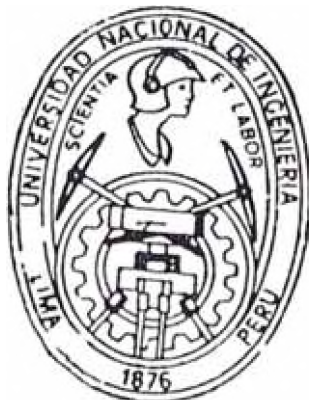


# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

## **FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



### **INFORME DE INGENIERIA**

#### **// PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN INSTALACIONES SANITARIAS EN HOSPITALES Y EDIFICACIONES.**

**Presentado por:**

**Bach. Alberto Eduardo Bisbal Sanz**

**Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Sanitario**

**Lima, Noviembre de 1996**

*A MIS PADRES ERNESTO Y  
MARIA ISABEL QUE ME  
ENSEÑARO EL CAMINO DEL  
BIEN Y A LUCHAR EN  
CUALQUIER CIRCUNSTANCIA  
DE LA VIDA*

*A MI QUERIDA ESPOSA  
FRESCIA Y A MI HIJO  
SEBASTIAN POR SU  
ENTUSIASMO Y APOYO  
INCONDICIONAL*

*A MIS PROFESORES,  
VERDADEROS QUIJOTES DE  
LA EDUCACION A TODOS  
ELLOS POR LAS ENSEÑANZAS  
QUE SIEMPRE NOS DAN.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*AL INGENIERO PABLO ROBERTO PACCHA HUAMANI, POR SU ENSEÑANZA Y SUS CONSEJOS EN LA ELABORACION DEL PRESENTE TRABAJO.*

*AL INGENIERO ROGER SALAZAR POR SUS CONTRIBUCIONES Y EXPERIENCIA.*

*A LA INGENIERO NIEVES VERASTEGUI UGAZ POR BRINDARME ACCESO E INFORMACION EN EL HOSPITAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS.*

*AL BACHILLER IVAN SALGUERO POR SU APOYO CON INFORMACION HOSPITALARIA.*

*A LOS SEÑORES CARLOS THAIS MAYO Y WALTER VILLANUEVA MERCADO, GERENTES DEL GRUPO ATP, POR SU APOYO INCONDICIONAL EN MI DESARROLLO PERSONAL Y PROFESIONAL.*

*A MIS HERMANOS ERNESTO, MARIA MILAGROS Y JUAN CARLOS POR SU PACIENCIA Y COMPRESION.*

*A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS POR SU EMPUJE A LA CULMINACION DE MI CARRERA PROFESIONAL.*

## INFORME TÉCNICO

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN INSTALACIONES SANITARIAS EN HOSPITALES Y EDIFICACIONES.

#### INDICE

INTRODUCCION..... 4

#### *CAPITULO 1 : ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.*

- Consideraciones Generales.....	6
- Principios de Organización.....	8
- Políticas de Operación.....	10
- Prácticas de Operación que puede seguir el Mantenimiento.....	16
- Informes de Mantenimiento a la Gerencia e Interdepartamentales.....	23
- Mantenimiento Preventivo.....	29

#### *CAPITULO 2: PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO.*

- Estimación de los Costos de Mantenimiento y Reparación.....	47
- Manual de Mantenimiento.....	52
- Simplificación del Trabajo en el Mantenimiento.....	55

- Proceso Manual de Datos.....	66
--------------------------------	----

### ***CAPITULO 3: MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE SERVICIO***

- Bombas Centrifugas.....	72
- Válvulas.....	75
- Tuberías.....	84
- Sistemas Automáticos de Aspersión. Lucha Contra Incendios.....	89
- Ablandadores. Desionizadores.....	92

### ***CAPITULO 4: MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO***

- Introducción.....	100
- Antecedentes.....	100
- Objetivos.....	101
- Metodología de la Elaboración de Programas de Mantenimiento.....	102
- Rutinas de Mantenimiento Preventivo.....	103
- Inventario de Partes Mantenidoas. Edificio Lima - Hospital Rebagliati.....	109
- Programa Semestral. Edificio Lima - Hospital Rebagliati.....	139

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>167</b>
--	------------

<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>170</b>
--------------------------	------------

## INTRODUCCION

El presente es un informe de ingeniería relacionado con mi experiencia laboral desde mi egreso de ésta casa de estudios en el año 1993.

Mis inicios laborales fueron en una empresa privada dedicada a la consultoría de servicios de ejecución, operación y mantenimiento de instalaciones en general en edificaciones de todo nivel ya sean de entidades públicas como hospitales, sedes centrales, ministerios, etc., e inmuebles particulares.

La empresa tomó mis servicios con el propósito de cubrir la plaza en el área de mantenimiento en instalaciones sanitarias, ocupando la jefatura de mantenimiento de los distintos contratos que la compañía celebraba con sus respectivos clientes.

Fue así como la mayor parte de estos tres años me dediqué a desarrollarme y afianzarme en la programación, ejecución de estrategias y políticas para la implementación de un sistema que permitiera a estas edificaciones contar con un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado.

Es por ésto que el informe que presento está relacionado con la ejecución del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de dos de las sedes principales con las que una de las instituciones mas grandes del estado, conocida como el Instituto Peruano de Seguridad Social, cuenta.

Estas dos edificaciones son:

- El Edificio Lima, sede central del IPSS a nivel nacional con sus oficinas administrativas del Complejo Arenales, y
- El Hospital Central Edgardo Rebagliati Martins.

El enfoque se basa principalmente en iniciar el informe con explicar el sentido de la existencia de un adecuado programa de mantenimiento preventivo para después continuar con el desarrollo del propio plan o programa en las dos sedes antes mencionadas, pasando por sus respectivos inventarios de partes a mantener, rutinas de mantenimiento y el programa semestral de mantenimiento preventivo.

***CAPITULO 1***

***ORGANIZACION Y ADMINISTRACION DEL  
MANTENIMIENTO***

## CONSIDERACIONES GENERALES

¿Por qué una Edificación u Hospital necesita de un Departamento de Mantenimiento en Instalaciones Sanitarias? La respuesta a ésta pregunta es la base para desarrollar los conceptos generales y la ideología básica de la organización de Ingeniería Sanitaria de Mantenimiento, y aunque la respuesta parezca obvia, en la práctica a menudo se pierde de vista.

La justificación de un grupo de Ingeniería Sanitaria de Mantenimiento se encuentra en que sirve para asegurar la disponibilidad de máquinas, edificios y servicios que se necesitan en otras partes de la organización para desarrollar sus funciones, a una tasa óptima de rendimiento sobre la inversión, ya sea que ésta inversión se encuentre en maquinaria, en materiales o en recursos humanos. La función de mantenimiento debe considerarse como parte integral e importante de la organización, que maneja una fase de las operaciones.

El costo de mantenimiento se ha convertido en la mayor parte del costo total de operación, y el grupo de Ingeniería de Mantenimiento, en una unidad importante de la Edificación. Independientemente del tremendo aumento en importancia, del costo y de la complejidad de la función de mantenimiento, es necesario recordar que la función existe porque es una faceta necesaria de la operación de toda la planta, y no una unidad autosuficiente. Es una parte de un grupo, que puede tener éxito únicamente cuando funciona sobre base cooperativa. No puede ser una estrella individual que brille para su propia gloria.

Se le conceden varios nombres a la función de mantenimiento y al grupo que se encarga de ésta responsabilidad,

Para que haya una clara comprensión del área que se va a cubrir en aspectos posteriores, es indispensable una definición de Ingeniería de Mantenimiento.

La Ingeniería Sanitaria, además puede dividirse en cuatro categorías: Ingeniería Sanitaria de Desarrollo, Ingeniería Sanitaria de diseño, Ingeniería Sanitaria Constructiva e Ingeniería Sanitaria de Mantenimiento. La Ingeniería Sanitaria de Desarrollo cubre la fase exploratoria del procesamiento de materiales. La Ingeniería Sanitaria de Diseño implica la transferencia de nuevos procesos, nuevos desarrollos en planos completos y las especificaciones que puedan utilizarse para la fabricación o construcción de equipo. La Ingeniería Sanitaria Constructiva emplea éstos planos y especificaciones para construir e instalar el equipo y los edificios y servicios necesarios. *La Ingeniería Sanitaria de Mantenimiento* se refiere a los problemas cotidianos de conservar la planta en buenas condiciones de operación.

Con frecuencia la actividad real del grupo de Ingeniería Sanitaria de Mantenimiento caerá dentro de las otras categorías, pero en el tratamiento subsecuente de las funciones y organización de la Ingeniería



Sanitaria de Mantenimiento, se utilizará la perspectiva que se acaba de señalar.

## PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN

Al establecer una organización de mantenimiento, es esencial reconocer:

1. Que la necesidad básica es mantener una planta a un nivel de acuerdo con bajo costo y alta productividad.
2. Que todo el personal de supervisión debería ser seleccionado de acuerdo con las obligaciones y responsabilidades implícitas.
3. Se debe dar igual trato al personal calificado.
4. El tratamiento de la era automática y atómica indica una mayor necesidad de las técnicas y habilidades de la Ingeniería Moderna.

Se presenta un Organigrama. El Ingeniero de una pequeña planta puede llegar a la conclusión de que no es aplicable para ella. Sin embargo, los mismos deberes y responsabilidades existen en la pequeña planta y en la grande, excepto que algunos aspectos de Ingeniería no pueden incluirse o que no existen algunas condiciones de operación. Los problemas de una planta pueden ser desgaste y abrasión, en otra puede ser la corrosión. Esto quiere decir que consideraciones como revestimientos de protección, materiales para impedir la corrosión y el efecto de la operación de aceites y grasas, pueden ser diferentes en ambas plantas. Así como las consideraciones de esfuerzo, diseño, desgaste y tolerancias. Pero todas las plantas tienen problemas de mantenimiento y necesitan una organización de mantenimiento para manejarlos. Dicha organización debe ser organizada y administrada en forma correcta.

La organización que se muestra en la gráfica señala un Ingeniero de planta y su asistente. El tipo de operación de planta a través del comité empleado actualmente en las plantas Industriales, requiere que el Ingeniero de Planta dedique bastante tiempo a analizar los problemas de costos, producción y otros aspectos de ingeniería, con el fin de mejorarlos. Los servicios de un ayudante o asistente se necesitan para administrar la ejecución y los aspectos del personal de la organización.

El organigrama muestra que el ingeniero de energía se responsabiliza de la operación, del mantenimiento y del control de la planta de energía. El combustible en renglón de alto costo y el ingeniero de energía debe establecer controles, normalmente basados en el equilibrio térmico y en la eficiencia de los costos, para operar el mínimo de equipo con un máximo de eficiencia. Para mantener su planta en forma adecuada, él debe utilizar los mismos procedimientos, métodos y controles usados para mantener la maquinaria y equipo. En algunas plantas hay un grupo de mantenimiento de energía que le reporta al Ingeniero de Energía. En otros casos el mantenimiento del equipo de la planta de energía se responsabiliza de la organización de la planta de mantenimiento. En cualquier caso el principal trabajo de taller y fabricación de herramientas es una función de la organización del mantenimiento de la planta que se interesa por la inversión mínima. Las mismas reglas se aplican a los proyectos, construcciones y asistencia de ingeniería, siempre que sea posible.

El siguiente departamento principal que se muestra en el organigrama es “Mantenimiento”, encabezado por un ingeniero titulado y dividido en dos fases: áreas y talleres. Los Ingenieros prestan servicios a ambos y los supervisan.

El Ingeniero de Área se responsabiliza de los procedimientos, controles, costos, mejoras, adiestramientos y técnicas. Su función es trabajar con el personal de supervisión de la operación, ayudar al adiestramiento de sus mayordomos, analizar costos y condiciones para la reducción de tiempo ocioso y mejoría de equipo, destacar la seguridad industrial y las buenas relaciones entre los empleados y utilizar la ayuda de la ingeniería, siempre que sea posible.

En la operación de talleres, la función principal es el servicio a las áreas, incluyendo energía. Este grupo ocupa un status secundario en el que el trabajo se origina en las áreas o proviene de construcciones pequeñas.

En operaciones grandes, el trabajo de taller puede ser la función principal del grupo de pequeñas construcciones, dejando a los talleres centrales que dependan totalmente en lo que se refiere a la carga de trabajo de las áreas. Sin embargo las inversiones en herramientas y maquinarias actualmente son de tal magnitud que el servicio máximo a la operaciones debe ser una consideración de primer orden.

Hasta aquí nos hemos referido a los aspectos de supervisión de la organización de una planta de trabajos de ingeniería; veamos ahora los aspectos de nómina y observemos que cambios ha habido en éste grupo. Es importante mencionar que la cantidad de técnicos en las áreas puede variar de diez a quince por coordinador, mientras que en los talleres puede llegar a ser hasta de un coordinador por cada veinticinco trabajadores. Al mismo tiempo estamos intentando tener técnicos en las áreas y utilizarlos en mas de una cuadrilla. Consecuentemente, nuestro problema es decidir los tipos de trabajos o de puestos cubiertos por la carga de trabajo de la planta y determinar:

1. ¿Cuáles son los instrumentos que se requieren; son manuales, maquinas movidas manualmente o motorizadas y cuál el equipo y herramientas?
2. ¿Hasta dónde llega el trabajo de reparación en relación con materiales, métodos y técnicas?
3. ¿Hasta dónde el taller de fabricación reduce el campo del trabajo?
4. ¿Hasta que grado deben usar contratistas externos?
5. ¿Hasta qué grado deben adiestrarse los técnicos?
6. La importancia y uso de pequeñas herramientas en cuanto que es cubierta por el control de cuartos de herramientas.





## POLITICAS DE OPERACION

### POLITICAS CON RESPECTO A LA UBICACION DEL TRABAJO

**¿Programar o no programar?** La programación del trabajo es una de las herramientas más efectivas que puedan usarse en el mejoramiento de la eficiencia de cualquier departamento de mantenimiento. La forma de programar puede variar desde planear lo que va a asignarles un mayordomo a sus operarios en un día de trabajo, hasta un sistema de planeación elaborado y centralizado que emplea especialistas para distribuir todo el tiempo de cada técnico en trabajos específicos. colocación de cualquier departamento de ingeniería de mantenimiento debe terminarse hasta el punto en que este rango logre los resultados óptimos en lo referente a utilización de la fuerza de trabajo. Debe haber tanta planeación como sea necesaria para la eficiencia total, hasta que el sistema de costos arroje resultados mejores que el costo de operar sin ella.

En general, se acepta que en cualquier departamento de mantenimiento donde haya más de diez hombres y más de dos o tres cuadrillas, cierta planeación puede producir un mejoramiento en la eficiencia, además de la colocación diaria de las tareas por sus mayordomos. A medida que aumenta el tamaño de la organización de mantenimiento, se incrementa el grado hasta el cual se puede formalizar la planeación de trabajo y la cantidad de tiempo que se debe dedicar a esta actividad.

**¿Cuánta programación?** Existen limitaciones prácticas al alcance o amplitud de cualquier sistema de programación. Un programa muy detallado resulta anacrónico después de una o dos horas de uso, porque las emergencias limitan su valor. Sin embargo, si la realización indica de un sesenta a un ochenta por ciento de adhesión al programa durante las operaciones normales, el valor del mismo es efectivo. La justificación de cualquier sistema de programación requiere la determinación de su efectividad en términos de mejoría de la eficiencia o sea, pesos ahorrados. Cuando haya algún sistema de incentivos o de medición del trabajo, la respuesta ya está disponible, pero en la mayor parte de los departamentos de mantenimiento no hay tal método definitivo y los únicos criterios son las tendencias generales de los costos de mantenimiento y la calidad del servicio. Algunos aspectos que se deben considerar en la elaboración de un procedimiento seguro para programar el trabajo son :

*Unidad de trabajo.* La mayor parte de los programas detallados se elaboran en términos de horas-hombre, o si se usa tiempo estándar, en fracciones de horas. Otros sistemas de programación tienen medio día-hombre como unidad mínima de trabajo. Otros tiene como base un día-hombre o la semana-hombre.

*Tamaño de los trabajos programados.* Algunos sistemas de programación de trabajo utilizan tanto los pequeños trabajos como los grandes. Otros programas incluyen solamente los trabajos grandes, en los que la cantidad de personas y el tiempo empleado son considerables.

*Porcentaje de la carga total de trabajo programada.* Aunque en algunos casos todos los trabajos se pueden programar, los sistemas más efectivos reconocen la incapacidad de cualquier departamento de ingeniería de mantenimiento para



anticipar todos los trabajos, especialmente los de tipo de emergencia, y no intentan programar a toda la fuerza de trabajo. Una parte de la fuerza de trabajo disponible se deja libre para asignarla rápidamente a los trabajos de emergencia u otros trabajos que merecen prioridad y que no han sido considerados en el momento de la programación.

*Duración o alcance de la programación.* El alcance del tiempo de la programación, o el tiempo cubierto por el programa, es otra variable que debe considerarse. Algunos sistemas de programación no intentan cubrir las reparaciones provenientes de interrupciones y se limitan al mantenimiento rutinario preventivo y al trabajo grande que pueda anticiparse o programarse con bastante anticipación. En dichos casos, basta una distribución mensual o quincenal de la fuerza de trabajo. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, un programa semanal con un alcance de tiempo de dos o tres días produce buenos resultados y es suficientemente flexible para manejar la mayor parte del trabajo imprevisto. En situaciones extremas, un programa diario con duración de 16 o 18 hr. puede ser necesario para proporcionar el control requerido. Sin embargo, una solución más funcional para esta situación implica la introducción de un programa maestro por un mínimo de una semana, con posibilidad de modificarlo a diario.

#### **Selección e implementación de un sistema de programación.**

*Flujo de requisiciones de trabajo.* Antes de que se pueda inicializar cualquier programa formal, se debe formalizar el método de requisición de trabajo del departamento de mantenimiento. Esta requisición puede tomar la forma de una descripción del trabajo o boleta del trabajo, listando los requerimientos de personal o equipo, o puede ser en forma de una hoja de trabajo en la que se acumula el mismo tipo de información a través de comunicación verbal o escrita. Independientemente de la forma que tome esta información, debe dirigirse a un punto central, si es que se va a usar un sistema de programación. En una planta pequeña éste puede ser el superintendente de taller, el superintendente de mantenimiento, o el ingeniero de planta. En un departamento mayor de mantenimiento, debe hacerse a través de una persona o de un grupo de asesores.

La cantidad de información en la requisición de trabajo depende en gran parte del tipo de talento utilizado por el grupo programado. Si la persona encargada de la planeación está totalmente familiarizada con las requisiciones de trabajo y se puede determinar el tipo de cuadrillas que se necesitan, el equipo que se requiere y cualquier otra información necesaria para la programación, bastará un resumen de los trabajos. Por otra parte, cuando la complejidad del trabajo es tal que resulta prácticamente imposible para cualquier persona disponer de esta información, o si la persona a de la programación no tiene el adiestramiento necesario para analizar el trabajo, entonces la información sobre el trabajo requerido debe presentarse en forma más detallada. Debe incluirse la cantidad requerida de horas-hombre, el tipo de cuadrilla, el tiempo oportuno, la relación entre cuadrillas, la localización y disponibilidad de las partes y del equipo, y cualquier requisición especial en relación con la coordinación con los programas de producción o con el personal. El método por el cual se obtiene esta información y se transmite al centro de programación se controlará por el sistema de requisiciones de trabajo, ya sea el que está en funcionamiento, o el seleccionado para usarse antes de que se formalice como procedimientos de programación.

*Coordinación y expedición.* En la ejecución de un sistema efectivo de programación es necesario incluir las consideraciones prácticas para lograr que se haga el trabajo y que se haga en forma económica. Si un mayordomo, guiado por sus técnicos y por sí mismo sobre el supuesto de que el trabajo debe terminarse en el momento exacto que él estimó, continúa asignando sobre su estimación del tiempo necesario, es obvio que surgirán la confusión, el trabajo incompleto y las cuadrillas ociosas. Una programación formal, elaborada semanalmente y seguida en forma ciega, logrará los mismos efectos. Se requiere un centro de expedición o de asignaciones de trabajo para que use el programa formal como base, modificándolo continuamente para corregir los errores en el tiempo estimado y los problemas imprevistos de trabajo y de coordinación de los cambios entre diferentes cuadrillas, producción y equipo. De nuevo, si aquí sólo existen uno o dos mayordomos, esto puede ser un ajuste informal de tipo de discusión. Pero sí hay muchas cuadrillas y un gran número de personas en el departamento, un centro de despacho o de expedición para ajustar las asignaciones de trabajo aumentará la eficiencia de la fuerza de trabajo y la efectividad de un programa formal de trabajo. Este centro de despacho o de expedición debe tener suficiente conocimiento de causa para entender las relaciones entre las cuadrillas y la división adecuada del trabajo entre las mismas. Debe tener la confianza de los hombres que supervisan la fuerza de trabajo y también la autoridad para alterar las asignaciones de trabajo y para lograr la organización más efectiva del trabajo que se debe hacer. Las comunicaciones entre este centro y las cuadrillas de campo deben ser de tal naturaleza que el centro de despacho tenga conocimiento permanente de la dispersión de los trabajadores, de la disponibilidad del equipo y del progreso del trabajo.

También es fundamental que cualquier cambio o trabajo inesperado que no haya sido incluido en el programa sea canalizado a través del centro de despacho. Normalmente éste se puede incorporar dicho tipo de trabajo en forma más eficiente que lo que es posible lograr al seleccionar al azar a los técnicos más cercanos o por usar intervención de las autoridades superiores en el problema.

*Determinación de la prioridad.* Cualquier organización de mantenimiento en que se maneje eficientemente el aspecto laboral de la carga de trabajo, ya sea en términos de tiempo o cantidad, excede la disponibilidad de hombres y/o equipo; un departamento asesorado para una demanda máxima dispondrá de frecuentes intervalos de inactividad y de la pérdida subsecuente de eficiencia. Por este motivo, existe el problema de definir el orden en que se va a llevar a cabo el trabajo, o de establecer prioridades, y es un factor importante en la programación. En una planta pequeña, con un departamento de producción y una organización pequeña de mantenimiento, el establecimiento de prioridades puede resolverse a través de discusiones ocasionales entre mantenimiento y producción. Sin embargo, a medida que crece la planta y se requiere que el departamento de mantenimiento proporcione servicios a más de un departamento de producción, el problema de la asignación equitativa y eficiente resulta de mayor importancia. Surge aquí uno de los problemas más serios para mantener buenas relaciones entre los departamentos de producción y mantenimiento. Con demasiada frecuencia los puestos, las condiciones de trabajo, la cercanía o la localización geográfica en relación con los talleres



centrales, influyen en el orden de asignación de trabajo. Esto puede disminuir la eficiencia total de la planta.

Los medios para determinar la prioridad del trabajo figuran con más importancia en el establecimiento de un sistema de programación de trabajo. Aparentemente, una solución a este problema debería reservar decisiones, en relación con las prioridades, a una persona que esté en posición de juzgar el efecto sobre la realización total de la planta. Sin embargo, en una planta de cualquier tipo, esto resulta impráctico, debido al gran número de decisiones de prioridad que deben tomarse y a la dificultad en la valuación de los resultados.

Naturalmente, el gerente de la planta u otra persona a la que le informe, tanto el departamento de producción como el de mantenimiento, tiene la palabra final, si es que el problema no puede resolverse en un nivel más bajo. Se obtiene un servicio más efectivo si las cosas pueden ser manejadas a un nivel inferior. Si el personal de mantenimiento únicamente su opinión sobre la importancia del trabajo, normalmente se dificultarán las relaciones con la supervisión de producción. Se deben arreglar y acordar algunos medios cooperativos de determinar las prioridades por la producción y el mantenimiento, para evitar fricciones y lograr rápidamente una programación eficiente.

#### **Mantenimiento preventivo o mantenimiento de interrupción**

El mantenimiento preventivo ha sido ampliamente reconocido como de extrema importancia en la reducción de los costos de mantenimiento y en el mejoramiento de la confiabilidad del equipo. En la práctica toma muchas formas. Hay programas exhaustivos que cubren cada parte del equipo, con inspecciones periódicas que incluyen el registro de partes retiradas o deterioradas. Estos registros son una base para mantener el equipo en buena condición, mientras está en operación y señalarán la necesidad de reparaciones mayores y reemplazos, antes de las interrupciones. Otros programas de mantenimiento preventivo pueden consistir simplemente en un buen programa de lubricación, acompañado de un examen superficial de los defectos principales. En este apartado no se intentan tratar detalladamente estos sistemas, sino señalar algunos factores que deberían considerarse al establecer el alcance de un programa de mantenimiento preventivo y algunos otros instrumentos que pueden ser usados para el mismo fin, o sea, reducción del costo de mantenimiento y del tiempo ocioso.

Dos factores principales que deben controlar el alcance de un programa preventivo son: primero, el costo del programa comparado con la reducción de la medición cuidadosa en los costos totales de reparación y realización de mejoras en el equipo; y segundo, el porcentaje de utilización del equipo conservado. El establecimiento de un programa amplio de mantenimiento preventivo debe tratarse con precaución. Es posible que el costo del programa exceda al costo total de mantenimiento, si se usa el tratamiento de mantenimiento de interrupción. La detención de cierto equipo, sin ninguna otra razón que la inspección periódica y el ajuste, puede resultar intolerable desde el punto de vista de producción. Incluso si hay un tiempo programado disponible en el equipo para inspecciones, el programa sólo se puede justificar si se reducen los costos de mantenimiento. En este caso es equitativo añadir el costo del tiempo de la interrupción sólo si resultara imposible reprogramar la producción en otro equipo. Si el costo de preparación para una inspección de

mantenimiento preventivo es básicamente el mismo que el costo de reparación después de un paro proveniente de las inspecciones preventivas, la justificación cargo es muy débil. Por otra parte, si la interrupción puede producir daños serios al equipo y una reparación mucho más costosa, debe tomarse en consideración la programación del tiempo de inspección. Más aún, en la planta promedio el mantenimiento preventivo debe diseñarse para llenar la función de diferentes renglones del equipo, en lugar de aplicarse en la misma forma a todo el equipo. Por ejemplo, en una planta química se puede justificar una mayor dosis de mantenimiento preventivo de los instrumentos y de otro equipo, debido a su disponibilidad general y a la facilidad de su acceso. Tal programa evitará demoras costosas, de una inversión mucho mayor en la capacidad productiva que la que representa el instrumento por sí mismo. En la misma categoría se encuentran las piezas claves de equipo en muchas otras líneas integradas de fabricación; como contrapartida, las inspecciones periódicas de pequeños motores eléctricos y transmisores de energía pueden con facilidad exceder el costo unitario de reemplazo en el momento del paro.

Por supuesto, un programa de reemplazo de unidades puede producir costos más bajos de mantenimiento cuando es impráctico el mantenimiento preventivo total. Por ejemplo, en una planta que usa muchas bombas, un programa de estandarización, aunado a un inventario total de las bombas, puede usarse ampliamente y proporcionar un programa muy satisfactorio para este equipo. Esta ideología de “llanta de refacción” se puede ampliar a muchos otros componentes o subensambles, con resultados satisfactorios.

### **Ingeniería preventiva.**

A una de las herramientas más importantes en la minimización del tiempo ocioso, si es posible un programa convencional de mantenimiento preventivo, se le llama “Ingeniería Preventiva”. Esto que parecería ser la aplicación del sentido común al diseño del equipo de ingeniería de mantenimiento, es un campo que a menudo se relega. Frecuentemente los ingenieros de mantenimiento están tan ocupados manejando las reparaciones de emergencia o en otras actividades cotidianas, que no tienen la oportunidad de analizar las causas de las interrupciones o paros no previstos que los mantienen tan ocupados. Aunque la mayor parte de los ingenieros tienen sus ojos abiertos para detalles como mejores empaquetamientos, baleros de larga duración y mejoramiento de los sistemas de lubricación, la verdadera ingeniería preventiva va más allá de esto y consiste en separar realmente una cantidad específica de técnicos para analizar los incidentes de los paros no previstos y determinar dónde se necesita realmente el esfuerzo; posteriormente, a través del rediseño, la sustitución, los cambios y especificaciones y otros procedimientos semejantes, se reduce la frecuencia de las fallas y del costo de reparación.

Esto se puede manejar por un grupo especial que actúe como una unidad de los costos o puede incluirse como una de las funciones del ingeniero de mantenimiento. Algunas compañías pueden tener grupos que realmente desarrollen y prueben el equipo, para promover más actuación libre de mantenimiento. La ayuda de accesorios de equipo puede pedirse a este mismo grupo. Sin embargo, se debe recalcar que este tipo de programa requiere dirección inteligente para asegurar que el tiempo y el dinero se gastan en las áreas donde es más posible que se obtenga un mayor rendimiento. Una bomba específica, que opere bajo condiciones anormales, muestra una gran incidencia

de fallas, pero debido a la sencillez con que se la repara tiene un bajo costo total de mantenimiento, y si fuera la única de su tipo en la planta, difícilmente se justificaría un programa intensivo de investigación para reducir el costo de mantenimiento. Por otra parte, un solo componente, como un malacate en una máquina rotatoria, aunque tenga un bajo costo unitario de reemplazo, puede fallar con tanta frecuencia y perjudicar tantas máquinas que el costo total anual sería de muchos miles de pesos. En este caso, una investigación que se concentre en la razón o causa de la falla de una unidad, podría ser muy provechosa. La ingeniería preventiva efectiva puede funcionar solamente cuando se la reconoce como una actividad independiente de tipo de investigación, que no puede incluirse efectivamente en el programa de un hombre que se ocupa de apagar fuegos”.

## **PRACTICAS DE OPERACION QUE PUEDE SEGUIR EL MANTENIMIENTO**

En este capítulo, las prácticas de operación se tratan para la “planta existente” y para la planta “nueva o adicionada”.

### **Planta existente**

Un tratamiento de las prácticas de operación para la planta existente debe incluir muchos apartados, los cuales, considerados en conjunto, cubren los principios de realización del trabajo, control de costos, ingeniería de mantenimiento y prácticas normales; mantenimiento correctivo, que implica mejoramiento de diseños y mejores materiales de construcción; y preplaneación y medición. La relación de los apartados específicos con el total será aparente.

