____ FECHA Y HORA DISPONIBLE _____

PRIORIDAD (N) (U) (E) (S)

SELLO

DESCRIPCION DE LA FALLA

No. 1

No. EQUIPO _____

LOCALIZACION _____

TITULAR DEL AREA _____

ASIGNADO A: _____ TIPO MANTENIMIENTO (MP) (MC) (MR) (O)

FIRMA SUPERVISOR _____

TRABAJO A REALIZAR SEGUN DIAGNOSTICO

No. 3

FECHA Y HORA PROG. _____

AUTORIZO JEFE MANTTO. _____

FECHA Y HORA INICIAL _____

FECHA Y HORA TERMINADO No. 4

AUTORIZO OPERACION _____

TIEMPO ESTIMADO _____ HRS. _____

TRABAJO REALIZADO

No. 5

CAUSAS DE LA FALLA

AMBIENTE FALLA NORMAL

FATIGA OPERACION DEFECT

DESBALANCED EQUIPO INAPROPIADO

MANTTO. INAPROP. CONECCIONES DEFEC.

FALTA DE M. P. CONDICIONES CRITICAS

DESALINEACION OTRAS

FIRMA SUPERVISOR MANTTO. _____

RECIBI DE CONFORMIDAD (SI) (NO)

NOMBRE Y FIRMA _____

FECHA _____

EXPLIQUE

No. 7

COMENTARIOS

CLAVES:

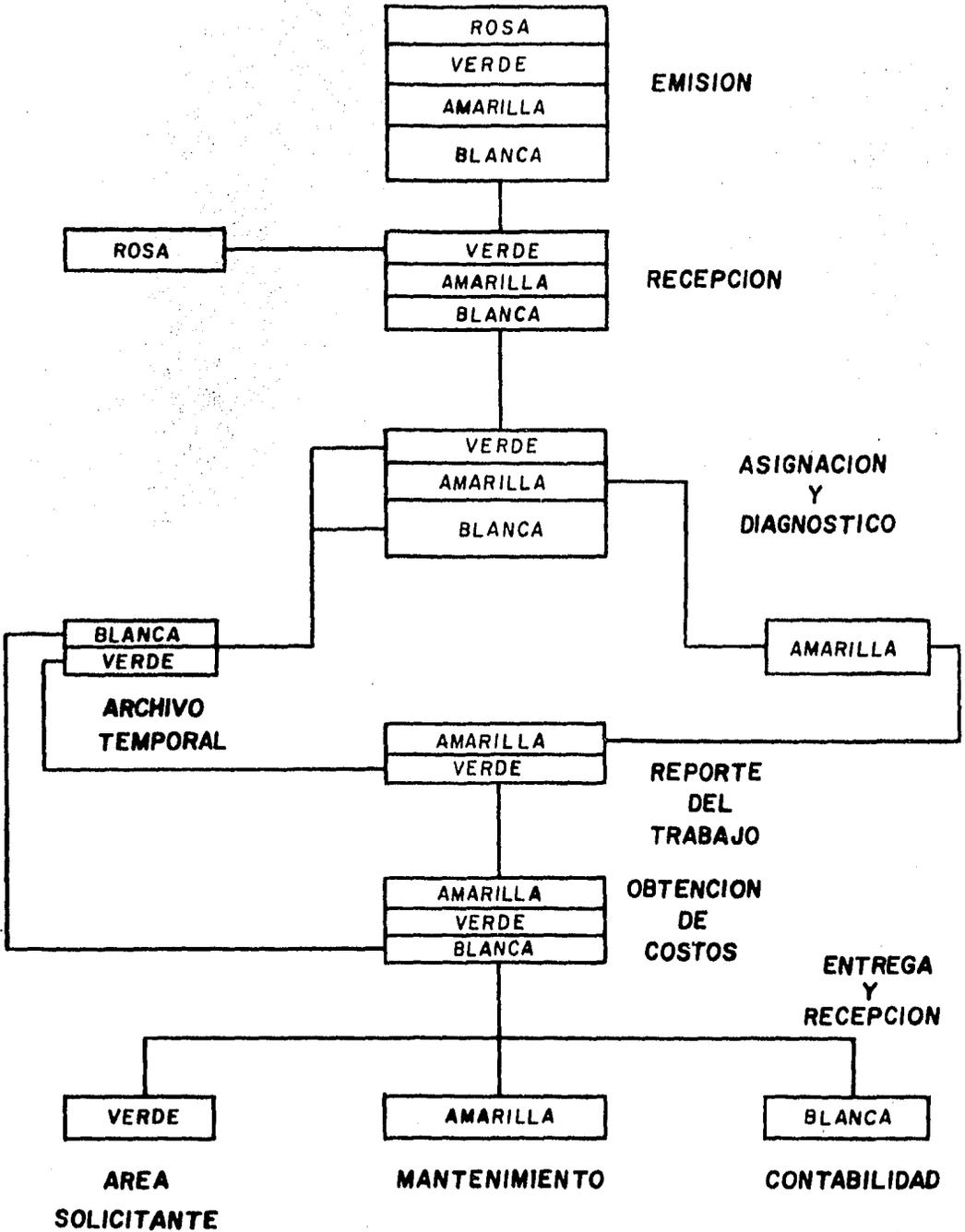
(MP) MANTTO. PREVENTIVO (MC) MANTTO. CORRECTIVO (MR) MANTTO. RUTINARIO (O) OTROS _____

(N) NORMAL (U) URGENTE (E) EMERGENCIA (S) SEGURIDAD _____

ANEXO No. 4

ANEXO No. 5

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS COPIAS DE LA ORDEN DE TRABAJO



ANEXO No.6

BIBLIOGRAFIA.

1.-Administración de mantenimiento industrial.

E.T.Newbrough.

- Editorial Diana,1974

2.-Apuntes de Diseño de sistemas productivos.

Ing.Juan José Dimatteo C.

Facultad de Ingeniería

3.-Elementos de Ingeniería Industrial.

Juan José Trujillo del Río.

Editorial Limusa,1980

4.-Estadística.

Murray R.Spiegel

Mc.Graw-Hill,1970

5.-Estadística Simplificada.

H.T. Hayslett Jr.

Compañía General de Ediciones,1982

6.-Introducción al estudio del trabajo.

Organización Internacional del Trabajo.

7.-La Administración en el Mantenimiento.

Dounce Villanueva

Editorial C.E.C.S.A. México,1976

8.-Maintenance Engineering Handbook.

L.C.Morrow

Mc.Graw-Hill Book Company,1966

9.-Organización y gestión de la producción.

Manuel Fraxanet de Simon

Editorial Hispano Europea,1973

10.-Psicología Industrial

Blum y Nailor

Editorial Trillas México,1976