**Carga de trabajo.** Al adoptar las prácticas de operación, es necesario determinar la carga de trabajo. Se calcula y obtiene de los registros que cubren el trabajo de mantenimiento, tanto principal como secundario, desarrollado en todo el equipo de producción y accesorios durante un tiempo considerable, así como en los servicios que se rinden a la producción cuando está funcionando. En plantas donde las construcciones menores son una función del departamento de mantenimiento, también es importante la carga de trabajo, porque involucra personal, equipo, herramientas, métodos y programación. En plantas donde es alto el costo de capitalización por empleado, interesa desde el punto de vista económico que los talleres centrales funcionen tanto como sea posible, con los requerimientos totales de mantenimiento y construcciones pequeñas. Hacer esto permite el uso de mejores métodos y herramientas, así como la mejor utilización de la fuerza de trabajo.

**Control de la orden de trabajo.** El control de la orden de trabajo, para llevar a cabo la ejecución ordenada de la carga de trabajo -un aspecto básico de la práctica efectiva de operación-, presupone: el uso de un sistema de órdenes de trabajo o de órdenes de reparación; que se cubra todo el trabajo, principal y secundario; que dicho trabajo esté descrito adecuadamente; y que las órdenes cruzadas de trabajo que afecten las áreas, talleres, cuadrillas especializadas y construcciones menores, sean cubiertos por una orden cruzada. (Una orden cruzada es igual que una para orden normal para cualquier grupo que la reciba).

Cuando se satisfacen estas condiciones, se pueden determinar los requerimientos de trabajo para satisfacer todas las demandas de reparaciones. Se indican las cargas de requerimientos, tanto normales como totales. Se señalan los requisitos de equipo que requieren el servicio mayor y más costoso. Se pueden adoptar índices para mejorar la realización del trabajo.

La forma de orden de trabajo (aún no mostrada) deberá proporcionar espacio suficiente para cubrir la descripción del trabajo, los materiales y herramientas requeridos y las instrucciones pertinentes sobre seguridad y cantidad y monto de la especialización. En la misma forma lo deberá hacer la orden cruzada. En algunas plantas, donde el trabajo de preplaneación se ejecuta por otras personas que no son supervisores, se puede una forma separada para registrar esta información. En cualquier caso, los registros de trabajo efectuado deben ser suficientes para fines de desarrollo y registro. La forma de orden de trabajo

también debe mostrar cargos, registros de equipo y espacios para la aprobación de la supervisión de operación y mantenimiento, basados en los requerimientos de la planta.

Las órdenes en blanco se permiten para algunos tipos de trabajo. Normalmente se elaboran sobre base mensual o anual. A medida que aumenta la amplitud del mantenimiento preventivo, se incrementa la cantidad de órdenes en blanco. Cuanto mayor sea el alcance de los trabajos por las prácticas normales, será menor la necesidad de escribir órdenes formales repetitivas.

### **PRACTICA NORMAL EN EL MANEJO DE ORDENES DE TRABAJO**

1. **TITULO :** Control de órdenes de trabajo.
2. **DEFINICION:**  
El control de órdenes de trabajo es un medio por el cual se ejecuta cada tipo de trabajo de mantenimiento, tanto si su alcance es principal o secundario; éste queda definitivamente cubierto por una forma normal escrita, que muestra el trabajo que se requiere, el cual se describe en forma adecuada; está aprobada y es emitida por la autoridad correspondiente y sirve como registro.
3. **PROPOSITO:**  
Permite que un supervisor de mantenimiento analice y programe su trabajo; proporciona un medio de revisar los trabajos en lo referente a costo, necesidad, magnitud, etc., tanto antes como después de haberse realizado. Ayuda a la supervisión de operación en la determinación de la necesidad del trabajo y proporciona a la supervisión de mantenimiento los medios para estimar y programar el trabajo, de acuerdo con los mejores requerimientos de la planta.
4. **ALCANCE:**  
El control de órdenes de trabajo se asegura a través del uso de cuatro tipos órdenes :
  - a. Una orden normal usa una forma estándar. Se emite para cubrir trabajos no repetitivos que requieren más de cuatro horas-hombre. La responsabilidad para terminar el trabajo corresponde al mayordomo de la cuadrilla clave.
  - b. Una orden cruzada es una orden normal emitida por el mayordomo de la cuadrilla a otro mayordomo.
  - c. Una orden en blanco es una orden estándar o mensual emitida por el departamento de trabajos de ingeniería y aprobada por producción, para cubrir una serie de trabajos normales programados y repetitivos.
  - d. Una orden de machote se prepara en una forma separada por un mayordomo de producción y se envía a un mayordomo del área de mantenimiento, para cubrir trabajos básicamente no repetitivos que requieran menos de cuatro horas-hombre. También puede usarse por los mayordomos de cuadrilla para trabajos pequeños.
5. **RESULTADOS :**
  - a. Proporcionar un contrato escrito para gastar dinero o realizar trabajos.
  - b. Establece un procedimiento donde las aprobaciones definitivas se hacen necesarias.



- c. Ofrece una trayectoria el progreso y terminación del trabajo.
- d. Utiliza los registros disponibles de todo el trabajo realizado, en lo referente a costo de mano de obra y de materiales.

La orden de machote, que representa un registro de trabajo, fue elaborada inicialmente para ser usada dentro de una área, con un mínimo de firmas. Normalmente, cubría trabajos con más de cuatro horas-hombre. La orden de machote también ha sido muy usada para cubrir trabajos de técnicos especializados. Hay muchos pequeños trabajos que pueden realizarse bajo órdenes de machote, especialmente para llenarlas hacia el final del día para cubrir el esquema de un día de trabajo y mantener al personal ocupado en forma adecuada.

Después de haber determinado los requerimientos de la carga de trabajo y de haber elaborado un medio para controlar el trabajo, es esencial que se eliminen todos los factores que significan pérdida de tiempo, para asegurar una realización adecuada del trabajo. Esto se logra a través de la programación diaria, y de los pronósticos semanales.

#### **Programación y pronosticación.**

El tratamiento inicial para programar el trabajo es la base diaria. A través de la programación, la supervisión aprende lo apegada que está a su trabajo, estimado en horas en relación con las horas reales, la cantidad de trabajos que tiene que satisfacer, en contraposición a los requerimientos de la fuerza de trabajo, y los tipos y clases de interrupciones y su influencia sobre la actividad de la programación. En su programa, el supervisor tiene un registro del trabajo de cada día, el cual se puede usar como base para el mejoramiento y corrección.

Los pronósticos semanales incluyen cuotas de trabajo total para todo el personal en todas las cuadrillas o grupos. Muchas tareas afectan a una cantidad de cuadrillas; por ello es esencial que el trabajo se coordine adecuadamente. Esta coordinación se establece en una junta semanal presidida normalmente por un ingeniero de planeación y programación. Cada superintendente de mantenimiento, tanto de cuadrilla como de área, lleva a la junta los requerimientos de trabajo para una semana completa de su personal. También asisten tanto la supervisión de producción como la supervisión técnica. En esta junta, cada mayordomo se concentra sólo en aquellas tareas que requieran la asistencia de otras cuadrillas para la coordinación, y en las prioridades requeridas por las tareas, tal y como se indica por la supervisión técnica y de operación. Los programas se determinan posteriormente, se pasan a máquina y se entregan a todos los interesados. Estos programas semanales sirven como base para la programación diaria de la semana siguiente para cada mayordomo. Para la supervisión técnica y de operación, éste es un programa de cuándo se debe realizar el trabajo no terminado se añade al programa de la siguiente semana y se aclara la razón por la que no se llevó a cabo.

#### **PRACTICA NORMAL EN LA PROGRAMACION DEL TRABAJO DE MANTENIMIENTO**

1. **TITULO :** Programación del trabajo de mantenimiento.
2. **DEFINICION :**

La colocación de las tareas analizadas en un programa diario, de acuerdo con las condiciones de operación, esquemas de producción y materiales y fuerza de trabajo disponibles.

### **3. PROPOSITO :**

Tener disponibles para cada persona en cada cuadrilla o grupo, suficientes tareas para cubrir un día de trabajo, de acuerdo con la prioridad analizada, en lo que se refiere a mano de obra, materiales y herramientas requeridas, y arreglar todo eso en tal forma que al terminar una tarea haya disponible.

### **4. ALCANCE:**

La programación del trabajo de mantenimiento se hace por el supervisor de mantenimiento, auxiliado por un control de órdenes de trabajo y por un empleado de programación. Las tareas analizadas se programan de acuerdo con el personal disponible y se registran en una hoja de programa diario que se hace por duplicado; dicha hoja se prepara para el siguiente día de trabajo a una hora predeterminada durante la tarde de la víspera. Posteriormente se aprueba con el mayordomo general. Se señala con rojo el último trabajo registrado. Cualquier tarea que se añada a esta hoja después de la aprobación general es un trabajo de emergencia, y el Ingeniero de Planeación y Programación investiga su causa.

### **5. RESULTADOS:**

- a. Minimizar la pérdida de tiempo al realizar cualquier tarea de mantenimiento.
- b. Tener disponible para uso directo un registro diario de las actividades de cada mayordomo.
- c. Tener conocimiento de las causas de la nueva programación.
- d. Listar todos los trabajos de emergencia, en relación con su causa.
- e. Proporcionar un medio de adiestrar supervisores en relación con las obligaciones y responsabilidades de sus tareas.
- f. Permitir la correlación de las actividades de producción y mantenimiento.

### **Necesidad de contratistas externos.**

La necesidad de contratistas externos se basa en el tipo de trabajo realizado, en la existencia de trabajos retrasados y en el equipo existente o la falta de él en la planta. Los pintores, albañiles, inspectores de elevadores, reparadores de maquinaria, plomeros y otros que provienen de fuentes externas, se utilizan hasta cierto grado en la mayor parte de las plantas. A medida que declina la carga de trabajo, o que se reducen los programas de producción, puede ser necesario reducir la cantidad de este trabajo externo. El énfasis en el servicio y en la antigüedad induce también a muchas plantas a llevar a cabo una gran parte de dicho trabajo por sus propias cuadrillas. Sin embargo, probablemente siempre habrá cierto tipo de trabajos que puedan ser ejecutados en forma más rápida y barata por contratistas externos. También se debe tener en mente que las jubilaciones aumentan los gastos indirectos de la planta por cada persona empleada.

### **PLANTA NUEVA O ADICIONADA**

Debido a que la información referente a la aplicación de los principios de mantenimiento se dio en la primera parte del capítulo, el tratamiento de planta nueva o añadida incluye solamente requerimientos de los datos básicos.

**Recomendaciones:** Las recomendaciones que incluyan herramientas, equipo, equipo de servicio, organización, lubricación, especificaciones de relleno y tubería, se hacen en la forma de datos y esquemas diseñados previamente, especificaciones y memorándums. Deben proporcionar el equipo adecuado y accesorios para mantener eficientemente la nueva planta.

**Investigación.** Orientación. Familiarícese con el proceso y el equipo. Haga listas del equipo al que se va a servir, basadas en la capacidad de elaboración y productividad.

**Elaboración de la carga de trabajo.** Tabule la cantidad, tipo, localización y costo del equipo de operación, edificios y accesorios, tomando la información de los proyectos estimados. Vuelva a usar estos datos como base de los registros de equipo. Determine el tipo probable y la frecuencia de las reparaciones del equipo, basando sus conclusiones en experiencias anteriores de mantenimiento en plantas semejantes. Si hay nuevos procesos, señale frecuencias arbitrarias y tipos de reparación.

Use los costos de mantenimiento como porcentaje de la inversión de capital, básiase en la experiencia para pronosticar los costos probables anuales de mantenimiento de la nueva planta. Traduzca estos costos en mano de obra y materiales, y el costo de mano de obra en personal requerido. Si no hay datos disponibles de plantas que tengan procesos semejantes, los costos de mantenimiento tendrán que calcularse a como dé lugar.

Divida la carga de trabajo de mantenimiento de la planta en requerimientos por área y por taller. Normalmente se puede hacer una gran cantidad de trabajo, básicamente de fabricación, para todas las áreas en sólo un lugar común.

El principio de tener una planta para varios talleres (talleres de área), localizados en forma central entre las áreas, con talleres de mantenimiento de área localizados donde sea necesario, puede ser lo más efectivo y económico. El taller combinado maneja las tareas de mantenimiento mayores y más costosas. Los talleres de área manejan las tareas pequeñas y repetitivas que corresponden a sus áreas. Se realiza tanto trabajo como se puede en las áreas.

Lleve a cabo una encuesta de los equipos comerciales y de los proveedores industriales en el área propuesta para la planta. Muestre cuántos deben ser los accesorios almacenados y qué equipo de taller está disponible externamente. Esta información puede ser tomada en consideración para señalar espacio para almacenamiento y para el equipo de la planta.

*Elaboración de una organización de mantenimiento.* Una organización se planea para proporcionar la cantidad de personal de nómina y de supervisión requeridas para mantener la planta eficientemente. Los organigramas de las plantas semejantes se usan como guías para señalar responsabilidades, funciones y tipos de personal. La cantidad y los tipos de personal de nómina se determinan a partir de la carga indicada de trabajo y de los costos anuales estimados de mantenimiento.

*Elaboración de los principales requerimientos de equipo mecánico.* (1) Talleres combinados. El taller de herramientas y las recomendaciones de herramientas cortadoras se basan en una revisión de las condiciones de la carga de trabajo y requerimientos de la planta, el equipo disponible en la nueva



área de la planta y los últimos métodos y técnicas para mantener el equipo de la planta. (2) Talleres de áreas. El equipo mecánico y las recomendaciones del anejo de herramientas se hacen por talleres de áreas basándose en los tipos de tareas que se van a hacer en cada área. El grado hasta el cual el ensamble y desensamble de equipo mayor puede efectuarse en las áreas, tiene una importancia considerable en los requerimientos de las herramientas.

*Elaboración de los requerimientos de espacio.* 1. Talleres y almacenes combinados. Los requerimientos de espacio para los talleres de mantenimiento dependen de la cantidad y tamaño del equipo de accesorios que se van a proteger bajo techo, del tipo de trabajo que se va a realizar y de la cantidad de personal que estará trabajando en ellos. Se debe incluir espacio adecuado para el manejo propio, trabajos de almacén y almacenamiento de materiales.

Ciertas cuadrillas ejecutan o realizan un alto porcentaje de su trabajo en lugares fuera de sus talleres. Por ejemplo, los aparejadores electricistas, mecánicos instrumentales, molineros y soldadores, tienen muchos trabajos que pueden o que deben hacerse al descubierto. Cuando ha sido determinado el espacio aproximado para las cuadrillas, los talleres se arreglan funcionalmente en el edificio que incluye talleres y almacenes. Los talleres que ayudan a trabajo otros, con frecuencia están localizados tan cerca como sea posible.

El edificio de talleres combinados se divide normalmente en crujías. Una grúa viajera sirve a todo lo largo y ancho de talleres que trabajan en el área. Los talleres como el mecánico, el de laminado, de ensamble y desensamble, que hacen el mayor uso de esta grúa, se localizan en el área del puente. Otros talleres se pueden localizar funcionalmente en el espacio que queda, conjuntamente con las herramientas, las oficinas de talleres y el equipo de servicio. Se deben tener pasillos para permitir el acceso interno a cada taller. El diseño de edificios les proporciona acceso exterior.

Los templetos y modelos tridimensionales a escala de las herramientas mecánicas y del equipo se pueden usar para hacer una distribución a escala del arreglo de los almacenes y talleres combinados. Esto puede proporcionar un servicio más apropiado al área de almacenes.

La colocación de los talleres de carpintería, pintura y chorro de arena en el extremo del edificio que incluye talleres y almacenes, o en cualquier otra localización, mantiene los talleres principales más limpios, prolongando con ello la vida de muchas herramientas y permitiendo una mejor conservación.

La buena planeación permite que los materiales voluminosos, como tubería, láminas y barras metálicas, se agrupen en los almacenes principales cercanos a los talleres que sirven. Los artículos restantes, que incluyen refacciones y maquinaria extra, también pueden guardarse en el área de los almacenes principales. El almacenamiento de madera o artículos voluminosos puede hacerse en lugares adyacentes a las áreas que sirven.

2. Talleres de área. Los requerimientos de espacio para cualquier taller de área deben proporcionar espacio adecuado para la cantidad propuesta de mecánicos, equipo y accesorios necesarios: oficinas, herramientas y almacenamiento de materiales y lubricantes. Se debe proveer espacio para el

equipo de servicio. Puede resultar benéfico un monorraíl con un montacargas que cubra la longitud del taller.

Se debe proporcionar espacio y herramientas para un pequeño banco de pruebas eléctricas, en un rincón del área del taller. Esto también sirve para lo que requiera prueba o examen de instrumentos y reparaciones.

Puede ser beneficioso colocar, en el exterior, fosas de concreto con todos los requerimientos del servicio adyacentes a cada taller de área. Estas fosas se pueden usar para la limpieza del equipo, antes de que se transporte al interior del taller. La conservación en los talleres se mejorará grandemente si se limpia previamente el equipo. Los servicios de limpieza, como vapor, aire y agua, así como drenaje, se deben proporcionar en cada fosa.

## **INFORMES DE MANTENIMIENTO A LA GERENCIA E INTERDEPARTAMENTALES**

Los reportes a la gerencia intentan mantenerla tan bien informada que pueda llevar adelante su tarea asignada de coordinar y controlar todas las actividades de la planta, con un máximo de efectividad total. La importancia y variedad de los informes de mantenimiento a la gerencia y a otros departamentos dependen de su valor como contribuciones al objetivo de transmitir información que valga la pena.

El término “mantenimiento” intenta incluir específicamente :

1. La organización del mantenimiento de líneas encargadas de la inspección de mantenimiento, mantenimiento preventivo, de las reparaciones, revisiones, construcciones pequeñas y recuperación. (La generación y distribución de las plantas de servicio es responsabilidad de mantenimiento).
2. La sección de ingeniería de mantenimiento, cuya actividad se limita básicamente a conservar el equipo en condiciones económicas óptimas. (Se excluyen el diseño de procesamiento, el diseño mecánico y la construcción, incluidas en cualquier aspecto que se considere gasto pequeño de capital).
3. La función de ingeniería industrial.
4. La sección de planeación y programación, conjuntamente con los servicios de asesoramiento, normalmente considerados como una parte integrante de la organización de mantenimiento.

Con base en esta definición, los departamentos y otros servicios que tienen una relación importante con mantenimiento son producción, contabilidad, compras y almacenes.

El objetivo de cualquier actividad de mantenimiento es minimizar el costo de fabricación del producto, sin sacrificar la calidad o la seguridad del trabajador, a través de la aplicación económica de trabajadores, herramientas y materiales para proteger el equipo y aumentar la productividad. Pero la medida para lograr tal objetivo, necesariamente está afectada por factores que caen más allá del control de mantenimiento. Por este motivo, la relación producción-mantenimiento es de fundamental importancia. La administración de la planta debe definir claramente y asignar las responsabilidades relacionadas.

El departamento de mantenimiento debe responsabilizarse de conservar el equipo en buena condición de operación al menor costo unitario; ha de ayudar y orientar las operaciones en el establecimiento de un nivel económico de reparaciones; debe hacer reparaciones a los intervalos referidos para la operación más eficiente, en forma que presente un mínimo de interferencia con las operaciones; y tiene que asegurar que el trabajo de emergencia se convierta en trabajo planeado al anticiparse a aquél.

El departamento de producción debe darse cuenta de la utilidad potencial de su contribución a un buen servicio de mantenimiento, a través de conocer la ejecución y condición del equipo para anticipar el trabajo, programar paros no previstos y revisiones con anticipación, autorizar reparaciones y describirlas claramente y establecer jerarquías reales y requerimientos razonables de terminación, a través de vigilar las operaciones estrechamente para detectar y anticipar condiciones no satisfactorias.

Los siguientes informes del mantenimiento a la gerencia y a otros departamentos son importantes sólo hasta el grado en que las obligaciones asignadas son entendidas y se asume la responsabilidad de su terminación exitosa. Cualquier reporte debe ser básicamente el instrumento del departamento que lo envía. Por ello, el propósito fundamental de estos informes es que el gerente de mantenimiento controle la parte del negocio de la que es responsable. El objetivo en la recopilación de datos es buscar áreas que necesiten acción correctiva y facilitar el control por la transmisión de información.

### **Informe de prioridad**

A: Gerente de la planta y operaciones

**OBJETIVO :** Mejorar la efectividad del trabajo de mantenimiento programado. El informe de prioridad muestra la cantidad de órdenes de trabajo recibidas semanalmente (o mensualmente, si la situación de trabajos de emergencia y horas extras es considerable), desglosada por unidades de operación en sus clasificaciones de prioridad. El término "unidad de producción" se usa aquí para indicar el alcance de la responsabilidad de los supervisores de producción. Lo que se intenta es mostrar (1) quien es el responsable de los trabajos de emergencia, (2) si la emergencia es real y justificada y (3) la acción correctiva que se requiere. Normalmente, el trabajo se prepara o clasifica en tres grados de urgencia.

1. Emergencia : trabajo que debe realizarse inmediatamente para :
  - a. Prevenir pérdidas de producción.
  - b. Prevenir averías serias en el equipo.
  - c. Corregir un peligro extremo de la seguridad. (El trabajo en esta clasificación precede a cualquier otro).
2. Urgente : Trabajo que, dentro de la programación y planeación normales, debe terminarse tan pronto como sea posible. Tal trabajo normalmente se programa para comenzar dentro de las veinticuatro o cuarenta y ocho horas posteriores a la recepción de la orden. Se puede definir como trabajo que no es de emergencia el que señala una fecha de terminación de no más de tres días posteriores a la fecha de la orden de trabajo.
3. Normal: El grueso del trabajo de mantenimiento. Puede demorarse más de cuarenta y ocho horas. Se programa a la luz de otros requerimientos de producción y considerando la disponibilidad de la fuerza de trabajo de mantenimiento para su utilización máxima.

El informe de prioridad incluye a menudo datos sobre las horas extras del mantenimiento. El trabajo de emergencia no siempre es extra, pero el análisis de prioridades debe ayudar a establecer una política sólida para guiar el uso de las órdenes de trabajo de emergencia del tipo Número 1. Es costumbre que cualquiera que dé origen a una orden de trabajo de emergencia, deba estar preparado para justificar el trabajo extra. Cuando se refuerza esta definición de trabajo de emergencia, sirve grandemente para controlar el uso irreal de las órdenes de trabajo clasificadas como Número 1.

El trabajo de emergencia es un trabajo costoso, sin beneficio para la planeación y programación. Es importante conocer las horas incluidas o el porcentaje de horas no planeadas. El cual variará de planta a planta. Lo que

debe ser para una planta específica, es estrictamente un asunto de economía. La finalidad es controlar, con interés, en la menor unidad de costo. No tener ningún control puede costar más de lo que ahorra. Si cuesta más reducir las horas-hombre de la orden de trabajo de emergencia que soportar las pérdidas originadas por trabajos de emergencia, se ha efectuado una contribución negativa. Sólo los análisis realistas pueden decir cuál es la cantidad óptima de trabajo de emergencia para una planta o unidad específica.

El trabajo de emergencia, expresado como porcentaje del total de horas-hombre de semana a semana, indicará ganancias o pérdidas en la efectividad del mantenimiento. El control del trabajo de emergencia es una responsabilidad conjunta de mantenimiento y producción. Los informes de prioridad se envían a la gerencia de la planta para señalar lo bien que se está llevando a cabo esta tarea conjunta, para coordinar los esfuerzos cuando se requieran y para comprobar que se están logrando los resultados deseados.

### **INFORME DEL RETRASO O ADELANTO CON RESPECTO AL PROGRAMA**

A: Los departamentos de gerencia de planta y producción.

OBJETIVO : Medir la efectividad de planeación y programación.

1. Las horas-hombre programadas por cuadrillas, como cantidad total y como porcentaje de las horas-hombre disponibles. Esta medición es básicamente una información del control de mantenimiento. El trabajo de mantenimiento planeado y programado debe aplicarse a todo el personal de mantenimiento, para que sea totalmente efectivo. Es fácil hacer chapuza y posponer para el día siguientes este informe. La referencia a las órdenes de trabajo en blanco, bajo el supuesto de que el trabajo está planeado y programado bajo un término como "limpieza varia" o "reparaciones pequeñas en el taller de calderas", pueden hacer que el porcentaje de trabajo programado resulte mucho mayor que el que realmente es. Una cantidad considerable bajo las órdenes en blanco u órdenes de trabajo continuo. Esta es la solución común al manejo de numerosas inspecciones pequeñas de producción. El uso de listas de verificación para este tipo de trabajo asegura que a la mecánica de inspección se le ha asignado un día completo de trabajo.

2. Las horas-hombre programadas, por cuadrillas o por unidades, comparadas con las horas-hombre realmente trabajadas, tal y como se las programó. Este informe contesta la pregunta: "Cuán real es el programa y hasta qué grado se está siguiendo?". Los datos diarios resultan evidentes en la junta del mayordomo y del encargado de producción. Los trabajos de emergencia, las estimaciones incorrectas y las circunstancias reducen el porcentaje de acatamiento. Este nunca llegaría a ser ciento por ciento; un ochenta y cinco o un noventa por ciento es satisfactorio. La importancia de este porcentaje se encuentra en la acción correctiva. A su vez, la acción correctiva depende de las causas de no acatamiento, sobre la base de una persona en relación con la orden de trabajo.

Algunas plantas añaden otro hecho a ese informe y que es de gran interés para el departamento de producción. Todas las órdenes normales de trabajo (excluyendo las de emergencia) muestran una fecha de terminación. El programa diario de trabajo señala una letra T (que significa "tarde"), después de cada orden de trabajo que se demora. Del porcentaje de órdenes de trabajo que no se satisfagan en el tiempo de terminación requerido se informa



periódicamente. Obviamente, esto coloca al mantenimiento en su lugar, pero el mayor provecho de la información es la consideración de las requisiciones de terminación, mucho más reales.

### **INFORME DE RETRASO**

A : Los departamentos de gerencia de la planta y producción.  
 OBJETIVO : Resumir el retraso de trabajo de las fuerzas de mantenimiento, para nivelar la carga de trabajo y mejorar la utilización de la fuerza de trabajo.

El informe de retraso se basa en una acumulación de las órdenes de trabajo autorizadas de prioridad baja, apareadas con los requerimientos de la mano de obra. Al comparar los requerimientos de la fuerza de trabajo con la mano de obra disponible, se puede llegar a un retraso que se expresa en días o semanas. Si va a tener significado el retraso, debe obviamente desglosarse por cuadrillas. Idealmente, el retraso en cada cuadrilla debería ser de alrededor de cuatro a seis semanas, para nivelar más efectivamente el trabajo y utilizar mejor a los trabajadores. Sin embargo, cualquier cifra arbitraria para el tamaño o magnitud del retraso, debe considerarse en relación a las circunstancias específicas.

Un retraso pequeño puede indicar que el trabajo de mantenimiento y de reparación no se está registrando por operaciones y que no se está enviando la información a mantenimiento. O puede significar que el equipo está en buenas condiciones y que no se necesita mantenimiento, y que la fuerza de mantenimiento está a un nivel demasiado alto. La tendencia del informe del retraso es más importante que cualquier cifra semanal.

La información de retraso debe acompañarse de visitas periódicas a todo el equipo de la planta por los supervisores responsables de mantenimiento y producción. El ojo experimentado puede detectar la condición general del equipo y la calidad de la conservación.

El grado de mantenimiento preventivo se encamina en forma importante hacia el análisis del retraso. El MP futuro programado debe incluirse en el retraso solo hasta el grado en que esa parte puede realizarse dentro del período de retraso. Un programa mensual de ciento sesenta horas de inspección de MP por un inspector es realmente un retraso de solamente dos semanas-hombre, cuando el retraso de la cuadrilla es de cerca de dos semanas. En forma semejante, el trabajo de construcción que no puede programarse sino hasta el siguiente mes, cuando lleguen los materiales, no tiene nada que ver en un informe de retraso que sirve a corto plazo.

### **INFORME DEL PRONOSTICO DE MANO DE OBRA**

A : Departamento de Gerencia de Planta y de Producción.  
 OBJETIVO : Permitir la planeación y comparación de la futura fuerza de trabajo con la carga de trabajo estimada y conocida y la fuerza laboral disponible.

El pronóstico de mano de obra es un instrumento del departamento de mantenimiento para el control total. A través de este informe, el mantenimiento lleva a cabo la parte más importante de su propia

administración, el equilibrio continuo de la fuerza de trabajo y de la carga de trabajo. Los datos son una combinación del retraso de una proyección del informe semanal de la fuerza de trabajo. Dicho documento no es un informe para la administración de la planta, pero es un instrumento de control de mantenimiento. Se emite cada semana únicamente para información, y los informes de cuotas de fuerza de trabajo, fuerza de trabajo total, fuerza de trabajo disponible para programación y las horas-hombre realmente programadas. También desglosa las horas-hombre programadas en los tipos de trabajo efectuado, lo cual proporciona una indicación del progreso y del MP. También muestra la cantidad de construcción y de trabajos especiales, como reprocesamiento.

El pronóstico de mano de obra es un plano o gráfica con un calendario continuo por semana en el eje "X", y las cantidades de trabajadores en el eje "Y". Se calcula semanalmente y se grafican en papel cuadriculado. Se reproduce periódicamente (normalmente cada cuatro semanas) y se envía como informe normal. En esta forma, el pronóstico de mano de obra, en lo que se refiere al pasado, es simplemente una recopilación gráfica de los informes semanales de trabajadores. Pero el pronóstico es permitir a la ingeniería de mantenimiento visualizar y planear para el futuro.

La historia registrada, en unión de los planes futuros conocidos por la gerencia y por la producción, es la base sobre la cual se pueden planear las situaciones que requieren acción correctiva antes de que acontezcan. Permite visualizar gráficamente los requerimientos futuros de mano de obra, comparados con la mano de obra disponible. La experiencia y juicio del encargado de planeación juegan una parte muy importante en la exactitud del pronóstico de mano de obra.

Normalmente, el pronóstico se grafica con un año de anticipación. Con experiencia, la exactitud del pronóstico resulta casi increíble. Aun así, es sólo una estimación y está sujeto a revisión casi semanalmente. Tal pronóstico es la base para programar vacaciones, tiempo de procesamiento y otras planeaciones a largo plazo.

El pronóstico exitoso de mano de obra utiliza el hecho de que un porcentaje conocido de un trabajo de mantenimiento puede ser programado sobre base flexible. Permite al mantenimiento aconsejar a la gerencia, con varios meses de antelación, en relación con hechos como la necesidad de trabajadores adicionales. En la misma forma, notifica con mucha anticipación superávit en la fuerza de trabajo.

Además de los informes programados normales descritos, algunos otros informes se necesitan por lo general a intervalos regulares, para administrar adecuadamente la función de mantenimiento. Los descritos son los informes de control básico, que intentan hacer la planeación y programación efectivas desde el punto de vista rutinario. Cuando se alcanza este objetivo intermedio, se procede a elaborar pasos adicionales para mejorar el mantenimiento. Cuando se está programando un día de trabajo para cada operario deben considerarse la productividad de la fuerza de trabajo y los métodos de medición y de mejoramiento de la fuerza de trabajo. Esto lleva a la investigación de los métodos de trabajo, simplificación del trabajo, muestreo del trabajo y técnicas semejantes que se describieron en otros capítulos.

Los informes son básicos para mantener una planta a su nivel óptimo. El que se necesita más comúnmente en la planta promedio ha sido mencionado. Esto no implica que todos se justifiquen en cualquier planta. Los informes tienden a multiplicarse a partir del punto en que los supervisores de mantenimiento y su personal tanto tiempo en una pila de papeles que dejan contemplar el objetivo del propósito real de sus trabajos. A menudo parece que los informes de mantenimiento están descritos sobre aspectos de importancia pequeña y distribuidos en numerosas copias a varias personas que no están en posición de hacer nada acerca de las condiciones que describen los informes. Los reportes tienen una tendencia a deteriorarse en lo que puede llamarse “archivos de excusas o coartadas”, para probar que se está llevando a cabo el trabajo. Ante la complejidad de la organización de cualquier planta, en la que el resultado final se debe a los esfuerzos combinados de muchas personas, realmente no es más que un truco preparar informes que hagan aparecer a un departamento de mantenimiento abrumado como buen perdedor. Hay un serio peligro en que el mantenimiento pueda estar reportando las victorias ganadas a la administración, mientras que el mantenimiento está perdiendo la guerra.



## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### **¿QUE ES EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO?**

Pídales a diez funcionarios de producción de la planta que definan el mantenimiento preventivo y usted probablemente tendrá diez significados diferentes. Porque el mantenimiento preventivo - MP para abreviar - varía grandemente en alcance e intensidad de aplicación.

Muchos funcionarios piensan del MP sólo en términos de inspección periódica de la planta y equipo para evitar paros antes que sucedan. Además de esta consideración limitada, algunos añaden servicios repetitivos, conservación y reparación general. En una etapa más avanzada se encuentran los que incluyen otras gestiones repetitivas de mantenimiento, como lubricación, pintura, y limpieza. Otros incluyen el uso de equipo protector para la planta y los trabajadores. Más adelante están los que también estudian materiales y terminación del equipo (o edificio, o herramientas) antes que sean adquiridos e instalados. El buen MP, dicen, se inicia con el diseño e instalación adecuados. En lugar de fijar rutinas para mantener limpios los motores en áreas empolvadas, ellos especifican, por ejemplo, motores totalmente encerrados, enfriados con ventilador, para eliminar este gasto continuo.

Posteriormente llegamos a unas cuantas personas que aplican ampliamente la ideología del MP a cualquier actividad, no sólo que prevenga paros o cortes de los costos de producción, sino también que mejore la producción o la calidad del producto. En una planta, un control automático detiene una herramienta mecánica cuando cualquier máquina cortadora ha trabajado una cantidad predeterminada de piezas. La maquinaria estropeada se reemplaza. Este MP es de tipo altamente elaborado - una consideración muy remota de los rutinarios ajustes de inspección de la mayoría de los programas de MP; pero es una tendencia típica en industrias altamente mecanizadas que se acelerará a medida que avance la automatización.

**Definición básica.** No importa a qué grado de refinamiento se desarrolle un programa de MP, todos ellos incluyen estas actividades básicas:

1. Inspección periódica de los activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción o depreciación perjudicial.
2. Conservar la planta para anular dichos aspectos o adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aún en una etapa incipiente.

El monto de la actividad es inmaterial. Para un ingeniero electricista el MP puede significar la elección adecuada y colocación de los controles delicados para evitar tiempo ocioso innecesario. Para un ingeniero mecánico, puede significar un desarme completo y la reparación general de una bomba de proceso o una laminadora.

El concepto básico será la definición en la mayor parte del tratamiento de este capítulo. Sin embargo, en la parte final, se revisarán las técnicas más refinadas que se pueden añadir a cualquier programa básico si justifican costos extras. La lubricación no se trata aquí porque se cubre en otra parte este libro. Por la

misma razón, no se tratan los rudimentos de planeación del trabajo, programación y órdenes de trabajo.

A menudo se considera erróneamente como sinónimo de mantenimiento preventivo el término “mantenimiento planeado” y también “programado”, “controlado”, y mantenimiento “productivo”. El hecho es que el MP debe ser una parte importante de todas estas funciones, pero no el único elemento. Hay muchas actividades además del MP que deben planearse, programarse, controlarse y hacerse productivas. Entre ellas se encuentra el mantenimiento “correctivo”, que algunos definen como la actividad de reparar después del paro no previsto, y otros como el estudio de mejoras materiales y diseños para minimizar los paros imprevistos.

Obviamente el MP reduce la carga de trabajo de mantenimiento preventivo. A medida que el MP toma su puesto, el tiempo de la carga de trabajo correctivo se cambia cuando usted tiene que hacerlo a cuando usted quiera hacerlo. Consecuentemente, la carga de trabajo puede ejecutarse en forma más eficiente y a un costo más bajo.

#### **¿POR QUE LA INDUSTRIA NECESITA MP?**

Cualquier programa de MP bien confeccionado producirá beneficios que sobrepasan su costo. Yo busco aún a alguien que utilice el MP, que diga que no le reditúa. Muchas personas han tenido alguna duda antes de adoptarlo, pero ninguna después de haberlo hecho.

No todas las plantas pueden esperar obtener beneficios iguales. El producto, el proceso y el método de fabricación son factores que intervienen en el alcance de los resultados. Cuando más altamente mecanizada es una industria, más necesita las ventajas del MP. Los costos de mantenimiento del equipo moderno son mayores. Y también lo son los costos del tiempo ocioso. Una gran planta automotriz estima una pérdida de tres mil dólares por cada minuto que deja de funcionar la línea principal de ensamblaje. En cualquier planta donde sea importante el tiempo ocioso será menor con MP que sin él. Hasta qué grado, depende de lo que usted busque. Por ejemplo, en esta planta automotriz el uno por ciento del tiempo ocioso puede ser crítico.

El mantenimiento preventivo no es una panacea para el tiempo ocioso excesivo o los altos costos de mantenimiento. Hay otras funciones de mantenimiento con las que el MP debe integrarse para lograr un programa eficiente de mantenimiento de la planta -un buen sistema administrativo, trabajo de planeación del trabajo, informes de control y buenos talleres y herramienta. Aquí se enumeran las principales retribuciones que el MP ha producido a quienes lo usan:

1. Disminuye el tiempo ocioso, en relación con todo lo que se refiere a economías y beneficio para los clientes, debido a menos paros imprevistos.
2. Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
3. Menor número de reparaciones en gran escala y menor número de reparaciones repetitivas, por lo tanto, menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento y del equipo.
4. Disminuye los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos realizadas antes de los paros imprevistos, debido a la menor fuerza de trabajo,

a las pocas técnicas empleadas y a la menor cantidad de paros planeados, en relación con los no previstos.

5. Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación del equipo.
6. Aplazamiento o eliminación de los desembolsos por reemplazo prematuro de conservación de los activos e incremento de la vida probable.
7. Menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital.
8. Reducción de los costos de mantenimiento, de mano de obra y materiales, para las partidas de activos que se encuentran en el programa.
9. Identificación de las partidas con los altos costos de mantenimiento, lo cual lleva a investigar y corregir causas como: (1) Aplicación inadecuada, (2) Abuso del operador, (3) Obsolescencia.
10. Cambio del mantenimiento deficiente de "paros" a mantenimiento programado menos costoso, con lo que se logra mejor control del trabajo.
11. Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario mínimo.
12. Mejores relaciones industriales, porque los trabajadores de producción no sufren detenciones involuntarias o pérdidas de las bonificaciones por incentivos provenientes de los paros imprevistos.
13. Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta, lo cual conduce a una compensación más baja y menores costos de seguro.
14. Menor costo unitario de producción. Todos éstos son beneficios reales que se aplican en cualquier economía industrial de paz o bélica, en expansión, estable o en contracción. En pocas palabras, los beneficios de MP son los mismos que los que se reúnen en cualquier planta con buen mantenimiento, además de las economías que resultan de una mayor eficiencia de la planta y de disminuir los costos totales de producción.

¿Hay alguna industria en que el MP sea improductivo? No, que yo sepa. Está aplicándose con éxito a todos los tipos de operaciones grandes y pequeñas. Un funcionario de plantas aplica el MP hasta en sus operaciones más pequeñas de tres trabajadores de mantenimiento, en la misma forma que a hombres. No hay límite superior de la fuerza de trabajo. El MP funciona en las industrias por procesos, ya sea que trabajen por órdenes o que tengan operaciones continuas las veinticuatro horas del día. Funciona en talleres, o en líneas de producción, o en operaciones de flujo continuo. Nadie queda exento de sus beneficios.

#### **ANTES QUE USTED INICIE UN PROGRAMA DE MP**

Si es un ejecutivo de mantenimiento de la planta el que inicia la idea de un programa de MP, o si es cualquier otra persona, normalmente tiene que manejarlo. Pero a menos que tenga cuidado para asentar algunos cimientos firmes de comprensión de la compañía y de política antes que se aplique el programa, él se va a encontrar marchando al revés. Y el programa puede fracasar, no porque carezca de valor, sino porque no se le dio una buena oportunidad.

**¿Cómo puede vender el MP?** El éxito de un programa de MP se basa fundamentalmente en que también se vende la idea de MP a cada uno de los integrantes de la planta, a la gerencia de tipo superior, a los ejecutivos de producción, a los supervisores de mantenimiento de la planta y a los técnicos.

El tiempo pasado en obtener el apoyo de la gerencia le quitará muchos dolores de cabeza posteriores.

Más lógicamente empiece vendiéndoselo a la gerencia de tipo superior. Esto inmediatamente hace que surja la pregunta: ¿Cuánto va a costar un programa de MP? Y también el clamor de los trabajadores de mantenimiento por una fórmula comprobada de economías en pesos y centavos.

Hay varias formas de satisfacer la demanda de comprensión de la gerencia por las cifras de costos. Por algún tiempo yo he sugerido el siguiente procedimiento. Verifique o tome de los registros del año anterior o de más tiempo atrás sobre todos los paros imprevistos de la maquinaria. Enliste el costo total de reparaciones de paros imprevistos materiales, mano de obra, tiempo extra y otros cargos. Enliste lo que le ha costado cada para en tiempo ocioso de los operadores, desperdicio y trabajo que se necesita volver a hacerlo. A esto usted le puede añadir los costos indirectos de producción y otras pérdidas posibles como el costo de lesiones. En seguida estime lo que le hubieran costado las operaciones si se hubieran hecho antes de los paros - si hubiera habido tiempo para planear, reunir los materiales y lograr el uso productivo de los operadores. La diferencia es lo que se puede gastar en un programa de mantenimiento preventivo.

Al elaborar cualquier costo y compararlo contra los ahorros, hay una posibilidad (por lo menos al principio) de que aumenten los costos directos de mantenimiento. La administración debe darse cuenta que el MP es una inversión que necesita capital extra, tal y como sucede en cualquier planta o equipo nuevos. En el caso del MP, el rendimiento es altamente prometedor. Una buena forma para documentar el rendimiento bruto es verificar la lista de beneficios bajo el encabezamiento de ¿por qué la industria necesita MP?, y valuarlos en la mejor forma que sea posible. La suma resulta siempre impresionante. El secreto de vender MP a la administración es mostrar sus resultados totales de menor costo unitario de fabricación del producto. No deje de mostrar su efecto sobre una mayor producción, mejor calidad y necesidades menores de inversión de capital.

El siguiente paso es ganarse al personal de producción con la idea. Venderle el interés o atractivo hacia el MP, es algo semejante a los que se propone para la administración de tipo superior. No trate de vender mejor mantenimiento - venda mejor producción. Este es el consejo de los que se han arriesgado y han ganado. A menos que el jefe de producción vea utilidades definitivas para sus propios intereses, él obstaculizará o se opondrá siempre que le toque o llegue el tiempo de parar una máquina para una inspección programada o una reparación general. Pero si él sabe que el tiempo ocioso para el MP será menor bajo una consideración a largo plazo, que el total de paros o interrupciones imprevistos, él colaborará. Las principales objeciones al MP pueden surgir de los departamentos de proceso continuo, donde toda una línea se involucra en el paro, en lugar de una sola unidad. En este caso, su argumento fuerte es que usted está sirviendo a todas las unidades de esa línea en forma simultánea y a un tiempo previsto, más que a unidades aisladas en paros separados que producen un total mayor de tiempo ocioso.

“Pero usted no siempre puede probar estos beneficios con antelación”, es la queja de muchos ejecutivos de mantenimiento. “Sin una prueba decisiva, no



podemos llegar a la primera base, ni con la gerencia ni con la producción. En tal caso, usted no está necesariamente perdido. Muéstreles artículos sobre cómo otras plantas se han beneficiado con el MP. Envíeles un informe de los defectos que usted ha descubierto en las inspecciones y corregido, y muéstreles lo que “hubiera pasado” si no se hubieran descubierto. Si ellos no compran eso, usted puede hacerse otras tantas cosas como las que ya ha hecho - instale tranquilamente MP en uno o dos departamentos donde resulte más efectivo. O encuentre un departamento de producción cuyo jefe simpatice con la idea de darle una oportunidad al MP y use este caso exitoso como cuña para abatir la resistencia obstinada. En este caso, asegúrese de llevar un registro de los rechazos, tiempo ocioso, horas extras y castigos semejantes. Los resultados siempre hablarán por sí mismos.

El trabajo de ventas no está terminado como vender la idea a la gerencia y a la producción. Después que se prepara el programa, es mejor explicarlo detalladamente a todos los departamentos afectados. Una forma ideal para la administración es arreglar juntas cortas con los supervisores de producción o con los jefes de producción. Use la primera reunión para introducir el programa, y las demás cuando necesite limar asperezas. Es un error dar la impresión de que el MP es estrictamente una responsabilidad de mantenimiento. Aclare que es trabajo de todos.

¿Debe hacerse partícipe al sindicato? Desde luego que sí, dicen los que han aprendido en la experiencia dura. Al acoplar al sindicato con un programa, usted conquista su confianza y también previene posibles quejas y ofensas al aclarar desde el sindicato que los trabajadores no van a sufrir con el MP. Como regla, el tiempo ahorrado por MP puede dirigirse hacia el mejor mantenimiento de la planta existente y a cuidar la carga de trabajo extra de una planta en expansión.

Por último, todos los supervisores técnicos y de mantenimiento deben quedar informados, porque éstas son las personas que están más íntimamente involucradas, y necesitan más detalles administrativos que otros departamentos. Los técnicos con una larga experiencia en el “viejo régimen” de mantenimiento sobre la marcha o de paro, también necesitan ayuda para cambiar su ideología e incorporarse al nuevo régimen de MP. Puede llevar cierto tiempo para que los que luchan hasta morir se hagan a la idea del tratamiento de MP, pero la experiencia ha demostrado que se les puede alinear con adoctrinamiento adecuado, adiestramiento y (posteriormente) señalándoles los resultados del programa. Los trabajadores se darán pronto cuenta de que el MP les ha hecho los trabajos más fáciles y a menudo más seguros.

**El programa toma tiempo.** Cualquier persona que espera los beneficios completos de MP en forma rápida se desalentará. Todos los expertos están de acuerdo en que toma varios años para que funcione totalmente. Usted puede ver algún progreso después de algunos meses. Y esto conservará rodando a la bola de nieve.

¿Acelerará las cosas un consultor? ¿O este es un trabajo que deba hacer usted mismo? Obviamente un consultor acelerará el periodo de planeación del programa y su instalación. Pero esto no es siempre el único determinante. En muchos casos donde el MP no es un hábito, el jefe de mantenimiento ya está

“hasta las manitas” de responsabilidades. No tiene tiempo para diseñar el mejor programa de MP. Él tiene que comenzar desde lo más bajo. Y a menos que pueda delegar gran parte del trabajo de acumulación de registros y de dirigir los cambios, él no puede manejar la masa de detalles involucrados al principio. Consecuentemente, no es un problema de si el jefe de mantenimiento es capaz de organizar un programa efectivo de MP o no, sino de si dispone del tiempo necesario para ello.

Hay otros factores en el mismo panorama -tamaño de la planta, tipo de operaciones, cualidades e instrucción del jefe de mantenimiento y de sus ayudantes, ayuda administrativa adecuada y la condición actual de la planta y del equipo. Como regla, las plantas más grandes requieren más estudio y necesitan programas y métodos de MP con mayor grado de refinamiento.

**Condiciones del inventario.** Si una planta ha estado funcionando, digamos, sobre una base de ochenta por ciento de paros imprevistos (ochenta por ciento de sus horas-hombre de mantenimiento en reparaciones de paros imprevistos), el tiempo de conversión a una base satisfactoria de MP (puede ir de treinta a ochenta por ciento de horas-hombre sobre MP) se demorará. Antes que el jefe de mantenimiento pueda aplicar el MP a cualquier planta o equipo, los debe poner en buenas condiciones de funcionamiento. Eso le puede tomar seis meses, doce o aún más. Y él debe tener un registro de equipo.

El jefe de mantenimiento no debe fallar al señalar este hecho cuando él logra la luz verde de la administración para un programa de Mp. En otra forma, el tiempo y el costo de reacondicionamiento cargado al MP wazzu le resultan un golpe muy fuerte al principio. Por ello, es un buen plan tomar las “condiciones del inventario” para medir el costo de reacondicionamiento y el tiempo que se necesita. Tal encuesta conduce a menudo a disponer de renglones de alto costo de reparación, que deberían haber sido eliminados como desperdicio desde hacía mucho tiempo.

Como resultado de este inventario, algunas plantas tienen que añadir técnicos a sus fuerzas de mantenimiento para estar a tomo con la mayor carga de trabajo de reparación. Los talleres de los fabricantes externos o los talleres locales de reparación pueden dar luz sobre el asunto, y en algunas ocasiones están mejor equipados para realizar un trabajo mejor y más barato. A menudo este retraso de reparaciones se origina en una fuerza inadecuada de mantenimiento. En este caso, el incremento de la fuerza de mantenimiento debe hacerse permanente. La administración instruida debe darse cuenta que el costo adicional de mano de obra es más de lo que se lograría si no se hiciera esa modificación en lo que se refiere a ventajas de la producción. Caso tras caso han probado esta aseveración.

### **COMO EMPEZAR UN PROGRAMA DE MP**

Para muchos no iniciados, el MP es un sistema, y nada más que eso. Piensan que todo lo que tienen que hacer es arreglar formas, programas de inspección, un cuerpo de inspectores y dejar que el calendario haga el resto. Piden reglas duras y rápidas de conducta para usarlas como planos para construir y manejar el programa.

Esta no es la forma de iniciar un programa de MP. Este concepto pierde de vista el verdadero objetivo del MP y de todas las funciones de mantenimiento

de planta -mantenimiento para lograr un menor costo de producción de un producto de calidad. Este mismo elemento de costo domina cada fase de un buen programa de MP y determina qué hacer. El plan correcto y económico de MP para una planta puede resultar inadecuado y antieconómico para otra. Considérese el caso de una compañía que construye un edificio sobre base experimental, calculado para llevarse a cabo en un año. Conservó dicho edificio sobre la base mencionada. Poco después que terminó el experimento, el edificio prácticamente desapareció. Pero había satisfecho su propósito. Mantenimiento ineficaz, pero económicamente justificado. Consecuentemente fue buen MP.

Para que un programa de MP tenga éxito, el administrador debe aprender a dejar que las consideraciones económicas guíen y aún dicten normas sobre sus consideraciones de ingeniería. Cualquier ingeniero bueno puede arreglar un programa de MP hermético solamente para conservar la planta y el equipo, y puede hacer esto con un costo mínimo de mantenimiento. Pero desde el principio él debe aprender a examinar el efecto de todas las facetas de un programa de MP sobre los costos de producción. Podría parecer ingeniería insensata dejar que un motor de quinientos dólares se aruinara para mantener funcionando una línea de producción. Pero cuando se compara contra una pérdida de dos mil dólares de trabajo en proceso, debido a un paro imprevisto, resulta lógico.

Este énfasis en los ahorros puede parecer una consideración extraña para los que les parece que es estrictamente un problema de ingeniería. Pero a medida que nos introducimos en la mecánica de un programa de MP, nos enfrentamos en cada caso con decisiones económicas sobre dónde señalar el límite. Esta es otra razón por la cual el administrador necesita la comprensión y colaboración de la gerencia superior y de todos los jefes de producción.

**Domine los principios.** No hay ningún programa hecho o fácil de hacer para ninguna planta. Debe ser diseñado y cortado a la medida para satisfacer requisitos individuales. Yo he estudiado cientos de programas de MP y nunca he encontrado dos exactamente iguales.

La razón es clara. No hay dos plantas idénticas en cuanto a tamaño, edad, localización, construcción, equipo, servicios o distribución. Difieren en organización, políticas de producción y personal. Los problemas de mantenimiento son diferentes. Una planta química puede justificar los servicios de un ingeniero de corrosión, en su grupo de mantenimiento. O una fábrica de alimentos puede necesitar un ingeniero sanitario. No hay motivo para que un fabricante de ropa tenga ninguno de los dos. En forma semejante, los problemas de MP son diferentes, no responden al mismo tratamiento.

Esto no quiere decir que no hay semejanza entre dos programas de MP. La hay en objetivos y principios básicos, más no en lo que se refiere a ingeniería o aspectos administrativos. Para cualquiera que busque un programa fácil de hacer -y la mayoría de los principiantes parecen tratar de buscar esta regla tumbaburros-, yo sólo puedo ofrecer este consejo: Aprenda los principios de MP y deje que los aspectos administrativos vengan por añadidura. Los aspectos administrativos son importantes. Pero pueden costar más de lo debido si son del tipo erróneo. En resumen, no adopte los trámites administrativos que han resultado exitosos en cualquier parte, antes de un

estudio previo de sus propios problemas. Tal error puede llevar a una costosa aplicación equivocada de formas y procedimientos inadecuados.

**Dónde empezar el MP.** El acuerdo general se orienta hacia la consideración de que es demasiado aplicar el MP a toda la planta de una sola vez. Es mejor ir construyendo el programa paso a paso. No es importante lo rápidamente que lo pueda usted integrar. Cuando termine un paso, comience el siguiente.

¿Es mejor atacar un departamento a la vez, o un tipo de equipo en la planta total? Las opiniones están divididas. ¿Por qué no decirse por lo más fácil? Probablemente las condiciones locales decidan qué procedimiento es el mejor. Otro factor es lo bien que ha sido vendido el MP. Si usted tiene que mostrar rápidamente resultados del valor del MP, empiece donde considere que más se necesita, y consecuentemente eso producirá el mayor dividendo en la forma más rápida.

**Problema básico.** Para simplificar, considere inicialmente al MP como una función de minimizar los paros imprevistos o la depreciación excesiva de la planta y del equipo, a través de inspecciones periódicas para descubrir y corregir las condiciones desfavorables. Todo el programa depende de las inspecciones y de sus obligaciones relacionadas de adaptación y reparación.

Las inspecciones son costosas en mano de obra y algunas veces en tiempo ocioso del equipo. Son el punto clave en el control de costos de un programa de MP. Cuanto menos sean las inspecciones que se necesitan, menor será el costo. Consecuentemente, el problema es lograr un equilibrio favorable entre este costo y el costo de no utilizar el MP. El costo de inspección puede medirse directamente. El costo de no usar MP incluye no sólo los costos directos de reparaciones, sino también los cargos indirectos -tiempo ocioso de la producción, estragos, depreciación menor y muchos otros- que otros pertenecen al costo de fabricación del producto. Armese con todos estos datos históricos que cubran varios años y que sean los más próximos. Ellos guiarán sus políticas de inspección. Además, si la administración pide alguna explicación por el costo creciente de un programa de MP, usted puede demostrar con hechos cómo se obtiene el equilibrio de costos.

## QUE INSPECCIONAR EN MP

La información más deseada para los que se inician en un programa de MP ha sido: “¿Me puede dar una lista de qué renglones incluir y cuán a menudo inspeccionarlos?”. Sería estupendo si pudiéramos, pero no es tan fácil.

De hecho no puede hacerse; cada quien tiene que elaborar esta parte de la confección del proceso. Sin embargo, hay principios generales para guiar la elaboración. Hay “sí es” y “no es” para mantenerlo a usted en el carril. Nosotros examinaremos primero la parte de “que incluir”, y atacaremos el ángulo de “cuán a menudo”, posteriormente.

He aquí un ejemplo de cómo está aplicando la industria el MP a sus diferentes bienes: En 1953, Factory Management and Maintenance publicó los resultados de una encuesta realizada en 542 plantas, sobre prácticas de mantenimiento. Las respuestas mostraron los siguientes porcentajes de MP en estas categorías generales: Industria Automotriz, 78.4%; Industria Productora de Maquinaria,



65.9%; Industria Productora de Controles, 63.6%; Industria de la Construcción, 61.9%; Industria Productora de Herramientas y Equipo, 58.9%; Industria de Procesamiento de Equipo, 51.8%; Industria que rinde servicios de Planta, 50.5%; Industria Eléctrica, 48.8%.

¿Qué es lo que debe incluir una planta específica? La respuesta depende grandemente de las condiciones locales. Un buen programa incluirá la mayor parte de los bienes físicos de la planta. Un ejecutivo de mantenimiento lo sintetizó en esta forma: “Hemos encontrado que reeditúa inspeccionar edificios, tanques, cercas, techos, elevadores, grúas, servicios sanitarios, iluminación y equipo móvil”.

Una planta procesadora resume el alcance de su programa de MP en forma más detallada, para incluir :

1. Equipo de proceso (hornos, intercambiadores de calor, tuberías, bombas, compresoras, motores, alambiques, instrumentos).
2. Equipo de seguridad (válvulas de alivio de presión y vacío, controladores de flama, equipos de respiración y de primeros auxilios).
3. Equipo de servicio (calderas principales, generadores eléctricos, suministros, almacenes y sistemas para distribución de agua, vapor y tuberías de aire comprimido).
4. Tanques y equipo accesorio (tanques de almacenamiento, tuberías, diques, zanjas o acequias, caños, calibradores e instrumentos de medición).
5. Edificios de planta (incluye áreas de embarque y almacenamiento, también equipo de transporte como carros-tanque y bombas de transferencia).
6. Equipo de protección contra incendio (abastecimiento de agua y tuberías, bombas, instalaciones permanentes para extinguir fuego con espuma, niebla, gas, rociadores o polvo seco, extinguidores auxiliares, camiones de bomberos y sistemas de alarma).

Un buen programa de MP se asegura de incluir funciones estacionales del equipo, al igual que el cuidado del equipo mismo. Por ejemplo, incluirán obligaciones que se llevan a cabo, tales como el vaciado de un sistema de refrigeración que no se usa en los meses de invierno, o la protección de plantas valiosas contra el frío o facilitación de la remoción rápida de la nieve. También incluirán medidas especiales para la conservación de la maquinaria y la planta durante los paros imprevistos por retiros estacionales, vacaciones programadas, problemas de trabajos no programados, o catástrofes atmosféricas.

### **¿Qué es lo que no se va a inspeccionar?**

Hasta aquí hemos seguido el tratamiento de que inspeccionar, únicamente sobre la base del buen mantenimiento de los aspectos físicos o de producción. Sobre esa base exclusiva, un ingeniero se inclinaría a incluir todo lo que se encuentra en la planta que se deteriore o que sea factible que cause tiempo ocioso. Es aquí donde las economías del MP deben examinar las actividades que no resultan redituables. No hay necesidad de inspeccionar todo.

¿Dónde trazar la línea? Sólo una valuación desglosada de su propio equipo lo dirá. La pregunta básica es : “¿Es necesario y cuánto cuesta”? Una planta que cubre cerca de 80% de su equipo mayor en MP y espera adicionarlo, usa esta guía: “Incluimos una pieza de equipo si el programa ahorra dinero en relación con los métodos de mantenimiento ocasional. No inspeccionamos cerca de

cuatrocientos motores de menos de un caballo de fuerza, que no son básicos. Las descomposturas varían de 5 a 10 de esos motores por año. La mayor parte de las fallas del embobinado son difíciles de detectar. Los costos de inspección excederían grandemente los \$200.00 de costo anual de reemplazo”.

Otra planta informa: ”Nosotros limitamos arbitrariamente nuestra inspección a renglones que cuesten más de \$500.00” Muchas plantas aplican tales límites monetarios arbitrarios, variando desde \$50.00 en adelante. Algunas veces el límite monetario varía para diferentes tipos de equipo o partes del mismo, dependiendo de factores como facilidad y rapidez de la reparación o el efecto de la falla en la seguridad de los empleados.

Hay una planta procesadora que no inspecciona. La razón parece lógica: no gasta dinero inspeccionando lo que es obvio, pero depende de todo el personal de producción y mantenimiento informar de los defectos o condiciones sospechosas en ese tipo de equipo. Otra planta inspecciona sólo sus motores muy grandes. Encontró que las inspecciones de motores pequeños les cuestan más que tener refacciones a la mano y colocarlas cuando se requieran. Lo mismo es válido para arrancadores y controles. Una tercera planta gasta \$1 500.000 mensuales en una revisión semanal de sus 5 000 motores.

¿Cómo decidir? Un análisis completo, en relación con las preguntas que se señalan a continuación, resultará provechoso:

1. ¿Es un artículo crítico? Si su falla producirá un paro mayor imprevisto, o pérdidas muy costosas, o daño a un empleado, la necesidad del MP es casi cierta.
2. ¿Hay equipo de respuesto disponible en caso que suceda una falla? Usted puede rentar compresores de aire o calderas-paquete rápidamente. Si la carga de trabajo o responsabilidad se puede desplazar fácilmente a otro equipo, la necesidad de MP es contingente a otros factores, como costo de mantenimiento de “paro”.
3. ¿El costo de MP excede los gastos de tiempo ocioso y el costo de reparación o reemplazo? Si cuesta casi lo mismo retirar una máquina para reparar una falla repetitiva que lo que cuesta repararla toda, el valor de MP es muy problemático.
4. ¿La vida normal de un equipo sin MP sobrepasa las necesidades de producción? Si se espera que surja la obsolescencia más rápidamente que el deterioro, el MP puede ser un desperdicio de dinero.

En el caso de un equipo que no sea de operación, la decisión de qué incluir puede guiarse por esta sencilla ideología: Si la falla en la conservación o adaptación del bien lesiona la producción o al empleado, o desperdicia los activos de la planta, considérela seriamente antes de excluirla del MP. Llegar a saber si una iluminación deficiente estorba la producción, o si los pozos en el piso molestan al trabajador, pueden hacer que el MP reditúe. Si la falla para limpiar los filtros de aire causa basuras y arenas que son lesivas para la planta, el personal, o el producto, parece justificarse el MP. Por esto, algunas plantas incluyen guardas mecánicas, herramientas de mano y equipo semejante accesorio que necesita verificación periódica para asegurar la operación eficiente y segura de la planta.

## **¿PARA QUE INSPECCIONAR?**

Cunado se elabora una lista de renglones de MP, usted los debe haber considerado en relación con la causa por la que usted necesita inspeccionarlos. Ahora surge el trabajo de determinar qué partes físicas de cada pieza del equipo necesitan atención. Esta no es una sugerencia académica, porque en este estudio usted cubre la grieta entre teoría y práctica del MP. A menos que a un trabajador se le diga qué partes inspeccionar, él puede echar a pique sus planes de vigilancia adecuada.

Muchos de estos puntos de inspección se pueden elaborar a través de esfuerzos conjuntos de la fuerza de mantenimiento. No subestime al técnico que normalmente conserva el equipo -él a menudo señala con detalle un aspecto o artículo que es posible que se deteriore o que esté mal adaptado bajo las condiciones locales y que aún el mismo productor pudo haber subestimado.

Pero la experiencia de la planta no basta para diseñar un programa. Una de las mejores fuentes es el manual de servicio que envía el fabricante de equipo. Es una guía valiosísima sobre qué inspeccionar, cuándo hacerlo, así como a lo que se refiere de cómo instalar, prestar servicio y conservar el equipo. Como apreciación de su valor, muchas plantas acumulan y archivan manuales de servicio. Las órdenes de compra solicitan dos o más copias. Una de ellas va al archivo central, otra el mayordomo técnico y una tercera a un archivo de área para los técnicos. Esta demanda creciente de los manuales de servicio -a propósito, el gobierno insiste en ellos- ha presionado tanto a los fabricantes que rara vez no hay uno disponible para el equipo nuevo.

**Listas de verificación.** Después de haberse tomado el trabajo de elaborar una lista de máquinas y los puntos que se deben inspeccionar, ¿cómo asegurarse que no han sido subestimados? Esto se hace por la lista de comprobación. En la encuesta antes mencionada de 542 plantas, alrededor del 70% informaron que usaban listas de comprobación desglosa para el inspector todos los puntos que deben comprobarse en cualquier pieza o tipo de equipo, o bien proporciona espacios para fechas e iniciales para mostrar cuándo se inspeccionó y por quién. No se deja nada a la memoria.

Las listas de comprobación tienen otras ventajas. Suponen inspecciones uniformes y completas, independientemente de quien hace el trabajo. Son valiosísimas cuando se necesitan nuevos inspectores o sustitutos, o donde se practica la rotación de inspectores.

#### **¿Cuán a menudo inspeccionar? Frecuencia.**

Además de qué inspeccionar, hay más personas que solicitan una lista rápida de cuán a menudo inspeccionar, más que cualquier otra cosa. La decisión de cuán a menudo inspeccionar tendrá probablemente máxima importancia en los costos y economías de un programa de MP. La inspección excesiva es un gasto innecesario y puede involucrar más tiempo ocioso de producción que un paro de emergencia. La subinspección produce más paros y más reemplazos anticipados. Se necesita un buen equilibrio para producir los ahorros óptimos.

No hay ninguna lista fácil de hacer. Usted debe fijar sus propios valores, nadie más puede hacerlo. Deben considerarse la edad de la planta y el tipo de equipo, el ambiente, los tipos de operación; otros factores semejantes también deben incluirse. No hay dos plantas iguales.

Pero usted puede obtener valiosas tablas de tiempo de muchos productores de equipo y materiales. Aunque ellos eviten ser dogmáticos, son cuidadosos al calificar sus recomendaciones al decir que las tablas se aplican a las condiciones normales. Ellos pueden describir lo que son dichas condiciones normales, y le sugieren a usted que se ajuste a las cifras normales a través de varios porcentajes que sirven para exposiciones especiales o tipos de servicio.

He aquí las fuentes de tablas de tiempo:

National Electric Manufacturers Association.

New York City, y organizaciones comerciales similares para rangos mecánicos y de construcción.

Factory Insurance Association, Hartford, Conn

Factory Mutual Engineering Division, Norwood, Mass.

National Safety Council, Inc., Chicago, ILL. Su propia compañía aseguradora.

Al llegar a este punto, asegúrese que se distingue entre frecuencias y programas. Estas dos palabras a menudo se intercambian y usan incorrectamente. La frecuencia es el periodo o intervalo determinado desde un punto de vista ingenieril y económico como el más deseable para producir servicios. Un programa muestra las fechas escogidas para hacer el trabajo. La frecuencia es "cuán a menudo" -el programa es "cuándo".

También tenga en mente que una parte del equipo puede tener varias frecuencias de servicio, como una diaria para limpieza, una semanal para ajuste, una mensual de inspección de funcionamiento y una reparación general anual. Así que cuando nosotros hablamos de frecuencia de inspección, estamos pensando de hecho en todos los tipos de servicio de mantenimiento, tal y como se resumen en la función de inspección. Incluyen lubricación, limpieza, pintura, pruebas y consideraciones semejantes, pero excluyen reparaciones.

**Comience con el análisis de ingeniería.** No hay escasez de datos sobre las frecuencias de inspección para cualquier tipo de equipo. La tarea principal es reunirlos, desenmarañar lo que usted necesita y luego ajustarlos a las condiciones de su planta.

El primer paso en la fijación del ciclo de frecuencia es un análisis de ingeniería del equipo desde los siguientes puntos de vista:

1. Edad, condición y valor. El equipo más viejo u más malo necesita servicios más frecuentes. Pero si está a punto de desecharse o rápidamente se va a considerar obsoleto, puede ser más económico inspeccionarlo sobre base general, o no inspeccionarlo.
2. Severidad del servicio. Las aplicaciones más severas de equipos idénticos requieren ciclos más cortos. En una planta de procesos, usted puede necesitar inspeccionar una bomba crítica todos los días, e inspeccionar la misma bomba en una planta siderúrgica sólo una vez al mes.
3. Requisitos de seguridad. Permita un amplio margen de seguridad. Por ejemplo, una planta inspecciona cada dos semanas los solenoides que operan los embragues de las prensas.
4. Horas de operación. Muchos productores sugieren ciclos de frecuencias basados en un día de ocho horas, otros sobre el uso (como kilometraje). Los edificios y los servicios estacionales operan sobre bases de calendario. Algunas veces se usan dos bases, la que llegue primero. Por ejemplo, se



puede necesitar una limpieza de resumidores cuando hay cambio de operaciones, o a lo menos cada treinta días.

5. Susceptibilidad de deterioro. ¿Cuál es la exposición de ensuciarse, de fricción, fatiga, tensión, corrosión? ¿Cuál es la vida probable?
6. Susceptibilidad de siniestro, ¿Está el bien en cuestión sujeto a vibraciones, sobrecargas, o abuso?
7. Susceptibilidad de perder el ajuste. ¿Cómo lo afecta el ajuste indebido o el alineamiento inadecuado? Cuando las tolerancias del fabricante son estrechas, se necesitan ciclos más cortos de inspección.

En este proceso de revisar las recomendaciones del fabricante para fijar sus propias condiciones de planta, es mejor seguir esas recomendaciones hasta que usted tenga buenos motivos para alterarlas. En caso de duda, yerre del lado seguro. Busque los datos involucrados en llevar adelante los siguientes procedimientos:

1. Registros de servicio. Profundice acerca de todos los datos sobre costos y ejecución que usted tenga -registros de equipo, registros de tiempo ocioso, programas de mantenimiento rutinario. Ellos son excelentes indicadores no sólo de qué inspeccionar, sino también de cuán a menudo.
2. Ordenes de trabajo de mantenimiento. Busque la terminación de órdenes por máquinas o funciones específicas, si es que usted no tiene un registro de equipo. Posteriormente analice la naturaleza de las reparaciones.
3. Técnicos. Aproveche su gran experiencia, incluyendo los trabajadores de lubricación.
4. Jefes de producción. Pregúnteles lo a menudo que consideran que se necesita el servicio.
5. Gráficas de control de calidad. Los inspectores de producción deben señalar las principales causas de rechazos o de inutilizaciones.
6. Otras plantas. Revise las listas de otros, de preferencia en la misma industria, pero simplemente como guía. Para citar el producto de la experiencia de un ejecutivo de mantenimiento que supervisa más de cincuenta plantas en su organización y todas en la misma industria: “Es necesario inspeccionar algún equipo con mayor frecuencia, otro equipo menos frecuentemente, en una planta y en otra”.

### **¿CUANDO INSPECCIONAR? - PROGRAMAS**

Hasta este punto hemos decidido qué inspeccionar y cuán a menudo. El siguiente paso en la elaboración de un programa de trabajo es incluir cada renglón de MP.

Teóricamente un programa puede ser perfecto en lo que se refiere a alcance pero posteriormente surgirán problemas si subestima un solo artículo o renglón. La falla en la revisión de una alarma puede producir pérdidas muy costosas, si no funciona cuando debe.

Normalmente, la programación incluye una determinación de fechas de inspección que llenan los requerimientos de frecuencia en la forma más eficiente. Esto no es siempre posible, sobre todo en el caso de producción de maquinaria y equipo. En este punto es donde se localizan los dolores de cabeza, a menos que coopere todo el mundo- las fuerzas de mantenimiento y producción. El mismo jefe de mantenimiento puede eliminar muchos de estos dolores de cabeza. Al diseñar programas, debe estar siempre consciente de su

responsabilidad de mantener la producción al menor costo total. El debe arreglar programas que sean adaptables a las necesidades de producción.

Pero esto es invertir los términos. Primer debemos examinar los problemas en lo que se refiere a la mecánica de diseño de programas, y posteriormente los problemas de su aplicación. Prácticamente toda planta puede dividir su inspección y funciones de servicio de MP en tres grupos :

1. Conservación rutinaria. Este tipo de trabajo se ejecuta en intervalos regularmente cortos -adaptación, lubricación, limpieza- cuando el equipo está operando o cuando está ocioso. Esto también incluye el cuidado de renglones no productivos, como iluminación, calefacción y filtros.
2. Inspecciones periódicas. Cubre el trabajo a intervalos prescritos sobre el equipo que está funcionando o que ha sido detenido -inspecciones visuales, reparaciones, demoliciones, reemplazos programados de partes.
3. Trabajo contingente. Incluye trabajo a intervalos definidos cuando el equipo no está funcionando por otras razones. Ejemplo, la inspección de quemadores de gas, cuando se está recubriendo un horno.

Obviamente, cuanto más trabajo MP pueda usted introducir en la categoría de contingente, será menos costoso. Para asegurar que el trabajo se va a realizar, usted puede programar los renglones sobre una base de "lo que caiga primero". Esto lo hace usted (1) enlistando estos renglones de MP en su hoja de planeación de trabajo para labores de manteniimiento repetitivo (como recubrir un horno) y (2) protegiéndose usted mismo con un renglón "chistoso", programado para el periodo máximo permisible en inspecciones. Conjuntamente con esto, usted puede acumular una lista de tareas de reparación que no han sido cubiertas por las inspecciones y que pueden diferirse hasta el siguiente paro.

Al programar MP del tipo de conservación rutinaria o de inspecciones periódicas, las metas son las siguientes:

1. Incluya de preferencia trabajadores en el turno diurno, para minimizar tiempo extra. Pero no subestime la posibilidad de mayor efectividad del trabajador sobre una base de tiempo extra, contrabalanceado exageradamente el mayor costo de mano de obra.
2. Distribúyalos en el año hasta terminar con toda la carga de trabajo de mantenimiento. Pero recuerde programar el trabajo de MP para periodos flojos, siempre que sea posible, como servicio a las unidades de refrigeración o, en invierno, a las unidades de aire acondicionado cuando no están en operación.
3. Empéñese en tener menos tiempo ocioso productivo. Usted puede hacer esto programando MP durante tiempo no productivo o aún cambiando el trabajo a un turno extra.

**Tipos de programas.** Hay muchos diseños, y distribuciones, pero los programas son de dos tipos principales :

1. Formas totales. Enlistan en una hoja grande todas las piezas de equipo en una planta, departamento, clase de máquinas o función de servicio.
2. Tarjetas individuales. Normalmente hay una tarjeta separada para cada pieza de equipo, máquina o función de servicio

La forma total es la solución más sencilla y proporciona un esquema inmediato de la carga de trabajo de MP. Un programa típico incluye en la parte superior días o meses La y desglosa el equipo en el margen izquierdo. Las fechas de



inspecciones se muestran por una señal o cruz en la columna apropiada de la forma. Su puede usar un símbolo diferente para identificar limpieza, ajuste, reparación general y otros aspectos. La forma puede usarse simplemente como una lista maestra para generar los órdenes de trabajo de MP o también, como una orden en blanco para todo el año. Por ejemplo, una planta usa formas separadas como órdenes en blanco para proporcionar servicio de MP al equipo de ventilación a la maquinaria de producción., a las construcciones interiores, decorados, iluminación y calefacción. Otra planta usa una forma para un programa de pinturas que cubre 15 años. Para ese tipo de pronóstico, una forma así no tiene paralelo. Las formas por lo general son sumamente amplias para programar las funciones de MP sobre las máquinas o equipo en plantas grandes.

Muchas plantas grandes y pequeñas están usando programas de tarjetas. Tienen la ventaja de incluir más detalles sobre los requerimientos de MP y a menudo se combinan con registros de equipo. En este caso, la tarjeta incluye una serie de datos en un extremo para incluir una marca movable que sirva para señalar cuándo se necesita hacer la siguiente inspección.

No subestime los medidores de tiempo o totalizadores como base de la programación. Debido a que muestran el tiempo utilizado en horas o rpm, son útiles en equipo que se utiliza en forma regular -bombas, compresoras-, como son los marcadores de kilometraje en los vehículos.

Posteriormente añadiremos algo sobre este aspecto. La parte principal es que las fechas programadas se deben colocar en alguna parte -en un papel, o tarjeta perforada, o en cinta registradora- para controlar los programas de inspección de MP.

**Programación del trabajo.** En el verdadero sentido de la palabra, la fecha programada en una forma o tarjeta es realmente sólo programación preliminar. La programación real tiene lugar cuando se elige un día definido y el trabajo ha sido planeado en lo referente a métodos, herramientas, equipo y aspectos semejantes. Quiquiera que realice la programación final -ya sea el despachador, ingeniero de mantenimiento de áreas o mayordomo de cuadrilla- debe analizar el trabajo en cuanto se refiere a las técnicas que se necesitan y al tiempo que se requiere. Otros capítulos de este manual le muestran a usted cómo algunas plantas han establecido "límites de tareas" a través de un análisis histórico fácil de las ejecuciones pretéritas, mientras que otras lo han hecho por estudios de tiempos.

La aplicación de buenas prácticas de programación a MP generan algunas preguntas comunes y corrientes:

¿Se debe programar cada renglón, sin importar su tamaño? La respuesta es sí. Si vale la pena hacer una inspección, vale la pena programarla en una forma u otra. Los pequeños detalles a menudo se descubren en la lista de verificación utilizada para una tarea mayor.

¿Qué se debe hacer cuando un programa no se termina a tiempo? Suponiendo que debe hacerse la inspección, sólo hay una cosa que hacer, transferirla al siguiente periodo si la demora no es perjudicial. Pero si lo es, envíe una orden especial de trabajo que obtenga prioridad. La experiencia indica que usted puede esperar y quedarse corto algunas veces y otras alargarse demasiado.

Algunas plantas de prefieren un programa de 110 a 120% en caso de que el trabajo vaya más aprisa que lo esperado.

¿Qué se debe hacer cuando cambia el nivel de actividad de la planta? Depende de si es temporal o permanente. En este último caso, revise el programa de arriba a abajo. Si es temporal, ignore el programa cuando la actividad decae o refiéralo a una inspección especial cuando se exceda (si el tiempo de utilización es un factor importante). Si usted cambia de un turno a dos, las inspecciones de los edificios serán las menos afectadas, en caso de que lo sean. Pero las inspecciones de las máquinas pueden tener que duplicarse.

¿Cómo se puede programar el trabajo en una planta que funciona las veinticuatro horas del día y trabaja siete días a la semana? Como usted ya ha decidido qué inspeccionar, no hay forma de dejar afuera del arreglo los paros o detenciones más convenientes. Esto puede parecer imposible, pero se comprueba con las plantas informan que la pérdida en horas productivas se sobrepasa grandemente por el menor número de paros imprevistos y por la disminución del tiempo de inspección. Una planta procesadora dice : “No tenemos problema en hacer que la producción permita tiempo ocioso. Hemos probado que reditúa. Antes, el 75% de nuestro trabajo se realizaba en paros, ahora se programó el 95%”. Si los encargados de producción no quieren escuchar, usted tendrá que llevar el caso a la administración superior. Se puede sostener con seguridad que tendrá que llevar el caso a la administración superior. Se puede sostener con seguridad que tendrá un mínimo de tiempo ocioso si puede planear los paros con anticipación.

¿Cómo manejar el equipo que necesita servicio de MP más de una vez al día? Arregle que un técnico de área proporcione servicio sobre base permanente. En otra forma, envíe de nuevo su inspector o personal de servicio de MP.

**Problema del quipo de producción.** Este es un problema peliagudo, sobre todo para los novatos en MP. ¿Cómo programar el tiempo ocioso que requiere una inspección que requiere una inspección del equipo de producción? ¿Quién es el responsable? ¿Quién tiene la palabra final? ¿Cómo obtener gente de producción para desocupar temporalmente el equipo?

Una forma es a través de la programación “flexible”. Muchos programas conceden un plazo de treinta días para tareas de MP. (Por supuesto, el equipo crítico necesita adherirse más rígidamente al programa). El mayordomo técnico o despachador se encarga posteriormente del MP siempre que una máquina está detenida. El personal de producción que está de acuerdo con el MP ayudará a lograr algún tiempo libre.

Otra forma es por fallo de la gerencia superior, si usted puede lograrlo, concediéndole al jefe de mantenimiento el voto decisivo. En una planta siderúrgica con muchos tipos de compresoras pesadas, el jefe de mantenimiento y el departamento de seguridad tienen autoridad para detener cualquier máquina cuando si continúan operándola resulta lesivo para el equipo o para el personal.

Sin embargo, la mejor forma es que el personal de mantenimiento favorezca o logre una buena coordinación con el personal de producción. Rara vez surge el problema en organizaciones donde hay un ingeniero de mantenimiento de área.

Alguien del área de mantenimiento tiene que transar con producción, convencer a los de producción de que el mantenimiento sólo se interesa por la producción. He aquí las formas en que las plantas están llevando a cabo esto :

1. Los mayordomos de producción acuerdan sobre las bases de los programas sugeridos. Dichos programas no se hablan, se consultan con base en aspectos cronológicos. Ellos saben que la cooperación reditúa.
2. El jefe de mantenimiento arregla o señala un programa tentativo para el año y lo envía a los jefes de producción para corrección y aprobación.
3. El departamento de mantenimiento envía notificación anticipada sobre la forma como se va a tratar cada renglón, dando razones para la necesidad del MP y calcula el tiempo ocioso.
4. El grupo de planeación central de mantenimiento envía un informe semanal resumiendo todas las unidades que deben quedar sujetas a paros por mantenimiento durante la siguiente semana. La lista muestra el tiempo ocioso que se espera en cada renglón, también el grado de urgencia y lo que puede suceder si el trabajo no se puede realizar sobre la base programada. Posteriormente, ambos interesados acuerdan sobre el programa en una reunión semanal.

*Revisiones de los programas.* Así como en el caso de las frecuencias, los programas no deben considerarse estáticos. Revíselos periódicamente. Los cambios en la frecuencia automáticamente afectarán los programas. Pero las condiciones de la planta también cambian. Las distribuciones también cambian. Los productos cambian. El equipo y servicios están mejorándose constantemente. Surgen nuevas variedades del mismo equipo que requieren más o menos mantenimiento. Todos afectan la programación, los materiales nuevos, los métodos nuevos y las herramientas nuevas.

***CAPITULO 2***

***PLANIFICACION Y PROGRAMACION DEL  
TRABAJO DE MANTENIMIENTO***

## **ESTIMACION DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION**

La estimación en materia de mantenimiento se define como el proceso de predecir los costos antes de que se haya realizado el trabajo. Con esta premisa, la estimación es la base de la mayor parte de herramientas administrativas utilizadas para la dirección efectiva del trabajo de mantenimiento. Incluso cuando no se utiliza el término "estimación" o se admite que el proceso forma parte de un trabajo normal conocido, siempre existe una opinión o duda sobre cuánto va a durar. La efectividad de la operación puede depender de lo bien que esta opinión se vea confirmada por los hechos reales.

El control de los costos de la mano de obra, por ejemplo, puede conseguirse estableciendo niveles de costo, programando la sucesión de trabajos para limitar las horas extraordinarias, regular el número de trabajadores y conseguir que se trabaje con plena ocupación -todo ello basado sobre costos estimados-. Las decisiones sobre si es mejor hacer o comprar, los métodos de mejora y los costos de control conjunto están necesariamente basados sobre costos estimados. Incluso los proyectos que no necesitan estimaciones para su desarrollo y ejecución dependen de las estimaciones para su justificación y aprobación. Por lo tanto, la estimación constituye la base para la administración del trabajo de mantenimiento.

### **Consideraciones básicas**

La estimación de un costo de mantenimiento se basa fundamentalmente en los dos siguientes factores

1. Que es lo que se conoce del trabajo, esto es, sus necesidades, su contenido, sus condiciones y su urgencia.
2. Cómo se utilizará dicha estimación.

Estos dos factores determinan cómo debe hacerse la estimación, cuál las muchas técnicas de estimación se aplicará, y el grado de detalle que se requerirá. Por lo tanto, un estudio sobre cómo debe efectuarse la estimación incluye los siguientes puntos generales

Clasificación del trabajo.

Cómo se utilizarán las estimaciones.

Quién prepara las estimaciones.

Selección del método de estimación.

### **Clasificación del trabajo**

Lo que el estimador conoce del trabajo viene determinado por el grado en que el trabajo puede ser planificado antes de empezarlo. Donde mayor sea la información se consigue una mejor planificación, unas mejores estimaciones y, por lo general, unos mejores costos. En muchos casos el importante beneficio derivado de poseer buenos métodos de estimación es más efectivo una vez que se ha realizado el trabajo ya que el trabajo necesitaba ser definido y planificado muy claramente para poder ser estimado con precisión.

Muchos encargados de mantenimiento piensan que todo su trabajo es un trabajo de emergencia y en consecuencia tanto la planificación como la estimación no tienen razón de ser. Para evitar las limitaciones obvias que

resultan de adoptar esta posición, es importante tener una valoración real de la clasificación del trabajo en cada instalación individual. Esto significa que las verdaderas emergencias deben separarse del trabajo que puede ser planificado. Si se examinan con cuidado cada una de las siguientes clasificaciones generales mostrará que por lo menos alguno de los trabajos de mantenimiento de cada instalación puede ser considerado como "planificado o repetitivo". Estos trabajos pueden ser planificados y estimados con la precisión que requiera la utilización que debe hacerse de las estimaciones.

#### **Trabajos de mantenimiento planificados y repetitivos**

Recambio o reparación repetitiva de objetos específicos como son bandas, cojinetes, filtros de motores y pantallas.

Trabajos rutinarios como lubricación, limpieza, protección e inspección.

Producción de piezas de recambio y reparaciones.

Reparación del equipo planificado.

Reparación del equipo auxiliar y del edificio.

Cuidado de la superficie asignada.

Recambios y reparaciones planificadas no repetitivas.

Cambios de lugar.

Modificaciones.

Mejor de equipos.

Reparaciones en equipos no críticos y de poca trascendencia para la producción y que pueden pararse durante su reparación programada.

**Servicios de emergencia.** Aunque puede ser necesario aplicar varias técnicas, pueden aplicarse de una manera provechosa procedimientos de estimación a situaciones de emergencia. Generalmente la clave para poder tener estimaciones precisas en este caso es tener una repetición de problemas iguales o semejantes. Al clasificar estos trabajos es necesario en primer lugar identificar los trabajos altamente repetitivos y aquellos cuyo costo sea elevado y que se piense que puedan repetirse de vez en vez. Estos últimos incluyen las siguientes categorías generales

Servicio de identificación de la avería.

Parada de equipos.

Emergencias de seguridad.

### **COMO SE UTILIZARAN LAS ESTIMACIONES**

El grado de detalle de la estimación y, por lo tanto, lo que debe gastarse en la misma y que esté justificado para una situación determinada depende principalmente del uso que debe hacerse de la estimación. Un método fácil para determinar el grado relativo de detalle nos la da la comparación con una lista guía que nos sirve de referencia.

La siguiente lista está confeccionada de modo que aproximadamente sigue un grado de detalle creciente. A la hora de escoger el método de selección debe ser siempre considerado junto con otros criterios.

1. Determinación de la cuantía requerida (Ejemplo: ¿más o menos de \$500?)
2. Evaluación de las órdenes de trabajo pendientes.
3. Previsiones a largo plazo.
4. Evaluación de la compra de equipo recomendada.
5. Evaluación de los distintos métodos propuestos.



6. Decisiones de comprar o fabricar con volumen de dinero anual limitado.
7. Programación de trabajo mediante el método del camino crítico.
8. Programas mensuales y previsiones de trabajo-carga.
9. Informes de control de costos de la ejecución del trabajo a nivel de instalación.
10. Programas semanales y distribución de la mano de obra.
11. Informes de control de costos a nivel de departamento.
12. Incentivos de grupo a nivel de instalación.
13. Informes de control de costos individuales.
14. Distribución diaria de mano de obra y programas de trabajo.
15. Decisiones de fabricar o comprar -volumen anual de dinero elevado.
16. Incentivos de grupo semanales a nivel de departamento.
17. Incentivos diarios para pequeños grupos.
18. Incentivos individuales semanales
19. Incentivos individuales diarios.

**Costo de carencia de mantenimiento.** Una importante aplicación de los procedimientos que no se acomoda a ninguno de los ejemplos descritos hasta ahora, es la determinación o predicción del costo de carencia de mantenimiento o de reparaciones. Frecuentemente tiene un valor mucho más real como herramienta administrativa el conocer cuánto nos costaría el no hacer un trabajo que estimar el costo del mismo. Estas estimaciones incluyen generalmente la evaluación del costo de la producción perdida así como el costo de los posibles daños que pudieran ocasionarse en el equipo y en el material. Estas informaciones afectan directamente a importantes decisiones administrativas tales como las que se refieren a parar la producción, a la autorización de horas extraordinarias y al mantenimiento de la misma cantidad de mano de obra disponible. Frecuentemente la aplicación de los puntos de vista de la ingeniería industrial a situaciones típicas está expuesta a las aplicaciones de soluciones falsas muy caras. Por ejemplo, ¿debe llamarse en domingo a una cuadrilla de mantenimiento de cuatro personas, pagándoles el doble para reparar una máquina cuando dicho trabajo lo podrían haber hecho el viernes dos operarios libres en un tiempo de cuatro horas? La respuesta a esta pregunta está clara a menos que se considere cuidadosamente la situación. Sin embargo, el grado de precisión no debe ser tan importante como si se consideraran factores de mayor trascendencia.

### **QUIEN PREPARA LAS ESTIMACIONES**

Las estimaciones las pueden hacer adecuadamente cualquiera de los cuatro grupos de personas siguientes : capataces, ingenieros, planificadores y los encargados de aplicar porcentajes de trabajo. La pregunta sobre quién debe hacer la estimación se contesta adecuadamente cuando se ha establecido el método de estimación adecuado que se adapte mejor a las circunstancias existentes. Cada grupo está mejor preparado para, o puede desempeñar mejor, un tipo particular de procedimientos de estimación.

**Estimaciones por parte del capataz de mantenimiento.** Las estimaciones realizadas por el capataz de mantenimiento son generalmente las más rápidas y fáciles de obtener, pueden ser basadas en una información de alcance limitado y pueden hacerse sin necesidad de ningún informe formal u otros controles. En algunos casos puede ser necesario admitir esta estimación como única respuesta viable. Cuando para la utilización que debe hacerse de la estimación

tanto da que la información sea aproximada o bien detallada o cuando parezca que no sea posible asegurar una información más avanzada acerca del trabajo, la estimación del capataz puede ser la mejor. Además, el capataz debe estar familiarizado con el trabajo, mientras que para otra persona planificar y estimar supone realizar el doble de su trabajo normal. ¿Por qué, pues, hay que tener planificadores o estimadores además de los capataces? ¿Por qué no se deja que sea el capataz el que realice todas las estimaciones?

La respuesta es de orden económico. Pocas son las tareas de mantenimiento cuyo rendimiento no pueda ser incrementado en un 5 o un 10% o más, mediante una buena supervisión. Si, por ejemplo, cada uno de los cuatro capataces de cuatro departamentos de 20 hombres dedicaran exclusivamente a supervisión 2 hr al día, en lugar de dedicar este tiempo a efectuar estimaciones, y con ellos se consiguiera una reducción de costos del 5%, el ahorro conseguido sería casi cuatro veces mayor que lo que cobre un estimador que trabaje 8 hr. al día.

Las estimaciones que efectúe el capataz deben limitarse a situaciones que no interfieran con la necesaria supervisión y cuando no sea posible emplear procedimientos más detallados.

**Estimaciones por parte del ingeniero.** También aquí, el origen y la disponibilidad de información de alto nivel y la finalidad de la estimación indican cuál es el método de estimación que debe utilizarse. La elección del procedimiento determinará quién debe hacer la estimación.

El proyecto de la mayor parte de construcciones industriales y la selección o proyecto del equipo necesario pueden necesitar estimaciones del costo de la mano de obra, así como de los precios de compra de los materiales y de las condiciones del contratista. Aunque los capataces de mantenimiento o los planificadores pueden servir como elementos de consulta, los distintos tipos de proyectos que se presentan hacen que generalmente sea necesario el concurso de los ingenieros para realizar dichas estimaciones.

¿Deben los ingenieros estimar normalmente los proyectos de reparación? Dsi, si el procedimiento de estimación necesario es principalmente, el de obtener los precios de los equipos y las condiciones de los contratistas y particularmente si la información que se estima afecta vitalmente a las decisiones del proyecto. No, si el procedimiento de estimación necesario puede ser realizado de un modo más efectivo por el planificador del mantenimiento o por el capataz del mismo, porque el trabajo que debe realizar el personal de mantenimiento es una parte importante de la tarea.

**Estimaciones por parte del planificador.** Quedan muy pocos capataces de producción que realicen la ancha gama de actividades que se suponía que debían realizar hace 30 años. La programación, el cronometraje, la administración de sueldos y salarios, y la mejora de métodos, son hoy día desarrollados y ejecutados por el staff de dirección, con lo que el capataz queda libre para controlar al personal que le corresponde.

El concepto “planificación del mantenimiento” es reconocido hoy en día como una de las etapas importantes para dar al capataz de mantenimiento algunas de las ayudas que presta el staff como ya se considera usual en producción.

Aunque el ámbito de actuación de este staff varía según sea el tipo de instalación, incluirá casi siempre las estimaciones. El tipo de estimación que realice el planificador puede también variar en gran manera. De hecho, una de las principales ventajas que se tienen cuando son los planificadores los que realizan la estimación, es la flexibilidad de poder utilizar varios medios de estimación para abarcar distintas situaciones. Las estimaciones realizadas por los ingenieros y los capataces sólo pueden ser utilizadas de un modo ideal para un margen limitado de problemas de estimación; los procedimientos que utiliza el planificador se adaptan prácticamente a cualquier necesidad.

En la mayor parte de los casos, la obtención de información acerca del trabajo es una responsabilidad básica del planificador. Como sea que es él el que conoce la finalidad de la estimación, está en una situación ideal para decidir cuál es el procedimiento de estimación más adecuado. Es muy importante asegurar la máxima utilización de la flexibilidad inherente al método, dentro del marco básico de la política de la compañía. Esto requiere una supervisión a fondo de la actividad de planificación.

**Estimaciones por parte del encargado de aplicar porcentajes de trabajo.** Cuando se aplican valores estandarizados muy detallados a las operaciones de mantenimiento para la medida del ritmo de realización o para calcular los incentivos, algunas tareas pueden estar “basadas” o “realizadas” a partir de datos básicos durante la misma ejecución del trabajo o una vez que éste haya sido terminado. Aunque estos valores estandarizados no pueden llamarse propiamente estimaciones, según los hemos definido, las personas que las aplican están bien preparadas para realizar estimaciones, pudiendo utilizar una gama muy amplia de procedimientos de estimación. Las recomendaciones que se refieren a la flexibilidad de los métodos en el caso de los planificadores son también válidas para este grupo.

## MANUAL DE MANTENIMIENTO

En este capítulo se describen los manuales de mantenimiento, su necesidad, su contenido, sus ventajas, sus desventajas, su preparación y su formato.

### GENERALIDADES

El incremento en la utilización de manuales en la industria y en la administración se ha acelerado gracias a los rápidos cambios tecnológicos en cuestión de equipos y material y el rápido crecimiento en el tamaño y objetivo de las organizaciones. Un manual es un medio efectivo para la comunicación de procedimientos adecuados o el “mejor camino” para llevar a término una tarea. Es una herramienta básica que se utiliza en el adiestramiento o readiestramiento del personal para la utilización de equipos y técnicas. Un manual es un libro pequeño, que como su nombre indica puede manejarse con facilidad. Los manuales pueden adaptarse a una infinidad de diferentes temas desde los Boys Scouts hasta el matrimonio.

**Tipos de manuales.** Los tipos de manuales cuya utilización es general hoy en día, pueden clasificarse tal como sigue

*Manual de instrucciones.* Describe una determinada tarea en lo concerniente a qué es lo que hay que hacer, cuándo, cómo y porqué hay que hacerlo. Se utiliza básicamente para el adiestramiento y readiestramiento de personal. Es semejante a los manuales técnicos que se utilizan en los ejércitos modernos.

*Manual de procedimientos.* Describe, de una forma detallada por lo general, los métodos mediante los que se lleva a cabo cada tarea en particular. Generalmente contendrá diagrama de flujo, ilustraciones de los formatos y formularios de organización, además de explicaciones referentes a cómo, cuándo y dónde deben utilizarse. Proporciona una buena base para determinar y seguir la rutina de los procedimientos administrativos.

*Manual de orden interior.* En él, se contienen las disposiciones vigentes en la compañía o empresa para asegurar que todos actúen de acuerdo con las normas y reglamentos existentes.

*Manuales técnicos.* Los que se utilizan en las fuerzas armadas de los Estados Unidos, son publicaciones u otras formas de documentación que contienen una descripción de los equipos y armas, con instrucciones para su uso. Incluyen uno o más de los siguientes apartados: instrucciones para la preparación inicial antes de la utilización; Instrucciones de funcionamiento, para el mantenimiento y para la reparación; información técnica necesaria o descripción de procedimientos excepto para los problemas de carácter administrativo; o una lista de las piezas o de dificultades que pueden presentarse en las mismas.

*Manual de organización.* Determina los deberes de los individuos o cargos dentro de una organización y delimita su autoridad y responsabilidad. Se contrasta la responsabilidad de un individuo o cargo con la de los demás existentes en la organización para evitar conflictos y duplicación de esfuerzos y para reducir las posibles omisiones.

Un manual de mantenimiento puede llevar incorporado uno o más de los manuales descritos.

**¿En qué consiste un manual de mantenimiento?** Un manual de mantenimiento describe las normas, la organización y los procedimientos que se utilizan en una empresa para efectuar la función de mantenimiento. Puede incluir también métodos normalizados para el mantenimiento y/o reparación de equipos y aparatos. Podríamos decir que es la Biblia de la organización para la realización del mantenimiento. Delimita los conceptos de gestión del mantenimiento de la organización y su importancia en la consecución de sus objetivos.

**Qué se consigue con un manual de mantenimiento.** El manual de mantenimiento eleva el mantenimiento desde un papel meramente secundario a un lugar importante en la gestión de la empresa. La gestión del mantenimiento se convierte en una parte integrante de la empresa y contribuye a sus objetivos.

En la presente situación de mercados, la competencia hace necesaria una reducción en los costos de producción sin que por ello se vea afectada la calidad de producto. La utilización de un manual en la creación de un programa sólido en la gestión del mantenimiento, puede ser un medio efectivo para la reducción de costos. Con la escala de los costos de mano de obra, de los materiales y de los equipos, la reducción de costos de mantenimiento pasa a ser una necesidad para la buena marcha económica de una empresa. Sin embargo, el manual de mantenimiento no obra milagros por sí solo; no puede reemplazar la labor de directores competentes y de un hábil equipo de mantenimiento.

**Necesidad de un manual de mantenimiento.** El aumento en el número de industrias, la ampliación de las industrias existentes y la rápida evolución que sufren los materiales, los equipos y los procesos tecnológicos, compendian el problema del mantenimiento de las máquinas y equipos de las instalaciones industriales. El costo de mantenimiento es de una magnitud tal que resolverlo mediante el método del "primer hombre que se encuentre a mano" no resulta por lo general económico. Deben encontrarse métodos que se basen en criterios efectivos y económicos. Esto puede obtenerse estableciendo unos procedimientos de gestión efectivos y unos métodos de mantenimiento y métodos para difundirlos a través de toda la organización. Un manual de mantenimiento es un método excelente para poder cumplir esto.

El tamaño de la organización no es necesariamente el criterio en que se debe basar la determinación de si debe o no utilizarse un manual. Incluso en una pequeña organización en que estén bien establecidos los procedimientos rutinarios de mantenimiento, existe la necesidad de determinar los procedimientos a utilizar para las reparaciones de mayor importancia y para la sustitución de máquinas y equipos. El tamaño de la organización influirá sobre el tamaño y contenido del manual pero no en la necesidad de su utilización como medio de comunicación.

Uno de los problemas principales que existe hoy día, ya sea en el comercio o en la administración pública es el establecimiento de unas comunicaciones efectivas, ya sean escritas u orales. No puede esperarse que el trabajador cumpla de una manera adecuada su trabajo, si no se le explica bien o si no lo comprende perfectamente. Los ejecutivos y capataces se preguntan a veces por



qué no se cumplen, tal como ellos quisieran, sus normas y órdenes. Se quejan a veces de la falta de perfección del trabajo realizado por sus ayudantes. Su primera reacción es preguntarse acerca de la capacidad de sus subordinados en vez de pensar que puede ser debido a una falta de comunicación adecuada por su parte. Mediante la utilización adecuada por su parte. Mediante la utilización de manuales puede conseguirse una comunicación eficaz de órdenes escritas. Cuando un manual está bien organizado, preparado y escrito, indicará cuál es el método que se considera mejor para el cumplimiento de una tarea. El manual puede también utilizarse como medio para una determinación clara de normas.

El manual puede también proporcionar una base estándar para el adiestramiento y enseñanza del nuevo personal o para el readiestramiento del personal existente. Por lo tanto, la información que se da en el adiestramiento no viene determinada por el capataz. Como resultado de ello, la época del "hombre indispensable" va desapareciendo. Como quiera que los procedimientos y métodos vienen claramente explicados en el manual puede reducirse el tiempo de adiestramiento y se dispone además de una pronta referencia que puede ser consultada como guía siempre que sea necesario.

El personal que realiza el mantenimiento, lo hace generalmente según el grupo de procedimientos rutinarios que establecieron sus predecesores. Cualquier iniciativa que se tome para variar "los procedimientos rutinarios establecidos" es vista como una amenaza y su aplicación es resistida. Esto es verdad cuando se considera la implantación de un manual de mantenimiento. La actitud del personal de mantenimiento se refleja en frases tales como: "Nuestra organización y procedimientos son únicos"; "Los procedimientos estándar impiden toda mejora o innovación y reducen la flexibilidad de las operaciones"; "Esta usted incrementando los costos y estableciendo un sistema burocrático con muchos inconvenientes". Todas estas frases son características y reflejan la actitud de estar contento y feliz con el status quo. Esto hasta cierto punto es indicativo de un sentimiento de inseguridad en el trabajo y concierne al "tener que volver a empezar" y quizás al hecho de pensar que se tendrá que trabajar más. Esta actitud solamente puede ser vencida si los dirigentes a más alto nivel apoyan la realización de un manual de mantenimiento y explican cuidadosamente sus objetivos a todos los escalones de la organización.

La decisión por parte de la superioridad de evaluar las necesidades de un manual de mantenimiento descubrirá, durante el proceso de evaluación, muchos lugares en los que se realiza una mala gestión del mantenimiento. Los métodos y procedimientos de llevar a término el mantenimiento en muchas organizaciones, se basan en prácticas que sin discusión se han aceptado como buenas durante mucho tiempo y la mayor parte de las cuales no han sido extablecidas por escrito. En la revisión de los procedimientos de gestión existentes es probable encontrar alguna de las situaciones siguientes

1. Existe duplicación de esfuerzos.
2. Existen áreas de responsabilidad que no están claramente definidas, y no existen líneas claras de autoridad.
3. Existe falta de conexión en los procedimientos.
4. Se está malgastando esfuerzo en áreas que ya no lo necesitan.
5. Existe un papeleo excesivo.
6. Se están utilizando métodos, equipos y materiales obsoletos.



7. El mantenimiento depende excesivamente de una persona que se considera como indispensable.

## SIMPLIFICACION DEL TRABAJO EN EL MANTENIMIENTO

La mejor manera de describir la simplificación del trabajo quizá sea como el inteligente empleo de la capacidad humana para animar y facilitar la búsqueda e implantación de métodos de trabajo más eficaces. Allan H. Mogensen fue ciertamente el primero en reunir las distintas facetas de esta nueva materia en un programa único y organizado. Al Profr. Erwin Schell, del Massachusetts Institute of Technology, se debe probablemente la denominación de simplificación de trabajo. Además, las famosas conferencias anuales del Sr. Mogensen que tenían lugar en Lake Placid, N.Y. y en Sea Island, Ga., han representado un esfuerzo potente y continuado en la enseñanza de los conceptos fundamentales en la simplificación del trabajo y una gran ganancia en confianza y aceptación de lo práctico de la filosofía del método. La mayor parte de lo expuesto en este artículo está sacado de dichas conferencias. Muchas otras personalidades han contribuido grandemente al establecimiento de conceptos fundamentales. Sobresalen particularmente los nombres de la Dra. Lillian Gilbreth, del Profr. David B. Porter, del Profr. Herbert Goodwin y del Profr. Leo Moore.

En los últimos 20 años, la simplificación del trabajo ha ganado rápidamente una popularidad expansiva. Muchas firmas industriales han patrocinado programas de simplificación de trabajo. La mayor parte de estos programas han tenido éxito, dando como resultado una multitud de reducciones de costos e innovaciones de beneficio creciente. En muchos centros de enseñanza de ingeniería se incluyen cursos de simplificación del trabajo.

Tal como se concibió originalmente, la aplicación de este método debía efectuarse en el dominio de los métodos de producción. Pero una vez que se hubo adquirido experiencia se vio más claramente la posibilidad de su aplicación universal. Los conceptos de simplificación de trabajo se utilizan hoy en día para mejorar la realización de muchas otras actividades, que incluyen los trabajos de oficina, las técnicas de supervisión, la investigación y el mantenimiento. De hecho, el término "simplificación del trabajo" se ha convertido hoy en día casi en un sinónimo de "una técnica organizada para la mejora de métodos".

Se adapta particularmente bien al estudio y a la mejora de la realización del mantenimiento. Las aplicaciones de este dominio han sido excepcionalmente productivas. Las aplicaciones más frecuentes y más amplias deben tener verosímilmente igual éxito.

**Teoría.** La manera tradicional de abordar la mejora de métodos han sido la de emplear especialistas altamente preparados en las técnicas de ingeniería industrial y que dediquen todo su tiempo a este menester. Estos "expertos" tienen asignada la misión de estudiar una a una las distintas actividades de toda la organización. Se espera de ellos que localicen oportunidades para una mejora del trabajo, desarrollen cauces dentro de los cuales pueda conseguirse dicha mejora, determinen su conveniencia, consigan su aceptación y ayuden a su puesta en marcha. De esta manera se ha conseguido un progreso neto. Pero la eficacia de estos "expertos" ha quedado disminuida de dos motivos diferentes:

1. El "experto" debe gastar mucho tiempo y esfuerzo para familiarizarse con cada actividad estudiada, para poder estar seguro que ha

considerado todos los aspectos y que las interconexiones con las actividades con ellas relacionadas han sido evaluadas convenientemente.

2. Las mejoras desarrolladas y propuestas por estos "expertos" acostumbran a causar gran resentimiento en los futuros usuarios. A menudo se opone resistencia a su implantación, e incluso a veces ésta es deliberadamente sabotada.

El sistema de simplificación del trabajo intenta minimizar dichas dificultades. Cada empleado es ayudado para que pueda ser su propio "experto" y se le anima para que estudie y se le recomiendan caminos para mejorar la ejecución de su propio trabajo. Los motivos para su implantación pueden establecerse haciendo ver a los trabajadores y a los encargados de la administración el valor de los resultados que pueden conseguirse trabajando todos en equipo.

La enseñanza de la utilización de un conjunto de técnicas sencillas pero ingeniosas proporciona a cada empleado los conocimientos necesarios para realizar los estudios de mejoras de métodos.

La simplificación de trabajo está basada en el reconocimiento de dos verdades básicas:

1. El personal a todos los niveles en una organización industrial puede ser una excelente fuente de ideas interesantes para la mejora de métodos.
2. La explotación eficaz de esta fuente requiere:
  - a. Cultivo de las actitudes receptivas para fomentar la participación.
  - b. Fomento de una cautela y de un entendimiento de los motivos y las conductas humanas.
  - c. Enseñanza en las técnicas elementales de estudio analítico.

**Práctica.** La simplificación de trabajo parece más productiva cuando hay una gran participación de muchos individuos a todos los niveles de la organización en un programa "organizado". Deben ser planificadas, de una manera cuidadosa, sesiones de enseñanza. Todos los participantes deben recibir una enseñanza en las herramientas y técnicas de mejora de métodos. Debe ponerse en marcha un sistema para poder manejar las ideas, como puede ser un sistema de sugerencias (o debe adaptarse un sistema ya existente) para establecer un medio de comunicación que sea accesible, para proporcionar un camino para obtener una pronta gestión y revisión de las propuestas de mejoras, para facilitar el reconocimiento de las colaboraciones recibidas y para proporcionar la adecuada recompensa por una mejora obtenida.

## LA LEY DE LA ACCION INTELIGENTE

William J. Reilly, en el libro que lleva el anterior título, dice: "frente a un problema, la inteligencia de las acciones de un individuo depende de:

1. El deseo de resolver el problema.
2. Habilidad para resolver las tareas necesarias.
3. Capacidad para mejorar las relaciones humanas implicadas."

**Deseo.** Las motivaciones de las acciones de los seres humanos pueden dividirse en dos categorías básicas:

1. Para ganar (¿Qué parte me corresponde?)
2. Para evitar pérdidas (Esto es mío. ¡Quita las manos!)

Por lo tanto el empleado mira el empleo como un medio de ganancia de:

1. Seguridad (control razonable sobre su propio futuro).
2. Recompensa material (dinero para comprar cosas).
3. Oportunidad para mejorar la situación (económica y/o social).
4. Un sentido de participación (pertenecer a un grupo y poder decir algo).

El empleo es también un medio para evitar la pérdida de las cosas que hemos mencionado.

Puede esperarse que la actitud de un individuo hacia una oportunidad de una ganancia personal será la mayor parte de las veces enteramente egoísta. Su mayor interés será, "¿Qué puedo sacar de ello?" Pero su decisión y sus acciones tenderán a ser racionales, lógicas y basadas en los hechos. La petición para realizar acciones que pueden resultar en beneficio propio y de los demás puede esperarse que reciba un análisis objetivo. Tal como dice Allan Mogensen el "egoísmo inteligente" es una motivación eficaz. Dwight Eisenhower se refería a ello apelando al "propio interés bien entendido".

Sin embargo, la actitud del individuo delante de una posible pérdida de lo que ya posee puede esperarse que sea completamente diferente. Las decisiones tenderán a estar basadas sobre emociones más que sobre hechos. Las acciones que llevan aparejada la posibilidad de pérdida de algo que se posee parecerán a menudo equivocadas y a veces completamente ilógicas.

Esta diferencia de actitudes es de gran importancia cuando se busca la aceptación de métodos de mejora. Para un individuo que no esté directamente involucrado, la introducción de una propuesta para obtener unos costos menores que lleven aparejada la utilización de una nueva pieza de equipo o un nuevo método, puede tener la atracción de "egoísmo inteligente". Pero para las personas que estén directamente involucradas, un cambio de las condiciones existentes implica una pérdida en sus conocimientos aplicables a los procedimientos o equipos antiguos. El miedo generado por la posibilidad de tal pérdida puede eliminar completamente cualquier llamada que se haga al beneficio mutuo. Por lo tanto, para que tenga éxito, un programa de simplificación de trabajo debe llevar consigo políticas y prácticas administrativas específicas que aseguren al individuo que personalmente puede ganar algo y que no puede perder nada como resultado de la implantación de las propuestas de simplificación de trabajo.

Un sistema de sugerencias puede proporcionar recompensas económicas o de situación, pero es esencial una garantía adicional por parte de los elementos directivos de que los participantes no sufrirán pérdidas personales si se les clasifica de manera inferior o se les cambia de puesto de trabajo. Por lo general acostumbra a ser mutuamente aceptada una reducción de personal trasladando a los individuos sobrantes a otras actividades que estén en fase de expansión. Con una planificación cuidadosa, este método es generalmente adecuado para absorber las reducciones de personal que las propuestas de simplificación de trabajo hacen posible. Las reducciones de personal mediante el despido pueden eliminar la posibilidad de que un programa tenga éxito. Después de todo, puede esperarse la colaboración del individuo si ve que su cooperación

redundará en pérdidas directas para él mismo, para sus amigos o para sus compañeros.

**Destreza.** Hasta la introducción de los programas de simplificación de trabajo con participación a todos los niveles, que proporcionan el clima adecuado para aprender y los conocimientos necesarios a los participantes, la idea de que un empleado, medio podía concebir desarrollar y llevar a término mejoras de métodos eficaces, era solamente una hipótesis. Los elementos directivos poseían poca evidencia y menos fe en que tales esfuerzos podrían ser realmente productivos y significativos. Sin embargo, hoy en día los resultados satisfactorios de muchos programas industriales de simplificación de trabajo certifican ampliamente la validez de esta hipótesis. Ha sido probado de una manera incuestionable que en la mayor parte de los individuos existe de una manera latente la habilidad para desarrollar métodos de mejora y que pueden ser utilizados de una manera eficaz si se ponen en marcha motivaciones y enseñanzas adecuadas. Se ha demostrado que con un aprendizaje mínimo en pocas de las herramientas básicas sencillas de la ingeniería industrial, el individuo medio puede desarrollar una habilidad sorprendente para darse cuenta de las oportunidades para las mejoras y para incrementar las soluciones viables.

**Capacidad.** Se ha demostrado de una manera bastante clara que las características fundamentales de la naturaleza humana son esencialmente inmutables. El comportamiento humano, sin embargo, puede ser modificado en cierto grado. De hecho, se puede predecir de una manera relativa el comportamiento humano puede ser influido de una manera medible por cualquiera que tenga un buen conocimiento de los mecanismos básicos de la naturaleza humana, además de la voluntad de realizar las acciones que sean necesarias. En lo que respecta a las actitudes que pueden predisponer hacia la instalación futura de mejora de métodos, resulta generalmente suficiente aprender a reconocer y familiarizarse con dos de los rasgos más característicos de la naturaleza humana:

1. La resistencia al cambio o a lo nuevo.
2. El resentimiento por las críticas.

La idea fundamental que se nos presenta de una manera anticipada en la búsqueda de un camino mejor para llevar a término una tarea es que, cuando se encuentra, el nuevo camino sustituirá al anterior. Por lo tanto, mejora implica cambio. Desde el punto de vista del que utilizaba el método anterior, el cambio tiende a romper un estado de cosas con las que estaba de acuerdo y a crear el miedo de que puedan sobrevenir consecuencias desfavorables. El sentimiento seguro de que "todo está bien" puede ser sustituido por el sentimiento temeroso de que quizás él, el usuario normal, puede haberse tornado obsoleto y puede necesitar un readiestramiento; puede tener que desarrollar un trabajo más duro, o quizás puede incluso ser sustituido. El usuario no ve en el cambio nada que le favorezca y por lo tanto se produce en él una gran inseguridad. Naturalmente, se resiste al cambio. Es casi un reflejo condicionado. Todo el mundo tiende a criticar y resistirse a los cambios.

Un programa de simplificación que quiera tener éxito debe tener en cuenta advertir a los participantes para que se familiaricen con esta reacción y para que aprendan la manera de minimizar sus efectos negativos. Los participantes deben saber:



1. Evitar los hechos y opiniones confusas.  
La práctica puede convertirse en hábitos que pueden conducir al desarrollo de opiniones desviadas que no pueden ser adecuadamente extrapoladas.  
La experiencia aumenta el conocimiento de los hechos, lo que proporciona una base más sólida para la extrapolación.
2. Evita malos entendimientos.  
Si no se tienen en cuenta todos los hechos puede llegarse a conclusiones equivocadas.  
La confianza en los resultados de un solo ejemplo no representativo puede conducir a opiniones equivocadas.
3. Evitar juicios precipitados.  
Se precisa de tiempo, para madurar las ideas.  
A la hora de hacer evaluaciones, debe tenerse en cuenta la falta de experiencia.

Charles F. Kettering, de la General Motors, decía, "La edad mental de un hombre puede medirse de una manera precisa por el grado de sufrimiento que experimenta cuando entra en contacto con una idea nueva". Los participantes deben aprender a pensar de una manera joven, para que puedan evaluar de una manera efectiva la importancia de las nuevas ideas. Pude decirse en verdad que "de la misma manera que el paracaídas, la cabeza funciona solamente cuando se abre".

Allan Mogensen sugiere que la conveniencia de mantener la cabeza abierta puede enfatizarse utilizando luces de tráfico para simbolizar la actitud adoptada:

La luz verde simboliza la mente abierta que quiere explorar nuevos hechos y tiene prisa en buscar nuevos caminos para materializar las ideas más que buscar razones por las cuales no funcionan.

La luz roja simboliza a las mentes cerradas que están perfectamente satisfechas con las condiciones existentes, son incapaces de considerar cualquier otra iniciativa y están seguros que los nuevos caminos no son viables ni operativos.

Esto constituye realmente un reactivo fisiológico muy eficaz con un porcentaje muy elevado de buenos resultados. Una continua referencia a "no enciendas la luz roja al considerar nuevas ideas" satiriza a los que se muestran reacios a la cooperación y puede ser a la vez chistoso y extraordinariamente productivo en actitudes más abiertas a nuevas ideas.

Una mejora implica la crítica del método anterior y, lo que es peor, crítica del que aplicaba el anterior método. Directa o indirecta, constructiva o destructiva, la reacción inmediata es rápida y siempre la misma. A nadie le gustan las críticas. Se toman siempre ofensa personal. Crean resentimiento.

Para llevar a buen término un programa de simplificación de trabajo, los participantes deben acostumbrarse a esperar esta reacción en los demás y en ellos mismos. Deben aprender a minimizar las ofensas de los demás y evitar que las críticas puedan influir de alguna manera a sus ideas y ayudar a los demás para que ello no les confunda a la hora de tomar decisiones.

Sin embargo, la mayor ayuda en minimizar la resistencia al cambio y al resentimiento por las críticas, es la premisa fundamental de enfocar la simplificación del trabajo mediante el desarrollo "participativo" sustituyendo al enfoque a través de los "expertos". El participante opondrá menor resistencia o tendrá menor resistencia a lo que en parte considera como ideas propias.

### **EL METODO CIENTIFICO**

Frederick W. Taylor, al que se considera como fundador de la administración científica, dijo una vez "... el arte de la administración es conocer exactamente lo que se quiere hacer y luego ver que se haga de la manera mejor y más económica". Arthur D. Little, el famoso investigador químico, afirmaba que habían cuatro facetas en el enfoque científico.

1. Sencillez en lo que se desea saber.
2. Capacidad para preguntarse.
3. Capacidad de generalizar.
4. Capacidad para aplicar.

La simplificación del trabajo aplica cada uno de estos puntos de una manera muy exacta:

**Mantenimiento de la mente abierta.** (Sencillez en lo que se desea saber.) El participante con luz verde que desea saber sobre todas las cosas. Quiere considerar todas las alternativas. No se encuentra restringido por las prácticas anteriores, por los precedentes, por las tradiciones, por los hábitos, por las costumbres o por el miedo a las consecuencias del cambio.

**Observación del camino actual.** (Capacidad para preguntarse.) Pocas personas conocen cómo preguntarse de una manera adecuada. La mayor parte de ellos dejan de preguntar demasiado pronto. Algunas veces esto es simplemente para evitarse problemas. Para llevar a buen término la simplificación de trabajo uno debe preguntar el "porqué demonios" de cada cosa. La simplificación de trabajo proporciona un plan organizado para preguntar. Es llamado modelo de cuestionario y consta de una secuencia establecida de preguntas:

- ¿Qué se hace?
- ¿Dónde se hace?
- ¿Cuándo se hace?
- ¿Quién lo hace?
- ¿Cómo lo hace?
- ¿Por qué?
- ¿se hace en definitiva?
- ¿se hace aquí?
- ¿se hace en aquel momento?
- ¿lo hace esta persona?
- ¿se hace de esta manera?

Este es un cuestionario de enseñanza que debe seguirse de una forma literal al principio pero que pronto se convierte simplemente en una forma de pensar organizada.

**Exploración de las oportunidades de mejora.** (Capacidad para generalizar.) De las respuestas pueden surgir tentativas de conclusiones (generalizaciones). Se investigan las posibilidades de mejora:

¿Qué?

¿Dónde?

¿Cuándo?

¿Quién?

¿Cómo?

¿Por qué?

¿eliminar?

¿cambiar de lugar?

¿cambiar la secuencia? ¿combinar?

¿cambiar la persona?

¿mejorar el método?

Recuerde:

Se buscan posibles soluciones, no conclusiones firmes.

Si no se ha hecho nunca antes, puede ser un camino mejor.

No admita que no puede hacerse o ya está perdido antes de empezar.

Se trata de hallar caminos que hagan viables sus ideas, no se trata de probar que son inviables.

No menosprecie las sugerencias de los demás. Utilícelos según el crédito que se dé a la fuente de información.

**Aplicar el nuevo método.** (Capacidad para aplicar.) No basta con querer; pregúntese el porqué y desarrolle una mejora viable. Una idea no tiene ningún valor hasta que no ha sido llevada a la práctica. La capacidad para aplicar implica dos cosas:

1. Capacidad para ver la aplicación de una norma general a un problema concreto.
2. Capacidad de traducir el conocimiento de la naturaleza humana para que el nuevo método se gane la cooperación de las personas involucradas.

### **Las cinco etapas en la mejora de métodos**

La información exacta requiere medida. "Si puede medir aquello de lo que está hablando y puede expresarlo en un número, sabe algo sobre lo que está hablando. Pero si no puede medirlo, su conocimiento es pobre y poco satisfactorio."-Lord Kelvin. Raramente se hace un avance definido y permanente hasta que se hace uso de la medida. Esto es particularmente cierto cuando se hallan involucrados factores humanos. La manera humana de actuar tiende a ser tan variable que a menos que se establezca y utilice alguna forma de medida como base para tomar decisiones, hay pocas posibilidades de repetir un proceso en forma exacta o de predecir o controlar de una manera suficiente las futuras condiciones que permitan la introducción de mejoras.

La simple observación, cuando se realiza objetivamente, es una forma de medida. Puede utilizarse para clasificar, marcar y comparar. Una interesante demostración es escoger una tarea en la que se esté familiarizado pero en la que no se esté directamente involucrado. Ahora someta la realización de esta tarea a su atención concentrada e indivisa. Existen muchas posibilidades de que encuentre que le habían pasado desapercibidos muchos de sus aspectos.

Puede decirse ciertamente que "el artículo más común del comercio es la mala información respecto de las cosas fundamentales".

La mejor asistencia es un cuestionario de observación organizado. La simplificación de trabajo sugiere un programa por etapas para estudiar las tareas:

Seleccionar la tarea a estudiar.

Observar la manera con que se lleva a cabo actualmente.

Observar de una manera crítica todas las cosas que se han hecho.

Las oportunidades de mejora que existen y determinar cuál es la mejor.

Materializar el nuevo mejor camino.

1. Seleccionar la tarea a estudiar. Tener cuidado en estudiar una sola tarea a la vez. Si no se observa este punto puede legarse a resultados confusos o a esfuerzos ineficaces.

Como quiera que el tiempo tiene valor debe hacerse la mejor utilización posible del mismo, haciendo primero las cosas más importantes. Escoger la tarea que más necesite de una mejora. Pero acuérdesese del "problema humano". No vaya demasiado aprisa, Empiece por mejorar el propio trabajo o el trabajo del departamento propio. Recuerde que si trabaja en los problemas de los demás probablemente les parecerá que su ayuda es una crítica. Preocupas de sus problemas en primer lugar. Necesita práctica. Preocupas de:

- a. Cuellos de botella. Deje las tareas que funcionen bien hasta que encuentre alguna que tiene problemas.
  - b. Operaciones largas. Las operaciones largas son generalmente las que presentan las mejores oportunidades de mejora.
  - c. Vigilancia excesiva. Las actividades de este tipo son casi siempre improductivos y a menudo pueden ser eliminadas o drásticamente reducidas.
  - d. Gastos innecesarios. Se está tan acostumbrado a algunas formas de desperdiciar los materiales, el tiempo o la energía que se tienen dificultades en reconocer este desperdicio como tal. Sin darnos cuenta estos desaprovechamientos aumentan. Deben ser vigilados de una manera cuidadosa.
2. Observar la manera como se lleva a término la tarea en el presente. Examinar todos los factores. Asegurarse de incluir todos los requisitos necesarios para llevar a término la tarea.

No debe olvidarse considerar las relaciones con las demás tareas que quedan afectadas. Realizar un diagrama del proceso o de la actividad. Este diagrama debe ser utilizado para escribir en él todos los detalles.

3. Enfrentarse con todas las cosas. Preguntarse sobre lo que se está haciendo. Preguntarse sobre la validez de las razones aducidas para hacer las cosas de la manera en que se están realizando. Utilizar un cuestionario para preguntarse :
  - a. Enfrentarse con el conjunto del trabajo que se debe realizar. ¿Por qué se hace? ¿Es necesario? ¿Puede hacerse de otra manera, en otro momento o en otro lugar?.
  - b. Luego, "hacer" cada operación en particular. Esto es porque si se elimina el "hacer" una operación, se elimina también automáticamente todo lo que va con ella.
  - c. Luego aplique la lista de preguntas a cada detalle en particular :

¿Qué? ¿Qué es lo que se hace? ¿Con qué propósito? ¿Por qué debe hacerse? ¿Cumple la misión que se supone debe cumplirse?  
 ¿Dónde? ¿Dónde se realiza el detalle? ¿Por qué debe hacerse allí? ¿Podría hacerse en otro lugar?  
 ¿Cuándo? ¿Cuándo se hace el detalle?  
 ¿Por qué se hace en aquel momento?  
 ¿Podría hacerse en otro momento?  
 ¿Quién? ¿Quién realiza el detalle? ¿Por qué es realizado por esta persona? ¿Podría hacerlo otro?  
 ¿Cómo? ¿Cómo se realiza el detalle? ¿Por qué se hace así?  
 ¿Existe otra manera de hacerlo?

Estas preguntas están escritas en un cierto orden y deben preguntarse en el mismo orden. Con ello, como con una lista de comprobación, es más fácil preguntarse de una manera ordenada y sin descuidarse nada. Cualquier pregunta a la que no se reciba una respuesta satisfactoria es una posible pista para un método mejor.

Esta manera de preguntarse ayuda a desarrollar un punto de vista que considera más bien todo el conjunto que los departamentos o individuos concretos. Generalmente conducirá a oportunidades claras de eliminar trabajos innecesarios o de utilidad nula sin que se añada ningún valor real a los productos. Ayuda a encontrar el tipo de operación o equipo necesario para realizar el trabajo preciso de la forma más económica posible.

Es aquí donde aparece de una forma más clara la ventaja de una mentalidad abierta. No es fácil tomar una tarea, un proceso o un procedimiento, especialmente si se está familiarizado con él o se trabaja en él, y preguntarse ¿por qué?. Recuérdese: Es casi imposible llegar a un punto en que se diga que no es posible realizar una cosa y luego probar de hacerla. Si se espera obtener resultados del análisis que se haga, debe tomarse la actitud de que existen otros caminos y puede mejorarse. Trate de encontrar caminos que hagan viables los otros métodos, no de encontrar caminos que prueben que no son viables.

No debe despreciarse la posibilidad de obtener ideas de las demás personas que trabajan en la misma operación. Y no olvide que cuando se le pregunte por estas ideas se le presenta un "problema humano". Solamente le comunicarán sus ideas si ellos quieren. Deben estar convencidos de que la mejora de la forma de trabajo les ayudará.

4. Explorar todas las posibilidades de mejora. Considerar todas las posibilidades. Examinar en detalle cada una de las mismas. Evaluar, comparar y seleccionar la mejor alternativa.

Utilizar el diagrama de flujo o diagrama de actividades múltiples para probar y demostrar la viabilidad de los nuevos métodos.

- a. ¿Pueden eliminarse operaciones? ¿Qué se hace? ¿Por qué se hace? ¿Es necesario? En muchas ocasiones se malgasta demasiado tiempo en el estudio de operaciones importantes sin haberse preguntado "¿Por qué se realiza esta operación?"



Si se encuentra que una determinada operación ha sido realizada siempre de la misma manera durante todo un año o por más tiempo, debe ser puesta en duda. Probablemente puede encontrarse un mejor camino. Si no pueden eliminarse operaciones, quizás existan transportes y almacenamientos innecesarios. Preguntarse sobre la necesidad de todo manejo. Si, a pesar de todo, el manejo es necesario, buscar :

- (1) El camino realizado hasta aquel momento por el trabajo.
- (2) Los levantamientos o arrastres pesados.
- (3) Transporte por carretilla.
- (4) Cuellos de botella
- (5) Operadores hábiles que realizan trabajos manejables.

b. ¿Pueden combinarse las actividades? ¿Puede cambiar la secuencia, el lugar o la persona? Esta es una importante oportunidad para mejoras. Siempre que dos o más operaciones puedan combinarse, pueden llevarse a cabo a un costo semejante o incluso igual al costo de una de ellas. Además, puede eliminarse el transporte y almacenamiento entre las operaciones. Si no pueden combinarse las operaciones, buscar si es posible combinar una operación y un transporte. Por este camino las compañías de automóviles han obtenido muchos éxitos. En la investigación debe incluirse el estudio de todas las combinaciones posibles.

Si las partes del trabajo no pueden combinarse, a menudo pueden hacerse de una manera más ventajosa en un orden o secuencia diferente. Es aquí donde a menudo son de ayuda el diagrama de flujo o la distribución en planta del departamento o instalación. Cambiando la secuencia de una operación pueden evitarse transportes innecesarios y duplicación de trabajos. El orden en el que se realizan las operaciones puede haberse derivado de la naturaleza inicial del proceso. El proyecto del proceso o del producto pueden haber variado desde aquel momento. Pero ¿se ha reestudiado y cambiado el orden de las operaciones para alcanzar el rendimiento óptimo?

A veces con sólo cambiar el lugar en el que se realiza la operación o la persona que lo realiza ya es positivo. Una mejor iluminación, una mejor ventilación, mejores herramientas, pueden ser obtenidas en otro lugar. A lo mejor otro operario está mejor preparado, para llevar a término la operación.

c. ¿Pueden mejorarse las operaciones productivas? ¿Cómo se realiza? ¿Por qué se hace de esta manera? ¿Puede disponerse de un mejor equipo? ¿Puede disponerse de otros materiales? ¿Pueden aplicarse nuevas técnicas?

Desafortunadamente, es por aquí donde empezaban antes los métodos de simplificación de trabajo. Debe aprenderse a considerar esto como un último recurso. Generalmente pueden encontrarse ahorros importantes, pero el precio del nuevo equipo, de los materiales, del adiestramiento, etc., es también muy alto, algunas veces está por encima de nuestras posibilidades. A menudo con reestructuraciones de poca monta, cambios de métodos, y revisiones de la distribución en planta se conseguirá casi lo mismo con un costo muy pequeño. Esto no significa que podamos olvidar las posibilidades de adquirir nuevo

equipo, etc., pero debemos tener en cuenta antes todas las demás posibilidades.

5. Puesta en marcha del nuevo método. Ver que todas las personas afectadas entienden los objetivos de la tarea y la necesidad de implantación del nuevo método.

Preocuparse de que cada persona involucrada conozca y entienda su parte en el nuevo método. Cerciórese de que ninguna de las personas afectadas sufrirá pérdidas económicas o sociales como resultado del cambio. Y, lo que es incluso más importante, ¡que lo sepan!

## **PROCESO MANUAL DE DATOS**

En la gestión de la función de mantenimiento, el "proceso de datos" ha existido desde hace mucho tiempo. En los últimos años la palabra se ha ido utilizando más y más frecuentemente. Esto es consecuencia de la inclinación actual hacia la mejora del control y la reducción de costos. La buena administración continúa necesitando poseer más datos a la hora de tomar las decisiones. El control de datos es el que facilita esta decisión.

El proceso de datos juega un papel importante en todos los programas de mejora de costos. En proceso de datos es en sí un procedimiento que puede definirse como sigue: El proceso de datos es la recopilación y proceso de la información financiera e histórica que sea útil para publicar informes fidedignos y para poder poseer un archivo de datos.

En un sistema manual todas las funciones se llevan a cabo a mano por oficinistas u otro personal. En algunas ocasiones las operaciones se necesitan de una forma directa, y otras veces son producto secundario de otras funciones. Normalmente se necesita de un cierto mínimo de papeleo de supervisión para poder tener un control efectivo. Con cuidado, pueden proyectarse funciones que proporcionan un control de supervisión y que al mismo tiempo contribuya al sistema de proceso de datos.

### **OBJETIVOS DEL SISTEMA**

Al establecer un sistema de proceso de datos, es importante que los objetivos, o la información final que se desee, sean estudiados y que se tenga una clara idea de lo que debe hacerse con esta información. Es igualmente importante recordar continuamente estos objetivos básicos y resistir la tentación de añadir nueva información cuando se está desarrollando el sistema. Una vez que el sistema básico está en funcionamiento y realizando su trabajo, pueden empezar a tenerse en cuenta las mejoras y las añadiduras al sistema.

La eficacia del sistema puede medirse por los ahorros de costos finales resultantes. Los esfuerzos deben encaminarse para llegar a este fin con un mínimo de procedimientos y de papeleo.

### **ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA**

A la hora de establecer los objetivos y el establecimiento de un sistema básico de proceso de datos en mantenimiento todos los costos girarán alrededor del trabajo y del material necesario para efectuar el trabajo. Recordando esto, pueden establecerse objetivos para recoger y publicar la siguiente información:

1. Costo de cada tarea en lo referente a trabajo y material.
2. Costo mensual del trabajo y del material de cada departamento.
3. Archivado de los costos de reparación de piezas específicas predeterminadas.

Esta información es útil para establecer los presupuestos de trabajo y para identificar las áreas de costo elevado que causen grandes variaciones en el presupuesto. Los elementos de elevado costo de reparación, o de reparaciones repetidas, pueden seleccionarse para aplicarles una mejora de costos.

Además de esta información financiera, pueden establecerse medidas pertinentes para establecer las inclinaciones de la mano de obra y datos sobre las horas extraordinarias para asegurar que se mantiene el control.

### **PROCEDIMIENTOS NECESARIOS**

Se necesita un sistema de órdenes de trabajo para establecer un sistema de proceso de datos.

El solicitante expone sus necesidades de mantenimiento y da el formulario relleno al encargado del mantenimiento, que planificará el trabajo y estimará su costo. El encargado pasa el formulario de la orden de trabajo cuyo valor ha sido ya estimado a las oficinas de mantenimiento, donde sigue el camino necesario para su aprobación.

Una vez aprobada la orden de trabajo vuelve a oficinas donde recibe un número de recepción. Es esta una etapa importante en la operación porque cualquier error en este punto será muy difícil de detectar y corregir más tarde. El número de orden de trabajo se saca de un código de ocho dígitos. El código se utiliza más tarde para compilar datos e identificar costos. El número de la orden de trabajo se establece tal como sigue:

Digitos	Corresponde a
1-2-3	Centro de costos de operación o cuenta de gastos indirectos
4	Año en que se abrió la orden de trabajo
5-6-7	Número de serie dentro del centro de costos
8	Tipo de trabajo rutinario, importante

En la oficina se guarda una copia aprobada de la orden de trabajo en el archivo que le corresponde y se manda una copia codificada o numerada a cada una de las siguientes personas:

1. Al encargado de mantenimiento que corresponda para advertirle que el trabajo ha sido aprobado y que está preparado para su programación.
2. Al departamento de costos para que anoten los costos en material y mano de obra.
3. Al solicitante para mantenerlo informado.
4. Al ingeniero de mantenimiento para que esté informado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de su competencia. El número de la orden de trabajo se utiliza en las órdenes de compra de manera que el departamento de contabilidad pueda aplicar dichos costos a las tareas que corresponda.

El material del almacén es retirado por el mecánico encargado de la tarea. Hay un espacio en la parte baja del formulario para retirar material de almacén para que él pueda poner el número de la orden de trabajo. El encargado del almacén obtiene el número de código del material o del catálogo del almacén y lo pone también en el formulario para retirar material. Esto permite al departamento de costos evaluar los costos de material que debe emplearse en el trabajo una vez que éste ha terminado.

Cada día el encargado anota en su hoja de programación diaria de trabajo la lista de trabajos en que está trabajando y las horas de trabajo que se han dedicado a cada uno de ellos. En la oficina de mantenimiento se comprueba esta lista y se envía al departamento de gastos. Las horas extraordinarias y las horas de final de semana empleadas deben anotarse en una hoja especial para horas nocturnas y de final de semana. Toda esta información es transmitida al departamento de contabilidad y se acumula a las horas de trabajo empleadas en cada orden de trabajo.

Una vez que se ha terminado la tarea, el encargado de mantenimiento devuelve su copia de orden de trabajo a la oficina de mantenimiento, que a su vez la notifica al departamento de contabilidad. Los costos totales son entonces confeccionados por el departamento de gastos. Cada mes confeccionan una lista de órdenes de trabajo finalizadas para cada centro o cuenta de costos. Esta lista da:

1. Una descripción breve de la orden de trabajo.
2. El número de la orden de trabajo.
3. El costo de la mano de obra.
4. El costo de los materiales empleados.
5. El costo inicialmente estimado de la tarea.
6. El costo total final de la tarea.

Cada mes todos los costos de producción son compilados como costos de producción de cada trabajo. Todos los costos, incluidos los de mantenimiento, que varían grandemente de los presupuestados debe ser justificados. El informe mensual de las órdenes de trabajo es útil para poder examinar las áreas de costos elevados. Al mismo tiempo, la supervisión de mantenimiento examina los trabajos cuyo costos varían grandemente de los costos estimados para determinar la razón de esta variación y para mejorar la planificación del trabajo o para una realización más eficaz del trabajo. En todo ello es esencial que el personal de mantenimiento y de producción trabajen conjuntamente.

Tal como se ha mencionado anteriormente, debe mantenerse una relación de costos de reparación de todas las piezas importantes del equipo. Cuando en la oficina de mantenimiento se codifica la orden de trabajo de alguna de estas piezas, debe ponerse también el número de "elemento de propiedad" en la orden de trabajo. Cuando se recibe la lista total mensual, se anota también el costo de las tareas referentes a la lista de números de propiedad. Entonces se anota a mano el costo de cada pieza del equipo en la tarjeta de costo de cada pieza del equipo. Estas tarjetas están colocadas en paneles con índices bien visibles. Además de servir de lugar para anotar la historia del equipo, se utilizan como un catálogo descriptivo de todos los elementos importantes. Constituyen también un buen sistema para las inspecciones de mantenimiento preventivo constituyen una referencia de los archivos de ingeniería de equipos.

Trabajando conjuntamente con el personal de supervisión del mantenimiento y con el personal encargado del funcionamiento de las máquinas, el ingeniero de mantenimiento está relacionado muy de cerca con el equipo de su área. Se crea en él un "sentimiento" hacia estos equipos. Con este espíritu, utiliza los archivos de la historia de los equipos para encontrar cuáles son los equipos de elevado costo de reparación. Es de su responsabilidad desarrollar programas de mantenimiento para reducir estos costos. No es infrecuente encontrar muchos



equipos de alto costo de mantenimiento que pasarían desapercibidos sin un buen sistema de anotaciones y una evaluación sistemática. Una vez identificados estos equipos no se necesita poseer demasiada imaginación para llevar a buen término reducciones de costos significativos.

### **VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

El sistema descrito es un método manual. Tiene tres grandes desventajas:

1. Es muy caro en personal de oficinas. Cualquier esfuerzo para obtener más datos necesita de más personal. Esto hace que el costo suba y deba ser justificado.
2. Es lento. Los costos mensuales de reparación se reciben varios días después que se hayan llevado a término, y a menudo pasan uno o dos meses antes que las facturas puedan quedar cerradas. El personal que trabaja con estos datos tan fríos no está interesado en ellos, principalmente cuando sus energías están concentradas en la resolución de problemas de la vida corriente.
3. Al ser manual un sistema, está muy sujeto a errores humanos.

Existen, por otra parte, algunas ventajas en un sistema manual de este tipo. La más significativa es el sentimiento personal que experimentan los oficinistas hacia la función de mantenimiento. Cuando algunas cosas salen de su funcionamiento normal, los oficinistas pueden ser capaces de darse cuenta de ello y de comunicarlo al ingeniero de mantenimiento. Además, dentro de sus límites, es un sistema muy flexible. Cuando se necesita saber un costo o cualquier otra información de una manera inmediata sobre la base de una información diaria, los oficinistas pueden obtenerla. Sin embargo, la cantidad de esta información es limitada. Finalmente un sistema manual puede convertirse fácilmente en programas de cálculo a máquina. Una vez que los procedimientos están establecidos y que están en funcionamiento manual, pueden transferirse de una manera rápida a métodos mecánicos. Esto puede hacerse inmediatamente ya sea en parte o totalmente.

Cualquier sistema de este tipo es como máximo tan exacto como los datos que le han sido facilitados. Es bueno comprobar, de tiempo en tiempo, los datos originales para cerciorarse de que las personas que trabajan en él no han realizado cambios o errores que no sean notados por los demás.

***CAPITULO 3***

***MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE SERVICIO***

## BOMBAS CENTRIFUGAS

El éxito y la eficiencia en el funcionamiento de las bombas centrífugas depende, en gran parte, de que sean elegidas e instaladas en forma correcta. El objeto principal de este artículo es tratar los problemas que se relacionan con el mantenimiento; sin embargo, tenemos que puntualizar que la selección de la bomba adecuada para cada aplicación o trabajo es una condición básica para lograr los rendimientos satisfactorios deseados, libres de fallas e interrupciones. Para asegurar un rendimiento máximo y más eficiente dentro de las necesidades mínimas de mantenimiento, es preciso suministrar al fabricante todos los datos indispensables sobre la aplicación que se va a dar a la unidad que se pretende instalar, para que dicho fabricante esté en condiciones de determinar con exactitud cuál es la bomba capaz de satisfacer las necesidades existentes.

La mayoría de los fabricantes suministra instructivos en los que se especifican los datos relativos a la instalación, operación y mantenimiento de las bombas de su manufactura y en consecuencia, toda la información que damos a conocer en los párrafos subsecuentes es de carácter general y por lo tanto, es aplicable a las unidades de todas las marcas.

**Instalación.** Colóquese la bomba en un sitio accesible para poderla inspeccionar con regularidad durante la operación. Además, es muy conveniente instalarla tan cerca como sea posible del suministro de agua o del líquido que se maneja, con el fin de emplear sólo tramos cortos y directos de tubería en la línea de succión. La altura del techo del local de instalación debe permitir la colocación de una grúa, malacate o garrucha diferencial. Si las bombas se colocan en fosos, éstos tienen que estar protegidos contra inundaciones.

Es de suma importancia que las bombas sean montadas sobre cimentaciones sólidas, de preferencia en bases de concreto. Los pernos de anclaje se deben fijar de acuerdo con el método que damos a conocer en la Fig. 6-1, sujetándose a las dimensiones que se especifiquen en los planos aprobados correspondientes. Los casquillos de tubo que se colocan junto con los pernos de anclaje, deben tener dos y media veces el diámetro de estos últimos, aproximadamente.

**Alineamiento.** Las unidades de bombeo son alineadas correctamente en la fábrica quedando bien niveladas en su base y haciendo coincidir exactamente los ejes de la bomba y de la unidad motriz por medio de calzas. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que todas las bases, no importa lo robustas que sean, se flexionan y se tuercen durante el transporte y en consecuencia, no existe ninguna garantía de que se conserve el alineamiento original, por lo que es indispensable restablecer la perfección de dicho alineamiento una vez que la unidad ha sido montada en su base de cimentación.

1. Colóquese la unidad de bombeo sobre su base de cimentación, dejando un espacio de unos 25 mm (1 plg) entre la cara superior del bloque de cimentación y la cara inferior de la base de la bomba, intercalando cuñas delgadas, de manera que posteriormente se pueda disponer del espacio conveniente.
2. Retírense los pasadores del acoplamiento (si los tiene) y compruébese si la cara superior de la base de la bomba está bien nivelada, empleándose las cuñas si se requieren correcciones de la nivelación.

3. Apriétense las tuercas de los pernos de anclaje con firmeza, en forma alterna y uniforme, de manera que la base quede sólidamente asentada sobre las cuñas.
4. Verifíquese el alineamiento del cople, colocando una regla a lo largo de los cantos de las bridas del acoplamiento, operación que debe ejecutarse en cuatro puntos del mismo, cada uno de éstos a 90° uno de otro. La distancia entre las caras de las mitades del cople tiene que medirse también en cuatro puntos como en el caso anterior, operación que se ejecuta con un compás de interiores o calibrador de gruesos. Las mitades del cople deben ajustarse de manera que su alineamiento sea perfecto, graduando las calzas colocadas debajo de la base, para lo cual ésta tiene que estar nivelada.
5. Si la bomba ha de acoplarse al elemento motriz por medio de engranes o cadenas, el alineamiento tiene que verificarse con la ayuda de una regla que se pasará a lo largo de las caras de los engranes o de las catarinas, operación que conviene ejecutar en dos direcciones que deben mantener un ángulo entre sí, tan abierto como lo permitan las dimensiones de los engranes o catarinas. Si las bombas o las máquinas que las impulsan se calientan durante la operación, por ejemplo, si el motor de accionamiento es a vapor o si la bomba maneja agua caliente, la unidad tiene que ser alineada dentro de sus condiciones térmicas normales de trabajo y de tal manera que queden consideradas (y compensadas) la contracción y la expansión de los elementos de la unidad, originados por los cambios de temperatura.
6. Colóquese un marco alrededor de la superficie superior de la base de cimentación y rellénese el hueco con envoltura fina de arena y cemento hasta una altura aproximada de 25 mm (1 plg) arriba de la cara interior de la base de la bomba y déjese fraguar esta lechada durante unas 48 horas.

**Conexiones a la tubería.** La tubería debe quedar bien alineada y coincidir libremente, en forma natural. No debe ser forzada a su lugar por medio de los pernos de las bridas, ya que esto originará la desnivelación o desalineamiento de la bomba. La tubería debe tener sus propios soportes independientes e instalarse de tal manera que no ejerza tensiones sobre la carcasa de la bomba, en ningún sentido. Una vez instalada la tubería se tienen que verificar otra vez el alineamiento y la nivelación y, de ser necesario, practicar las correcciones procedentes. Si la tubería de descarga es excepciones, en donde toda clase de ruidos es objetable, tiene que quedar aisladas de las estructuras de acero y de los muros de tal manera que las vibraciones que producen dichas unidades no puedan ser transmitidas al edificio y la línea de la descarga tiene que ser conectada a la bomba mediante un tramo de tubo de material aislante, con el objeto de que ni el ruido ni las vibraciones puedan llegar hasta los elementos de la construcción.

**Tubería de descarga.** en la línea de descarga se tiene que colocar, para poros, en donde toda clase de ruidos es objetable, tiene que quedar aisladas de las estructuras de acero y de los muros de tal manera que las vibraciones que producen dichas unidades no puedan ser transmitidas al edificio y la línea de la descarga tiene que ser conectada a la bomba mediante un tramo de tubo de material aislante, con el objeto de que ni el ruido ni las vibraciones puedan llegar hasta los elementos de la construcción.

**Tubería de descarga.** en la línea de descarga se tiene que colocar, para protección de la bomba, una válvula de compuerta de retención, que deben quedar localizadas en la inmediata cercanía de la bomba. La válvula de retención va entre la bomba y la válvula de compuerta.

En caso de utilizar campanas o conexiones de aumento en la tubería de descarga, dichas conexiones deben quedar localizadas entre la válvula de retención y la bomba. La selección del diámetro de la tubería de descarga tiene que hacerse conforme a las pérdidas por fricción de flujo que resulten tolerables. La tubería de descarga no debe ser, en ningún caso, de menor diámetro que el que corresponde a la salida de la bomba y es más bien preferible elegirla entre uno o dos de los tamaños próximos mayores.

**Tubería de succión.** La tubería de succión debe ser tan directa y corta como sea posible y de un diámetro mayor en una o dos de las medidas próximas, al diámetro de la boquilla de toma de la bomba. La longitud y el diámetro de la tubería de succión quedan limitadas por la altura manométrica máxima permisible, la que por ningún concepto debe exceder de 4.57 m (15 pies), incluyendo las pérdidas por fricción. Si en la línea de succión se hacen necesarios cambios de diámetro en la tubería, se tienen que emplear reducciones estándar para tubos, de acuerdo con las normas de la ASME. Si la unidad debe manejar líquidos calientes, éstos tienen llegar hasta la bomba por gravedad. La tubería se debe tender de tal manera, que la formación de bolsas de aire quede eliminada por completo. La tubería de probarse con presión para localizar fugas eventuales.

Para mantener cebada a la bomba, es indispensable instalar una válvula de retención vertical (válvula de pie) en el extremo inferior de la tubería de succión. La superficie libre neta de dicha válvula de pie tiene que ser, cuando menos, igual a la superficie libre neta de la succión de la bomba; aunque es preferible que sea mayor.

En las instalaciones nuevas hay que tener cuidado de que no haya materiales extraños, tales como astillas, rebadas, piedras, etc., ni dentro de la tubería de succión ni cerca de ella, ya que estos desperdicios serán arrastrados hasta la bomba, en donde puede ocasionar desperfectos, oclusiones o taponamientos. Para proteger la bomba contra la penetración de cuerpos sólidos extraños, que generalmente causan taponamiento, hay que instalar un colador en el extremo de la línea de succión, cuyas mayas deben dejar una superficie de paso libre de cuando menos un equivalente de tres a cuatro veces la superficie de la tubería de succión.

**Verificación final del alineamiento.** Compruébese una vez más el alineamiento, al terminar totalmente la instalación de la tubería, procediendo de acuerdo con el método de la regla y el calibrador de gruesos. Ya que la unidad de bombeo ha sido alineada antes de terminar la instalación de la tubería, existe la posibilidad de que las tensiones que se producen al interconectar los tubos puedan ocasionar desajustes en el alineamiento. Después de ajustar correctamente el estopero y de verificar el alineamiento entre la bomba y su motor, la unidad podrá hacerse girar suavemente a mano.

**Rotación.** La bomba debe girar en la dirección que indica una flecha marcada en la carcasa y que apunta hacia la boquilla de la descarga. La rotación, ya sea hacia la derecha o hacia la izquierda, se entiende tomando como base el lado del motor.

**El arranque.** Hay que llenar la bomba con agua (a esto se le llama cebarla o purgarla). Antes de arrancar una bomba centrífuga, tanto la carcasa de la misma, como la tubería de la succión, tiene que estar totalmente llenas de agua; mientras esta condición no hay sido satisfecha, la bomba no podrá



funcionar, porque en vez de agua succionará aire. Las bombas centrífugas se pueden cebar de tres diferentes maneras:

1. Llenando la caja de la bomba y la tubería de succión con agua, que deberá contenerse por medio de una válvula de pie.
2. Mediante una bomba auxiliar de vacío.
3. Con ayuda de un eyector de aire, de vapor o de agua.

Al arrancar la unidad tiene que graduarse la válvula de la descarga en tal forma, que la demanda de energía del motor que la mueva sea la mínima posible. En las bombas dotadas de impelente tipo Francis (radial) o de reacción, esto se logra estando la válvula de la descarga completamente cerrada; mientras que en los impelentes de flujo mixto o de hélice, la citada condición se logra con la válvula completamente abierta. Al abrir una válvula de cualquier tubería de descarga debe procederse en forma gradual y con lentitud a fin de evitar una carga brusca, repentina, al motor impulsor y en prevención de una onda de choque en la línea de descarga.

**Para parar la unidad.** Antes de parar el motor que impulsa a la bomba, la válvula de descarga deberá graduarse a la misma posición que tenía al momento del arranque, de tal manera que la bomba tome el mínimo posible de caballaje, lo que tiene por objeto evitar ondas de choque en el sistema de tuberías.

**Para localizar causas de funcionamiento defectuoso.** En la operación de una bomba centrífuga se presentan frecuentemente desperfectos que dan la impresión de ser graves, pero si se practica una inspección detenida nos revela, por lo general, que el defecto proviene de algún descuido de menor importancia, debiéndose ejecutar entonces investigaciones más a fondo sobre el funcionamiento irregular. Para mayores detalles véanse las indicaciones de la Tabla 6-1.

**Accionamiento por medio de banda.** Si se instalan bombas accionadas por medio de bandas trapezoidales (bandas en "V"), éstas deben estar perfectamente alineadas, ya que cualquier desviación del alineamiento, aunque sea pequeña, dará origen a desgastes uno excesivos y esto acortará, considerablemente la vida útil de las bandas y la posibilidad de aprovecharlas debidamente. Las bandas trapezoidales no deben templarse demasiado, sólo deben tener la tensión suficiente para evitar el deslizamiento.

## VALVULAS

Las válvulas son elementos cuyo funcionamiento se basa en un concepto simple y los diferentes diseños de las mismas se han desarrollado partiendo de una idea fundamental que consiste en la colocación de un disco sobre un orificio dotado de una superficie de asiento y disponiendo el conjunto en tal forma, que el cierre resultante sea hermético. De este principio original se derivan los tres diseños básicos de estos elementos que son, válvulas de globo, válvulas de retención y válvulas de compuerta.

Las válvulas se fabrican generalmente de entre tres metales diferentes, por las razones que se enumeran a continuación:

El bronce se emplea para operar con temperaturas hasta del 550 F (288 C). El bronce es resistente a la acción corrosiva de una considerable variedad de fluidos y además, su fundición y maquinado son fáciles. Las válvulas de bronce se fabrican usualmente en las medidas menores, hasta 76 mm (3 plg.).

El hierro vaciado se usa para temperaturas hasta de 450°F (232°C). El hierro vaciado es más barato que el bronce y en consecuencia, el precio de las válvulas de este material de más de 51 mm (2 plg) de diámetro nominal, se reduce considerablemente. Las válvulas de hierro vaciado se fabrican, ya sea con asientos postizos de bronce, o bien totalmente de hierro. A las válvulas con cuerpo de hierro vaciado y asientos de bronce se les distingue con las iniciales "I.B.B.M." (que equivalen a la denominación "iron body, bronze mounted", que significa: cuerpo de hierro, asientos de bronce), mientras que a las válvulas fabricadas totalmente de hierro se les distingue con las iniciales "A.I." (equivalentes a la denominación "all iron" que es español significa: totalmente de hierro). Las válvulas fabricadas de hierro en su totalidad se usan allí en donde se manejan soluciones de materiales que atacan al bronce, pero no al hierro vaciado, por ejemplo, como la sosa cáustica y soluciones de ácido sulfúrico de alta concentración.

El acero fundido se emplea para válvulas que operan a temperaturas hasta de 1050 F (566 C). El acero es más resistente que el bronce y que el hierro vaciado en altas temperaturas.

Además de los tres tipos de diseño fundamentales y de los tres metales básicos que se han especificado, se pueden obtener válvulas para diferentes presiones nominales de vapor, como sigue: 125(8.79), 150(10.54), 200(14.06), 300(21.09), 35(24.60), 400(28.12), 600(42.18), 900(63.27), 1500 (105.5) y 2500 (176) lb/plg<sup>2</sup> (kg/cm<sup>2</sup>). Esto quiere decir que en el mercado se encuentra, por ejemplo, una línea completa de válvulas de bronce y que pueden obtenerse válvulas de globo, de retención y de compuerta, en medidas desde 1/4 de plg (6.3 mm) hasta 3 plg (76 mm de fabricación estándar para diferentes presiones, en tanto que también existe una línea completa de válvulas con cuerpo de hierro y asiento de bronce para una presión nominal máxima de 125 lb/plg<sup>2</sup> (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) en medidas desde 2 plg (51 mm) hasta 24 plg (610 mm). Los tamaños grandes, de 14 plg (356 mm) en adelante, sólo se fabrican en el tipo de compuerta. Las válvulas de este tipo, fabricadas con cuerpo de hierro y asientos de bronce, se pueden obtener con extremos de entrada roscada o con bridas. En forma similar, estas mismas válvulas se encuentran en los tipos ya indicados, pero correspondiendo a otras líneas de presiones.

Con el fin de entender el funcionamiento y la debida aplicación de las válvulas, así como el servicio de mantenimiento que requieren, lo más conveniente es establecer con absoluta claridad la definición de dichos elementos.

### ¿Qué es una válvula?

Para la finalidad que se persigue en esta discusión es suficiente considerar que una válvula es un elemento mecánico empleado por lo general en combinación con un recipiente sometido a presión, con el objeto de suspender por completo el flujo, o bien para regular el gasto del mismo.

Al ser considerada como un dispositivo mecánico, la válvula tiene que instalarse en forma correcta y se le debe seleccionar de tal manera que pueda desarrollar el trabajo que se espera de ella con la eficiencia necesaria. Si se procede de acuerdo con el punto de vista expuesto, las válvulas darán un servicio prolongado y continuo antes de que empiecen a sufrir fugas o a mostrar desgastes de importancia.

Al presentarse fugas o desgaste, será necesario aplicar el servicio de mantenimiento que proceda para el servicio de mantenimiento que proceda para restablecer las condiciones originales de eficiencia. El desgaste se produce con mayor anticipación en las válvulas de globo y en las de retención, y por tal motivo sus características de construcción son tales, que tanto los servicios de mantenimiento requeridos, como el repuesto de piezas desgastadas, se pueden ejecutar con facilidad. Las válvulas de compuerta se instalan en sitios en los que no tienen que ser accionadas con demasiada frecuencia y por consiguiente su desgaste no es rápido aparte de que no tienen, por regla general, las mismas características de mantenimiento que las de las válvulas de globo y de retención.

Todos los elementos mecánicos deben ser accionados ocasionalmente. Si usted guarda su automóvil y no lo usa durante seis meses consecutivos, lo más probable es que el motor ya no arranque y finalmente quedará inutilizado antes de que pueda volver a prestar servicio. Las válvulas que se colocan en ciertas líneas de tubería en donde se les olvida por completo, se vuelven muy duras en el manejo. Esto se acentúa más aún en las líneas que conducen agua caliente o agua dura y en general, en cualquier línea en la que haya tendencias a la formación de sarros, incrustaciones o sedimentos de sólidos. Se han visto casos en los cuales las incrustaciones o la formación de costras sarrosas en el interior de las válvulas alcanzan tales proporciones en unos pocos años, que tienen que ser desmontadas, desarmadas por completo y ser sometidas a una limpieza enérgica total antes de que puedan funcionar de nuevo.

El hecho de que las válvulas se utilizan por lo general en combinación con recipientes que trabajan bajo presión, merece desde luego que se le dediquen algunas consideraciones. Empezando por el hecho de que se dispone de diferentes métodos de conexión, como por ejemplo, los extremos roscados, los extremos dotados de bridas con caras planas o que llevan realce, extremos dispuestos para soldadura a tope, extremos con enchufe para soldarse, extremos dispuestos para soldadura de estaño y extremos que se conectan por medio de tuerca de unión. La selección del tipo de conexión adecuado para una válvula puede eliminar, en muchos casos, una buena cantidad de tareas de mantenimiento.

Por lo que concierne a los recipientes que trabajan a presión, éstos también son de diferentes tipos, siendo los más usuales los que detallamos a continuación:

1. Las calderas de vapor.
2. Compresores de aire y tanques de almacenamiento de aire para los mismos.
3. Los tanques elevados para agua que se montan sobre torres estructurales o por cualquier otro medio de elevación.
4. Los pozos que despiden gas natural a presión y que son señalados por las torres de perforación.

Cada uno de estos medios que se emplean para el traslado de presiones -vapor, agua, aire y gas- requiere ciertas consideraciones en lo particular para determinar el tipo de válvula que ha de usarse, ya que cada uno de estos elementos precisa de una válvula de construcción especial para desarrollar correctamente las funciones que se le asignan. Conviene tomar nota de que cada uno de estos medios tiene en lo individual una influencia decisiva sobre la presión nominal de la válvula. A las válvulas se les asigna el valor de su presión nominal, ya sea para operar con vapor (asignaciones PV -presión de vapor) o para presión de agua, aceite o gas (asignaciones AGG). Los valores de las asignaciones para agua, aceite o gas, son usualmente el doble de las que se aplican para las presiones de vapor. ¿Por qué? Sencillamente porque las altas temperaturas del vapor dan origen a la disminución de la resistencia a la tensión de los metales de los que están hechas las válvulas. Por ejemplo, a una presión de  $10.55 \text{ kg/cm}^2$  ( $150 \text{ lb/plg}^2$ ), el vapor saturado tiene una temperatura de  $185.56 \text{ C}$  ( $366 \text{ F}$ ). En cambio, la temperatura normal del agua en interiores hace posible el total aprovechamiento de la capacidad de resistencia del metal. Considerando la temperatura a la que han de trabajar las válvulas, el costo de la instalación puede reducirse, en muchos casos, al emplear los valores nominales correspondientes a los servicios de agua, aceite y gas, aplicables a las líneas que operan con fluidos fríos.

Es preciso tomar en cuenta que una válvula sirve para detener por completo o para regular el flujo y esta circunstancia merece cierta atención, ya que de aquí depende la conveniencia de instalar una válvula de globo, o en qué casos es preferible colocar una válvula de compuerta. la válvula de globo se emplea para regular el paso del flujo, en tanto que la de compuerta se usa allí en donde las condiciones exigen que la válvula esté, ya sea completamente abierta, o cerrada en forma total.

### **Instalación correcta de válvulas de globo y de compuerta**

Cuando se emplea una válvula de globo para regular el flujo de un fluido cualquiera, se produce un estrangulamiento que causa el desgaste del asiento y del disco, así que después de haberla usado en esa forma por algún tiempo, la válvula ya no cierra herméticamente. Para obtener un cierre hermético en el momento necesario, es mejor instalar dos válvulas en la línea, una para el estrangulamiento requerido, mientras que la segunda permanecerá, ya sea completamente abierta o cerrada. Un caso característico de este principio está representado por la tobera colocada en el extremo de una manguera de aire a presión. La manguera está conectada al suministro de aire por medio de un grifo, que se mantendrá, ya sea abierto o cerrado, mientras que la tobera trabajará continuamente, abriendo o cerrando. La tobera puede tener fugas, debido a que el grifo es cerrado por las noches, se abre por las mañanas y permanece hermético, sin fugas.

La válvula de globo, por la forma de su construcción, se recomienda en aquellos casos en los que se tiene que estar abriendo y cerrando el sistema con frecuencia. El disco de la válvula de globo toca el asiento en el mismo instante en el que se produce el cierre, mientras que en una válvula de compuerta el disco se desliza con lentitud sobre el asiento a todo lo largo del diámetro de éste, produciéndose desgaste debido al frotamiento de las dos superficies. Por los motivos que hemos expuesto, en todas las especificaciones correctas de los manuales de ingeniería se encontrarán indicaciones en el sentido de que "Las válvulas de globo deben emplearse en todos aquellos servicios en los que se requiere el estrangulamiento del flujo, o en los casos en donde la válvula se tiene que abrir y cerrar con frecuencia. Las válvulas de compuerta se utilizan



en aquellas instalaciones en las que se requiere el flujo completo, o si la citada válvula ha de permanecer normalmente abierta o cerrada en forma continua".

### **Válvulas de Globo de Bronce**

Una vez que se ha esbozado la teoría de las válvulas, podemos pasar a las consideraciones que se relacionan con el diseño, su aplicación y el mantenimiento que requieren. Tómese nota, sin embargo, de que el asiento de todas las válvulas de globo, sin excepción se encuentra directamente opuesto al orificio superior del cuerpo de la válvula, lo que significa que dicho asiento es fácilmente accesible para la práctica de inspecciones, servicios de mantenimiento y reparaciones.

**Válvulas de globo con casquete roscado.** Este tipo de válvulas tiene una asignación nominal de 125 lb/plg<sup>2</sup> (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) para presión de vapor y ha sido diseñada para su aplicación en instalaciones de poco costo, en donde la válvula no es operada con mucha frecuencia. Los contratistas emplean este tipo de válvulas en muchos de sus trabajos, especialmente para sistemas de calefacción en baja presión y en las líneas comunes de tubería para distribución de agua, en donde el servicio de mantenimiento es muy limitado. Debido a la construcción del casquete roscado, es casi imposible reesmerilar esta clase de válvulas. Las válvulas de este tipo pueden reempaquetarse aún estando bajo presión, para lo cual hay que darle vueltas al vástago hasta llegar a su posición de completamente abierto.

**Válvula con casquete de unión, reesmerilable.** Las válvulas de este tipo se fabrican para dos presiones nominales, que son, 200 y 350 lb/plg<sup>2</sup> (14.1 y 24.61 kg/cm<sup>2</sup>), presión de vapor. Estas válvulas se diseñaron desde un principio para su mantenimiento sencillo, sin necesidad de desmontarlas de la tubería y pueden además ser reesmeriladas y separadas. Se utiliza una pequeña placa de metal que va sujeta entre el extremo del vástago y el disco, para evitar que éste de vueltas durante el proceso de reesmerilado. La manivela se utiliza para la herramienta y el reborde del casquete hace las veces de guía en el cuello del cuerpo de la válvula. Se pueden obtener juegos de herramienta especial para reacondicionar los asientos de las válvulas en cualquier negociación dedicada a la venta de artículos industriales en el caso de que, tanto el asiento como el disco de la válvula estén deteriorados y ya no sea posible asentarlos o reesmerilarlos. La dureza del asiento y del disco de bronce es del grado 85 de la escala Brinell, por lo que la aplicación de una herramienta para recortar el asiento es perfectamente posible. Las válvulas de este tipo pueden ser reempaquetadas estando bajo presión.

**Válvula de globo "Renewo" (renovable) del tipo de tapón.** Esta válvula está diseñada para desempeñar servicios muy pesados de estrangulamiento, drenado, líneas de condensado, purga de columnas de agua y otros servicios extremadamente rudos que exigen alta resistencia a la acción destructiva sobre las superficies de los asientos. El mantenimiento consiste en la renovación de los asientos y de los discos, ya que debidamente a su extremada dureza, estas válvulas presentan un problema considerable para asentarlas a mano, tienen asientos cónicos y se instalan invariablemente por pares. El grado de su dureza es de 500 Brinell y pueden ser reempaquetadas bajo presión. Se fabrican en tres clasificaciones para presiones nominales de 200, 300 y 350 lb/plg<sup>2</sup> (14,21.1 y 24.6 kg/cm<sup>2</sup>) de presión de vapor.



**Válvulas de globo con asiento plano de 600 grados de dureza Brinell.** Estas válvulas se fabrican para una presión nominal de 150 lb/plg<sup>2</sup> (10.55 kg/cm<sup>2</sup>), presión de vapor. Prácticamente, estas unidades no necesitan otro servicio de mantenimiento que el de la reempaquetadura. Son de un diseño revolucionario, su duración es excepcionalmente larga y su operación muy eficiente, libre de desperfectos. Hasta la fecha nunca se ha dado el caso de que el asiento plano de origen a fugas y el vástago es de un material tan resistente, que en 100 000 operaciones de apertura y cierre de la válvula, no ha mostrado prácticamente huellas de desgaste. Este tipo de válvula es muy útil para el manejo de vapor, aire comprimido, agua, aceite, gas u otros fluidos y en todos ellos cierra con igual hermeticidad. Se ha fabricado además una válvula de esta clase, pero de tipo más reciente, para una presión nominal de 200 lb/plg<sup>2</sup> (14 kg/cm<sup>2</sup>), para presión de vapor.

**Válvulas de globo con disco no metálico.** Las válvulas de este tipo son las más popularmente aceptadas a consecuencia de la sencillez de su mantenimiento y son fabricadas para una presión nominal de 150 lb/plg<sup>2</sup> (10.55 kg/cm<sup>2</sup>) para trabajar con vapor. Se les conoce como válvulas de globo con disco no metálico o disco de compuesto. El servicio de mantenimiento requerido se limita al cambio del disco cuando se ha desgastado. Este puede quitarse fácilmente del portadisco para colocar uno nuevo. Se pueden obtener tres clases de discos para estas válvulas, uno para vapor, otro para agua fría y aire a presión y finalmente, otro para aceites y gasolina. Si su asiento realzado se llega a desgastar, puede ser rectificadado con una herramienta especial para recortar esta clase de asientos, trabajo que se ejecuta con éxito, siendo su grado de dureza de 85 Brinell. Este tipo de válvulas puede reempaquetarse estando bajo presión.

#### **Válvulas de Retención, de Bronce**

Las válvulas de retención son las encargadas de evitar el retroflujo en las líneas de tubería. Su sistema de operación es completamente automático y existen varios diseños de las mismas. Estas válvulas quedan comprendidas dentro de dos grupos generales comúnmente conocidos como "válvulas de retención de columpio o de gozne" y "válvulas de retención de levante o cierre vertical". La válvula de columpio se emplea en aquellos casos en donde se requiere un flujo pleno. Las válvulas de levante se aplican, por lo general, a las líneas que conducen aire o gases, o en aquellos casos en los que la operación de la válvula es muy frecuente. A continuación pasaremos a discutir los detalles sobre las válvulas de retención y su mantenimiento.

**Válvulas de retención horizontales de cierre vertical, con disco no metálico.** El asiento de estas válvulas está rodeando con el fin de establecer un contacto lineal, en comparación con una válvula de globo similar de asiento plano. Este contacto lineal es necesario, ya que generalmente hay poca presión disponible para mantener el disco sobre su asiento. En algunos casos se inserta un resorte que actúa contra el disco para aumentar su presión de asiento. El servicio de mantenimiento que requiere esta válvula consiste en cambiar el disco cuando se hace necesario, rectificar las guías superiores e inferiores del disco si esto se requiere, borrar los rayones y rectificar las partes desgastadas del asiento con una herramienta especial para este trabajo.

**Válvulas horizontales de retención de columpio (o de gozne).** Las válvulas de retención de columpio son probablemente las más populares y las que más se usan de todos los tipos de válvulas de retención. Se pueden instalar

indistintamente en tubería horizontal o vertical. El servicio de mantenimiento que requieren consiste en asentar el disco contra su asiento, para cuyo trabajo se utiliza un desarmador que se hace pasar por el barrenado localizado en la parte de arriba y con él se presiona al disco, usándose pasta de esmeril para la ejecución del trabajo de rectificación del asiento. Si el perno guía, los pasadores laterales o la guía del disco se han desgastado, pueden ser fácilmente sustituidos por piezas nuevas a bajo costo. Estas sugerencias sobre el mantenimiento son aplicables también a las válvulas de columpio con cuerpo de hierro y asiento de bronce.

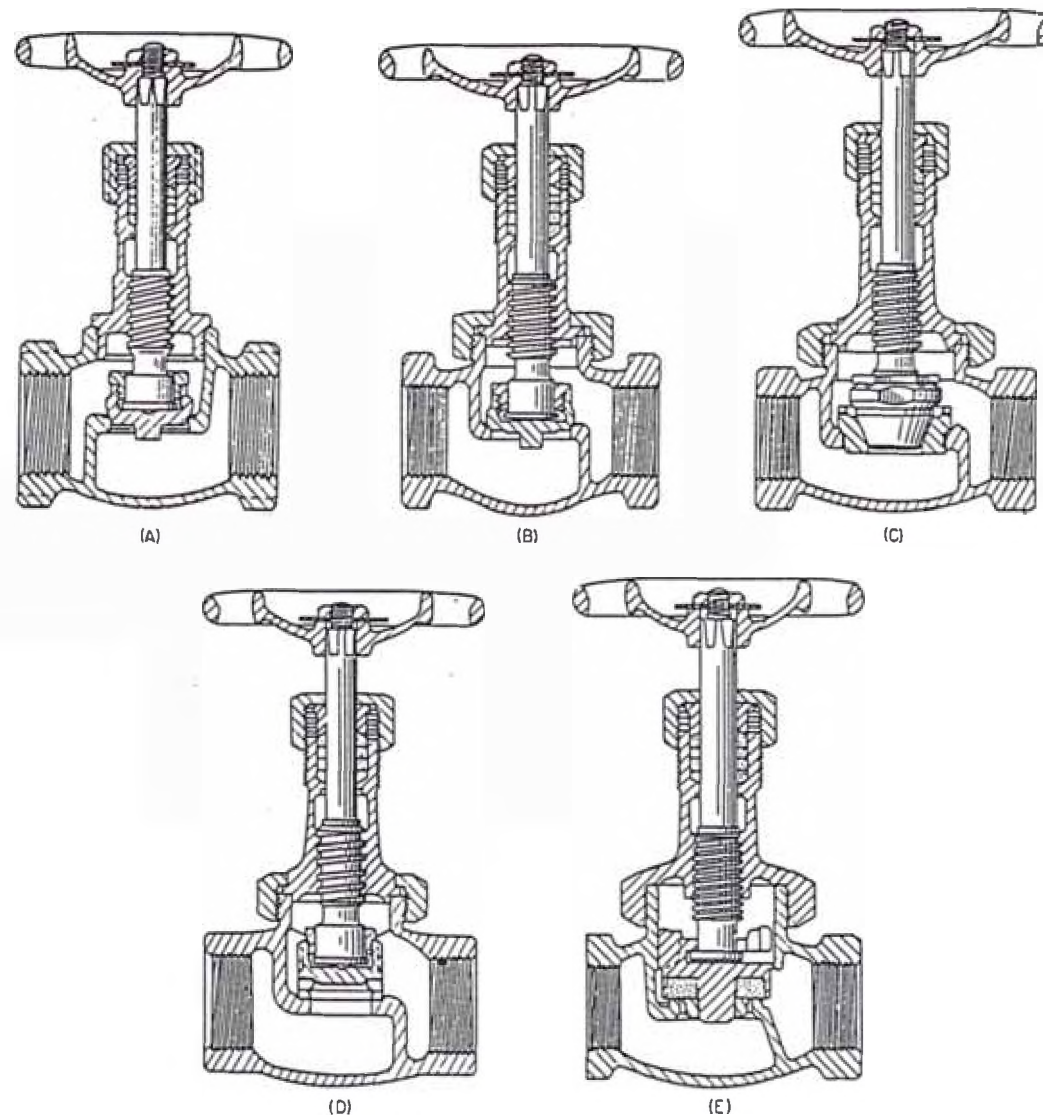
**Válvulas horizontales de retención de cierre vertical, reesmerilables.** Esta es una válvula de retención muy segura en el servicio, ya que tiene guías superiores e inferiores para el deslizamiento correcto del disco y su colocación perfecta sobre su asiento. Todas las partes componentes son intercambiables, con excepción del asiento, que es una parte integrante del cuerpo de la válvula. El mantenimiento de este tipo de válvulas consiste en el esmerilado del disco, que es rectificado contra su asiento por medio de un desarmador aplicado a la ranura del extremo superior del vástago. El grado de dureza Brinell, tanto del asiento como del disco, es de 85, lo que permite de una herramienta rectificadora de válvulas.

**Válvula horizontal de retención "Renewo" (renovable), de cierre vertical.** En este tipo de válvula de retención se han previsto asientos y discos intercambiables de aleación de níquel, con un grado de dureza, Brinell de 185. El disco tiene sólo una guía superior y, por lo tanto, no tiene un cierre tan preciso como las válvulas de cierre vertical reesmerilables. El mantenimiento consiste en esmerilar el disco ajustándolo contra su asiento, o renovándolo por completo, si el desgaste que presenta es excesivo.

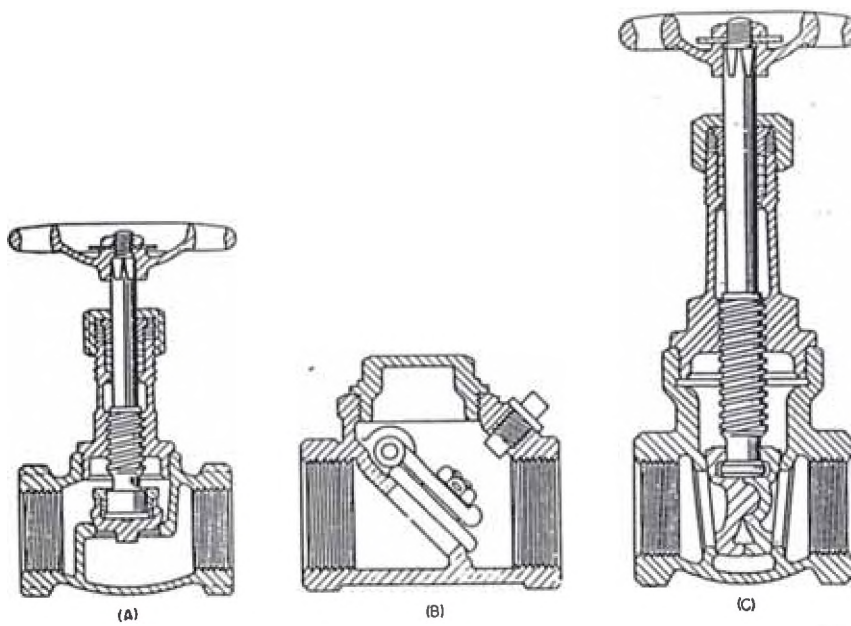
**Válvula de retención a bola.** Algunas personas consideran que la válvula de retención a bola representa el ideal de la válvula de retención. Sin embargo, la opinión de los peritos en válvulas es que este tipo debe usarse únicamente para el manejo de líquidos viscosos o pesados, tales como barnices, melazas, aguas lodosas, o líquidos que contienen partículas sólidas, ya que muchos de estos líquidos ocasionarían el atascamiento de otros tipos de válvulas de retención. Hay muy pocas necesidades de mantenimiento en la operación de válvulas de retención a bola, ya que no existen medios para sujetar la bola y reacondicionar los asientos. La bola de estas válvulas debe ser una esfera tan perfecta como sea posible y el asiento tiene que ser perfectamente redondo.

**Válvula de retención para compresor de aire.** Este tipo de válvulas está diseñado especialmente para este servicio, que representa el trabajo más rudo concebible para las válvulas de retención. Una válvula de retención ordinaria se abre y se cierra con cada revolución de la flecha y del compresor. Se sabe de válvulas de retención del tipo de columpio que se han desintegrado en 5 min con esta frecuencia de operación.

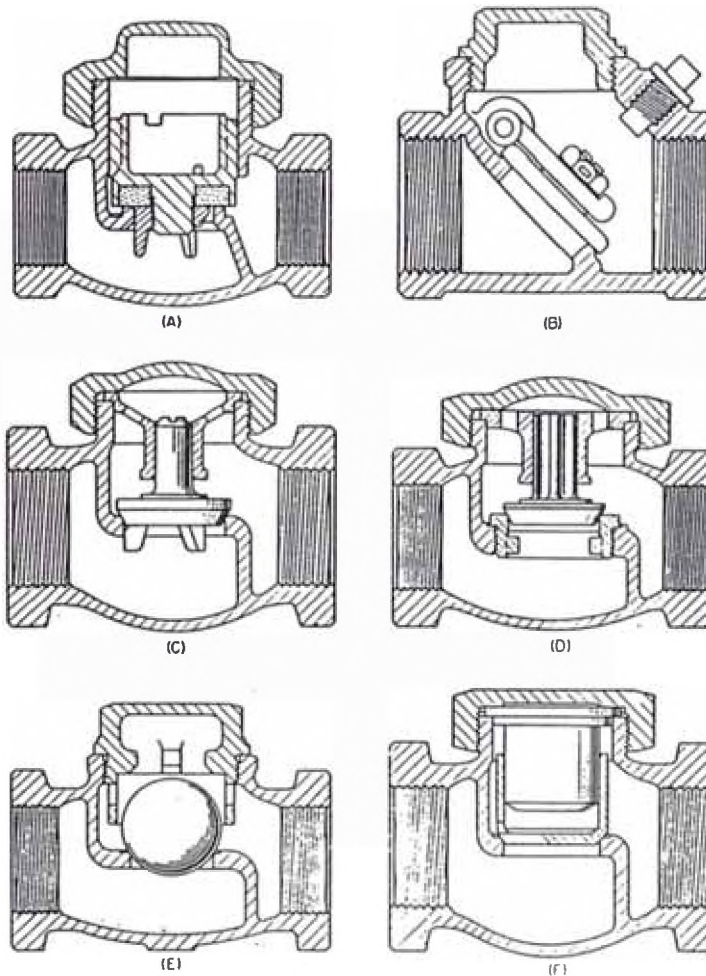
La válvula de retención para compresor está dotada de un disco de acero inoxidable que opera sobre un tapón de bronce. Este tapón frena el movimiento del disco, de modo que éste se abre cuando el compresor arranca y permanece abierto hasta que el compresor se para, en cuyo momento se suelta el disco y cae sobre su asiento, con lo que establece un sello hermético contra el reflujo. El arrastre de aceite hacia las líneas de la tubería ayuda a esta válvula de retención en diferentes formas. Prácticamente no se requieren servicios de



Válvulas de globo de bronce: (A) Válvula de globo con casquete roscado; (B) Válvula de globo con casquete de unión, reesmerilable; (C) Válvula de globo "Renewo" (renovable) del tipo tapón; (D) Válvula de globo con asiento plano de 600 grados de dureza Brinell; (E) Válvula de globo con disco no metálico



Aquí se ven los tres diseños básicos de válvulas: (A) de globo; (B) de retención; (C) de compuerta.



Válvulas de retención de bronce: (A) Válvula de retención de levante o cierre vertical, con disco o metálico; (B) Válvula de retención de columpio con asiento reesmerilable; (C) Válvula de retención e cierre vertical con asiento reesmerilable; (D) Válvula de retención de cierre vertical con asiento renovable; (E) Válvula de retención a bola; (F) Válvula de retención para compresor de aire.



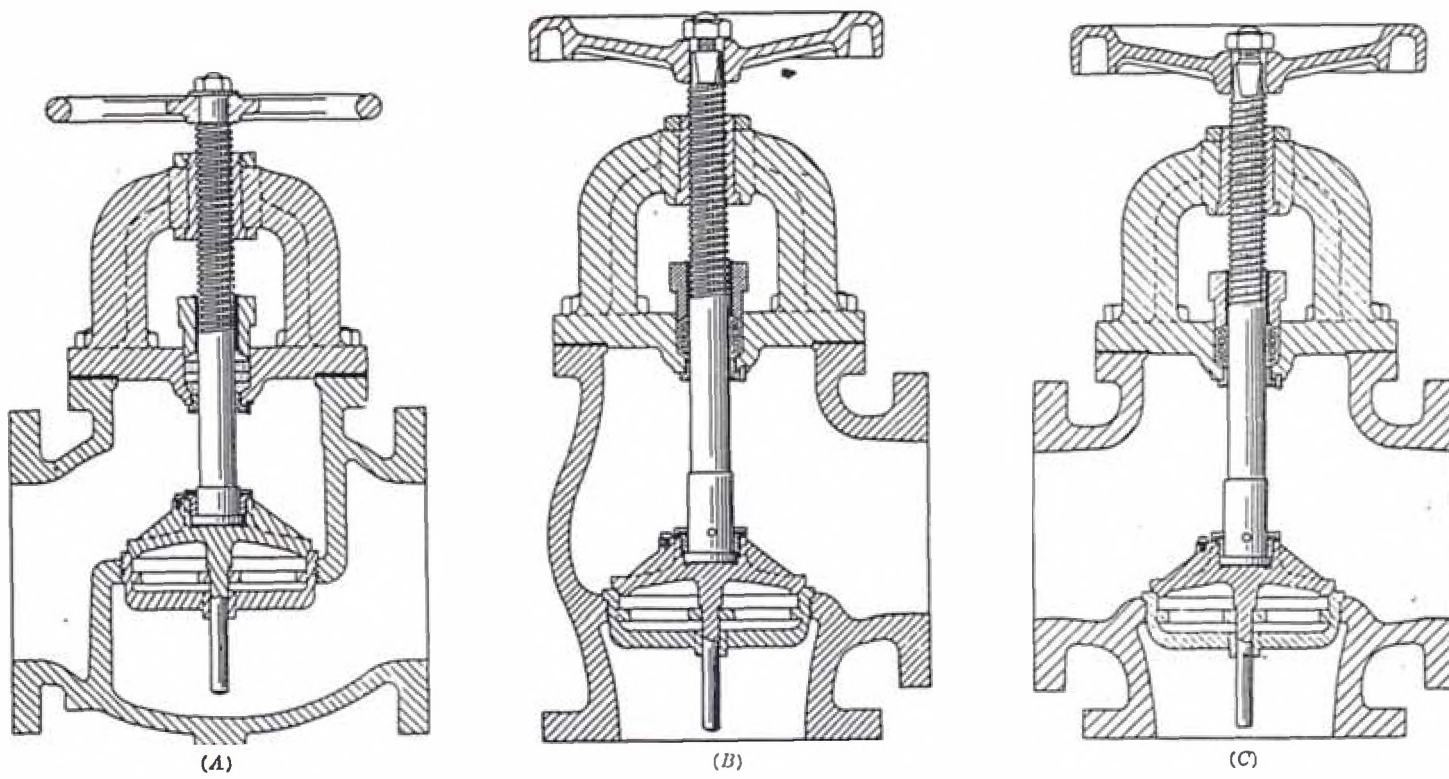
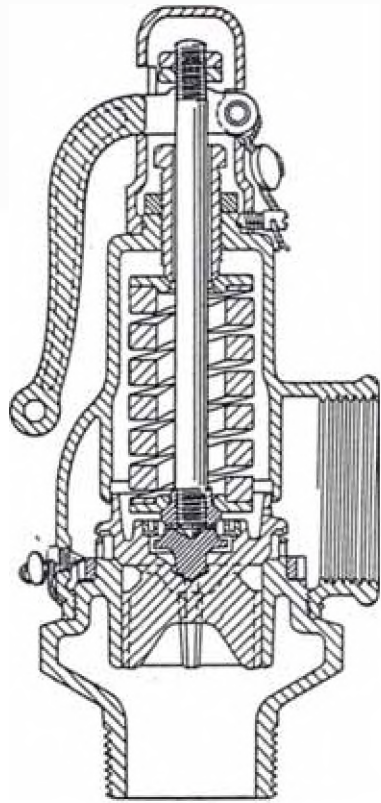
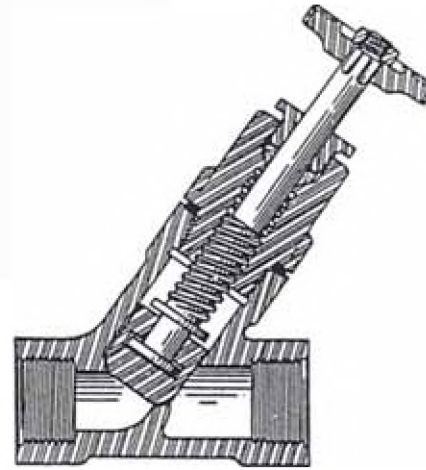


Fig. 10. Variantes de los tipos básicos de válvulas, relativas al diseño: (A) Válvula de globo; (B) válvula angular, en ángulo recto; (C) válvula de cruz.

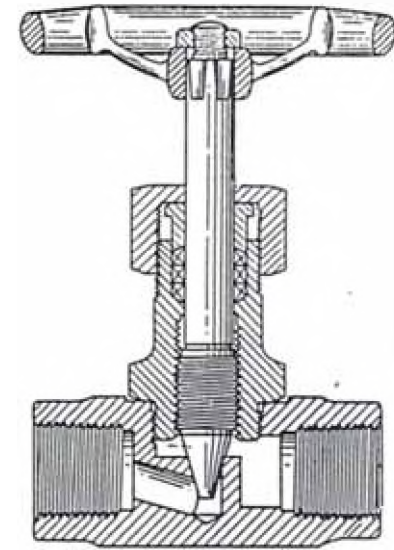




(A)

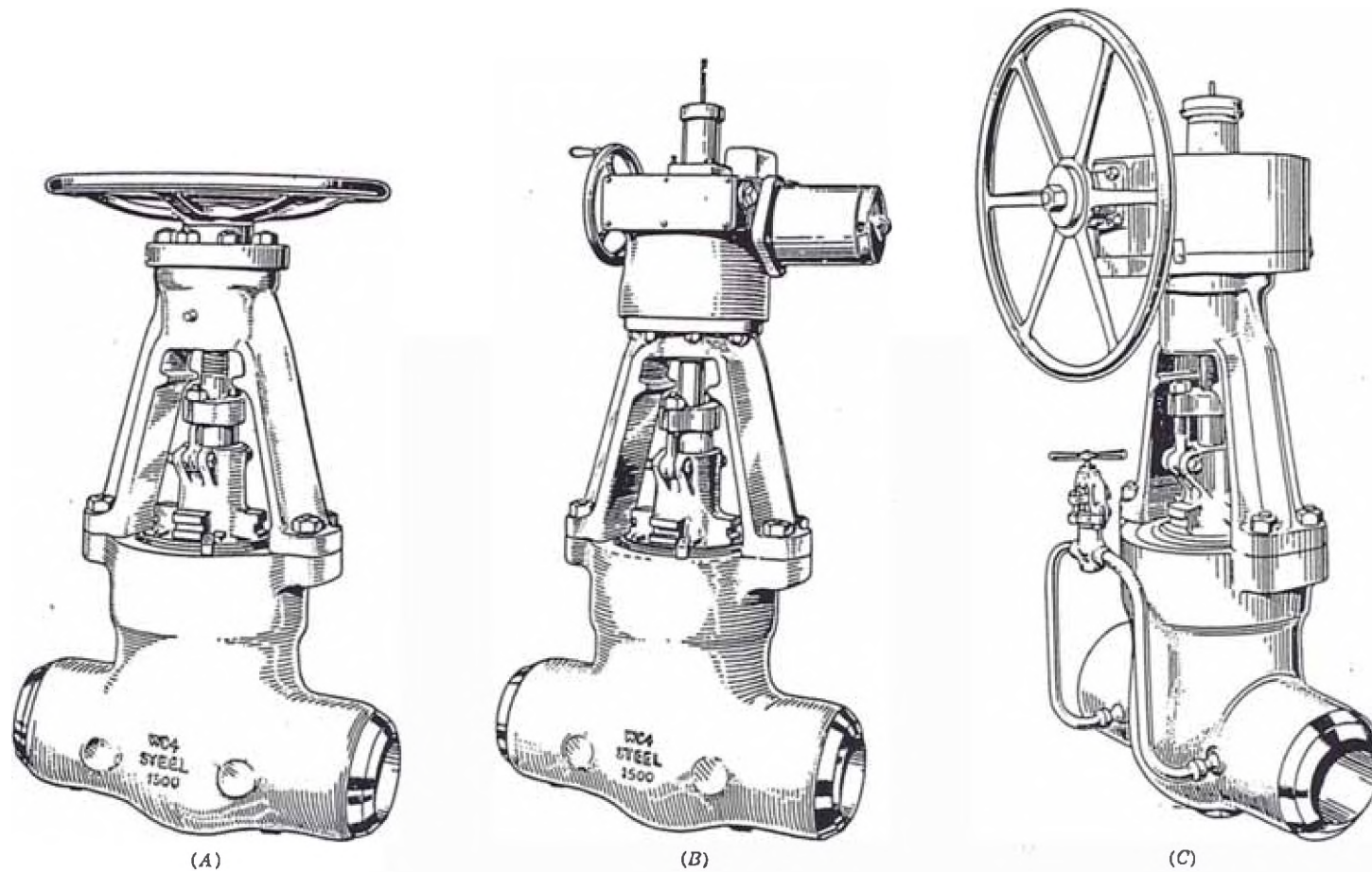


(B)



(C)

Variantes de los tipos básicos de válvulas, relativas a la aplicación: (A) Válvula de seguridad por el sistema de disparo (es una válvula angular con cierre por medio de resorte); (B) válvula angular en forma de Y (fabricada de material plástico); (C) válvula de aguja con cuerpo de barra sólida de acero (fabricada de flecha sólida de acero).



Variantes de los tipos básicos de válvulas, relativas a los métodos de operación: (A) Válvula de cierre cónico, de operación manual; (B) válvula de cierre cónico, operada a motor; (C) válvula de cierre cónico con puente de derivación, de accionamiento por medio de engranaje cónico.

mantenimiento para las válvulas de este tipo, ya que todas sus partes son renovables, con excepción del asiento que puede ser rectificadas. Lo más conveniente es instalar esta válvula tan lejos del compresor y tan cerca del tanque de presión para almacenamiento como sea posible, porque en esta forma disminuirá la acción pulsativa sobre el disco.

### **Válvulas de Compuerta de Bronce**

Las válvulas de compuerta son, por un margen amplísimo, las que gozan de mayor popularidad y las que se emplean con más frecuencia entre los tres tipos de válvulas que hemos venido describiendo -las válvulas de globo, las de retención y las de compuerta-. Como para su instalación correcta se aconseja colocarlas allí en donde no es necesario estarlas abriendo y cerrando con frecuencia, tienen un largo período de duración operativa y no se requieren muchos servicios de mantenimiento. Si una válvula de compuerta se tiene que abrir y cerrar una diez veces diarias como mínimo y esto se repite ya en forma normal por tiempo indefinido, esta válvula se desgastará muy pronto y en este caso se deberá reemplazar por una válvula de globo. El desgaste se presentará en las superficies del asiento del disco que quedan aguas abajo, en dirección del flujo y esto se debe a que la presión ejercida por la fuente que suministra el fluido, obliga a estos elementos a ejercer presión entre sí, dando origen al desgaste de sus superficies de contactos, mientras que las superficies que quedan del lado de la presión, es decir, aguas arriba frecuentemente se mantienen en buenas condiciones. En numerosos casos, las válvulas de compuerta pueden invertirse en 180° y así prestan un servicio eficiente, como si fueran nuevas. Las válvulas de compuerta se deben instalar, siempre que esto sea posible, con el vástago en posición vertical. Está permitido, desde luego, instalarlas en posición horizontal, pero esto no es favorable.

Las tres válvulas de compuerta son de tipo semejante, ya que en todas ellas la construcción del cuerpo es idéntica, siendo la primera de éstas válvulas la que ha alcanzado mayor aceptación, es la más conocida y la más utilizada. Es de construcción estándar de doble disco, con presión nominal de 125 lb/pl<sup>2</sup> (8.79 kg/cm<sup>2</sup>) y se fabrica de bronce con vástago ascendente.

**Válvula de compuerta de doble disco en forma de cuña, con vástago ascendente.** Los discos dobles en forma de cuña son de construcción a rotula y se autoajustan a los asientos ahusados, asegurando de esta manera un cierre hermético. Es, desde luego evidente que las tensiones o elongaciones ocasionadas por la tubería darán origen a la deformación del ángulo de ahusamiento de los asientos en el cuerpo de bronce, aunque una deformación ligera no afectará a la hermeticidad en una válvula de compuerta de doble disco. El vástago ascendente indica por sí mismo la posición abierta o cerrada de la unidad. El servicio de mantenimiento requerido por las válvulas de compuerta es muy insignificante y sólo ocasionalmente, en el transcurso de los años, se tendrán que desmontar para limpiarlas, de manera especial si se trata de aquellas que trabajan en líneas de agua caliente. Las válvulas de compuerta pueden ser reempaquetadas bajo presión, abriéndolas hasta el límite máximo de la carrera del vástago.

**Válvula de compuerta de disco sólido en forma de cuña y vástago ascendente.** Este tipo de válvulas se emplea únicamente para el manejo de líquidos viscosos, tales como las melazas, barnices u otros por el estilo, que tienen la tendencia a obstruir los mecanismos de las rótulas, con lo cual quedan las válvulas fuera de servicio. La válvula de compuerta con disco

sólido cuneiforme de bronce, no es hermética si se opera con líquidos delgados o gases, como lo son las válvulas de doble disco cuneiforme. El mantenimiento en estas válvulas es el mismo que en las válvulas de compuerta de doble disco cuneiforme con vástago ascendente.

**Válvulas de compuerta de vástago fijo, con disco sencillo cuneiforme.** Estas válvulas gozan de amplia aceptación entre los contratistas, quienes las usan mucho en las instalaciones para servicios navales. La características del vástago fijo permite el empleo de estas válvulas en lugares estrechos, en los que las estructuras superiores resultarían estorbosas para el manejo de una válvula de vástago ascendente. El mantenimiento es el mismo que para las válvulas de compuerta de doble disco cuneiforme con vástago ascendente.

**Válvula de compuerta pequeña, con tornillos exteriores y opresor de horqueta, de vástago ascendente.** Nótese que esta válvula tiene un casquete de unión y un disco sencillo cuneiforme. Este tipo de válvulas es exigido por el código correspondiente para su colocación en las líneas que conducen hacia las conexiones superior e inferior de la columna de agua en las calderas. Estas válvulas tienen que ser bloqueadas en su posición abierta por medio de una cadena con candado para evitar su rápido desgaste. Se trata en este caso de una válvula de emergencia y por consiguiente, el mantenimiento que requiere se limita a operaciones de prueba e inspecciones para verificar si se encuentra en estado satisfactorio de trabajo, ya que pueden sufrir incrustaciones en corto tiempo, en especial la válvula de la parte de abajo, debido a que la línea correspondiente conduce agua caliente.

**Válvulas de compuerta de bronce, con disco y asientos renovables.** La válvula de este tipo que aparece en el grabado es de vástago fijo y sus discos y asientos renovables son de aleación de níquel. La aplicación de esta válvula se ha popularizado en la industria química, porque sus asientos y discos pueden ser renovados en cuanto a su operación deja de ser satisfactoria. Durante estas reparaciones tiene que desmontarse la válvula, retirándola de la tubería, pues conviene tener presente que las válvulas de compuerta no son como las de globo y no pueden ser reparadas durante el trabajo.

#### **Procedimientos Recomendables en las Instalaciones de Tubería**

Límpiese bien el interior de la tubería antes de proceder a la instalación o reparación de una válvula. Siguiendo este método se eliminarán las partículas remanentes de óxido, escorias, gotas de soldadura, polvo y suciedad, que de no ser retiradas se introducirán en la válvula y ocasionarán desperfectos. No se deben retirar de la válvula los protectores colocados en las roscas o en las bridas sino hasta el momento preciso en el que se va a instalar. Si se hace necesario tarrajear tubería, no deben cortarse las cuerdas demasiado largas, ya que de proceder así, las cuerdas penetrarán demasiado adentro de la válvula y ocasionarán el deterioro de los asientos. Al ejecutar uniones a rosca entre tubos y válvulas, la pasta para cuerdas debe aplicarse exclusivamente a las roscas macho. Al conectar un tubo con una válvula por medio de unión a rosca, no debe emplearse demasiada fuerza para introducir el tubo, porque esto puede ocasionar deformaciones en el cuerpo de la válvula. Aplíquese una llave ajustable (perico) o llave universal (inglesa) a la válvula, precisamente en el extremo en el que se va atornillar el tubo. Las llaves para tubo (Stillson) deben ser aplicadas únicamente a la tubería. Al poner en servicio una válvula nueva, ésta tiene que ser calentada paulatinamente. Los estoperos se aprietan en la

fábrica únicamente a mano, de manera que al instalar las válvulas, los prensaestopas se deben apretar con la mayor precaución y sólo lo estrictamente necesario para evitar fugas.

Se recomienda que las válvulas de globo que desfogan hacia tubos permanentemente abiertos o hacia las líneas de drenado, sean instaladas con el lado de la presión por la parte superior del disco.

Finalmente, hay que hacer notar que las válvulas en general se tienen que cerrar hasta la hermeticidad únicamente a mano y que por ningún concepto se deben usar llaves o palancas para apretarlas. La suciedad que se llega a acumular sobre la cara inferior del disco puede ser lavada, por lo general, abriendo y cerrando la válvula cierto número de veces. Una válvula que se abre a consecuencia de vibraciones, choques o golpeteo, quedará sometida a los esfuerzos más severos posibles de sobretensión o a presiones de estrangulamiento excepcionalmente altas, lo que desde luego acortará la vida de la unidad afectada, aumentando considerablemente sus exigencias de mantenimiento.



## TUBERIA

El primer paso a dar para la elaboración de un programa de mantenimiento que incluya redes de tubería, es la eliminación de las causas que pueden originar trabajos de mantenimiento excesivo, hasta donde esto sea posible, Estas causas incluyen, desde luego, la corrosión intensa, golpes de ariete, o un diseño defectuoso del sistema de tubería. En los casos de corrosión y de golpes de ariete puede hacerse muy poco, antes de haber descubierto las causas.

**Corrosión.** En lo individual, la corrosión es probablemente el problema más grande para el mantenimiento de las redes de tubería. Se han escrito libros enteros sobre la teoría, pero el punto importante es que la corrosión interna de la tubería es causada generalmente por el oxígeno atmosférico disuelto en el agua y el proceso corrosivo se detiene solamente cuando el oxígeno es eliminado del agua, o si se consume por el proceso oxidante al ser atacado el metal. Sin embargo, el agua fresca que llega del exterior está invariablemente saturada de oxígeno y la corrosión del tubo continuará, hasta que el oxígeno haya sido consumido en el proceso. Este es el motivo por el cual las líneas de abastecimiento de agua (por las que pasa continuamente agua nueva y por lo consiguiente oxígeno nuevo), se corroen antes que las líneas de agua caliente de los circuitos de calefacción, en los que circula siempre la misma agua.

En los circuitos de vapor y agua en las plantas de fuerza, penetra aire disuelto (oxígeno) con el agua tratada y a través de fugas, hasta las secciones que trabajan bajo vacío en el sistema. El remedio aceptado generalmente para retardar la corrosión, es reducir al mínimo todas estas fugas, manteniendo en buen estado todas las uniones, juntas y empaquetaduras; y en seguida, desairear el agua de alimentación en un calentador de diseño correcto. En algunos casos se usa el sulfito de sodio para eliminar los últimos residuos de oxígeno. La corrosión de las línea del condensado en los sistemas de calefacción es producida frecuentemente con las infiltraciones de aire hacia adentro de la tubería (por los respiraderos, válvulas de seguridad y por las juntas), en aquellas partes en donde el sistema trabaja al vacío.

La corrosión externa puede ser rápida en sitios en donde la tubería "suda" con frecuencia, es decir, en donde se forma rocío u otra clase de humedad -y particularmente si la superficie mojada queda expuesta en forma repetida al contacto con gases sulfurosos o que contengan ácidos. Para prevenir esta corrosión debe evitarse en primer lugar, la formación de rocío, o sellar la tubería si la humedad proviene de goteo. La tubería envuelta en disco o enterrada se corroe con mucha frecuencia, especialmente si el suelo es húmedo o ácido. Una protección práctica consiste en un recubrimiento impermeable por lo general de material asfáltico o algún impermeabilizante similar aplicado directamente a la tubería, o bien sobre una envoltura en espiral de tejido fuerte. Normalmente se cambia de inmediato cualquier tramo de tubo que presente picaduras o rajaduras ocasionadas por la corrosión, o por cualesquier otras causas. En caso de que esto no sea posible a consecuencia del trabajo, se pueden aplicar parches de emergencia, para evitar un paro imprevisto. Este método se puede aplicar a tuberías de hierro vaciado o de acero.

En la marina de los Estados Unidos se emplea un método especial para reparar goteras que se presentan en tubos de cobre o de latón, procediendo de la manera siguiente: Dese forma al remiendo de la lámina de cobre que se ha de aplicar. Límpiense perfectamente bien las superficies que han de unirse, con una lima o lija de esmeril y con ácido clorhídrico. Fíjese el remiendo muy bien entallado contra el tubo, por medio de alambre, encerrando todo el tramo

comprendido en la ruptura a remendar con material refractario, para localizar el calor. Ahora caliéntese el sitio a reparar con un soplete de acetileno, pero sin quemar ni el tubo ni el parche. Aplíquese soldadura de cobre-cinc (aplicando bórax como fundente) entre las superficies. Manténgase el tubo de movimiento, haciéndolo girar hacia adelante y hacia atrás, para que la soldadura fluya hacia toda la superficie que debe quedar soldada. Una vez que el parche se ha enfriado, debe probarse el tubo con agua a su presión. Si se presenta un agujero muy pequeño en tuberías de latón o de cobre, esta fuga se puede sellar con un remache o con tapón macho roscado. Las pequeñas superficies debilitadas se pueden reforzar temporalmente mediante enrollamiento con alambre, soldando unas con otras las espiras o capas, a fin de formar una pared sólida.

**Golpe de ariete.** El golpe de ariete ocurre cuando el movimiento de una columna de agua que fluye a través de una tubería se detiene o es considerablemente estrangulada de súbito. Si la causa es el cierre de alguna válvula en forma demasiado repentina, esto se evitará por medio de un limitador de velocidad para el cierre mecánico de la válvula en cuestión, o un rótulo preventivo con las indicaciones de manipulación pertinentes. En instalaciones en donde la tubería sufre golpes de ariete continuos por estar conectada a equipos de trabajo alternativo, la tubería debe ser fuertemente anclada y se colocarán dispositivos amortiguadores para absorber los choques, tales como jarros de aire, tanques de compensación o aditamentos similares.

**Drenaje.** Las fallas en la eliminación del condensado de las líneas de vapor, es una de las causas más frecuentes para la aparición del golpe de ariete, por cuyo motivo se tienen que drenar todas las bolsas de condensado, asegurándose de que las trampas de vapor funcionen correctamente, evitando la formación de columpios en las líneas de tubería, que podrían dar origen a acumulaciones o bolsones de agua. Hay que tener precauciones para evitar la acumulación de agua arriba de las válvulas cerradas, en las tuberías verticales, o en la parte posterior de las llaves del globo en las líneas horizontales. Si el golpe de ariete se produce únicamente en el momento de soltar vapor hacia una línea fría, esto indica que el sistema no tiene el declive adecuado o que las trampas son insuficientes para eliminar la fuerte condensación inicial y esta situación se mejora precalentando esta tubería gradualmente. En donde los golpes de ariete se suceden por un lapso regular de tiempo, inspecciónense los apoyos de la tubería, sus anclajes y los muros adyacentes, ya que puede haber rupturas serias.

Una vez que se han eliminado los más molestos desperfectos de una red de tubería, es justamente el momento indicado para establecer un programa organizado sobre el futuro mantenimiento, para anticiparse a la aparición de fallas posteriores. En las redes de tubería, al igual que en cualquier otra clase de equipo, el mantenimiento significa atención preventiva -reparando las instalaciones antes de que ocurran descomposturas o desperfectos-. Esto naturalmente, implica a su vez trabajos de organización, registros detallados y programas definidos de inspección sistemática. El punto de partida deberá ser un juego completo de planos de la totalidad del sistema de tubería, en donde se tendrán que anotar los cambios y reparaciones ejecutados, con su registro correspondiente de fechas.

**Organización.** No es suficiente con tener en el servicio fontaneros competentes, a pesar de la importancia que este hecho encierra. La

desorganización del servicio de mantenimiento puede causar desagradables tropiezos y gastos innecesarios. Si se tienen a la mano los planos completos de las instalaciones con las indicaciones completas sobre cambios y demás datos correspondientes, se evitará muy frecuentemente la urgencia de desenterrar -o descubrir- tal o cual sección, para comprobar datos que deberían estar en los archivos de la oficina. Más aun, los datos registrados sobre la instalación y los elementos componentes de la tubería, prevendrán al ingeniero de mantenimiento experimentado, el momento en el que podrán esperarse determinadas fallas, derivadas de las causas que se presentan a diario y que al final conducen a desperfectos en la tubería.

Cuando se presenta una fuga, tiene que revisarse detalladamente la tubería adyacente, con el fin de localizar cualquier ligero defecto que necesite reparación, de manera que todo el trabajo en conjunto se ejecute de una sola vez. Si el acoplamiento de las uniones es deficiente, o si se presentan dificultades de otra índole para su mantenimiento, esta situación deberá corregirse mientras se procede a ejecutar las reparaciones necesarias. Los grupos de personal de inspección rutinaria tienen que revisar las fugas, buscar signos de corrosión y debilitamiento, reafirmar los anclajes y ver que las juntas de expansión se muevan libremente, rectificando el alineamiento de los colgantes, así como la distribución de la carga.

**Temperaturas.** Un aumento de la presión o de la temperatura en una red vieja de tubería, tiene que ser precedido de una inspección detallada, ya que este aumento podría rebasar los límites de seguridad de los materiales instalados. En el "Code for Pressure Piping" de la ASA, B31.1, se fijan los límites máximos de temperatura para todos los materiales comunes para tubería empleada en las plantas industriales. Consúltese la última edición de este código, en donde se encontrarán datos para la determinación de las temperaturas de operación correctas para diversos materiales. Nótese que el cumplimiento de este código es cuestión puramente voluntaria.

**Válvulas de retención.** Los discos de las válvulas de retención pueden ser asentados contra los anillos de asiento: el disco tiene, usualmente, una ranura en la cara superior, para accionarlo por medio de un desarmador, dándole un movimiento rotatorio. Si se asientan discos y asientos de acero inoxidable una contra otro, mézclase albayalde con aceite a la pasta de esmeril, para efectos de lubricación; de otra manera se rayará el metal, arruinando las superficies. El uso de una pasta de esmeril de grano muy fino, reducirá la tendencia a ocasionar raspaduras. Esmerílese con golpecitos ligeros, levantando frecuentemente el disco, para darle una nueva posición, limpiando con frecuencia las superficies rectificadas. Los asientos y los discos de "Stellite" se asientan en la misma forma que la que se recomienda para el acero inoxidable, con excepción de algunos casos en los que suele ser necesario el empleo de arenilla de carburo de silicio.

Las válvulas reguladoras de presión balanceada, de doble asiento, precisan de un especial cuidado para asentarlas. Ambos asientos deben sellar al mismo tiempo. Obsérvense los discos para ver cuál de los dos asientos toma contacto primero; póngase pasta de esmeril en este asiento y aplíquese al otro asiento sólo unas huellas de pasta también. Esmerílese hasta que en ambos asientos se ha establecido un contacto uniforme idéntico. Para formar un asiento apegado a las condiciones de operación, conéctese una línea de vapor para calentar el cuerpo y el vástago de la válvula a la temperatura de operación antes de proceder al esmerilado.

**Rectificación se superficies de asiento.** La rectificación de los asientos y de los discos de las válvulas de compuerta, generalmente se requiere el maquinado, ya sea en el torno o por medio de esmerilado en un taladro de banco, aunque los discos cuyas superficies no están excesivamente desgastadas se pueden reparar emparejando la superficie por medio de un disco de esmeril o por esmerilado a mano, en tanto que los asientos se pueden esmerilar manualmente, con ayuda de un maneral. El maquinado a base de torno no ofrece dificultades mayores en las válvulas de compuerta de asientos paralelos, pero los cuerpos con asientos dispuestos en forma de cuña, requieren complicados dispositivos de soporte. En este caso puede resultar más conveniente el método de esmerilado mediante el tablero de banco.

Los discos de asiento paralelo pueden montarse con toda facilidad en el plato para ser careados en el torno; para tornejar las caras de los discos cuneiformes, se necesitará montar en el plato del torno un bloque con el plano inclinado. El método de esmerilado con la ayuda de un taladro de banco, puede emplearse para rectificar las superficies de los discos y de los asientos cuneiformes. Con platillos de sujeción especiales, fresados de tal manera que sostengan el disco en forma de cuña firmemente y con la debida alineación, sosteniéndolo para su torneado; este dispositivo da muy buenos resultados, pero se requiere un aditamento para cada tamaño de válvula. Una placa de perfil trapezoidal (con una cara plana y la otra inclinada), con mordazas, podrá servir para muchos tamaños de discos y podrá usarse tanto en el torno como en el taladro. Los discos cuneiformes pueden rectificarse también sosteniendo las superficies contra un disco de lijadora o disco de esmeril. Manténgase la cara oblicua bien alienada sobre el disco y con presión uniforme, ya que de otra manera, un esmerilado disparejo arruinará el cono. En aquellos casos en donde solamente hay ligeros rayones, o cuando se trata de borrar las huellas del maquinado, el esmerilado a base de tela de esmeril sujeta a una superficie plana, dará resultados satisfactorios.

**Equipo especial para rectificar asientos.** La mayoría de los métodos previamente descritos exige el desmontaje de las válvulas para su reparación. Pero hay equipos especiales para rectificar los anillos de asiento de las válvulas, sin que sea necesario retirar el cuerpo de las mismas de la red de tubería. Este sistema elimina la necesidad de desmontar uniones y juntas, reduce consecuentemente la posibilidad de fugas ahorrándose tiempo y mano de obra.

Las válvulas sujetas a condiciones corrosivas, no tardarán mucho en cubrirse a "costras" que se acumulan alrededor de los asientos y de los anillos de los discos. Si a estas adherencias se les permite crecer hasta cualquier tamaño, las costras empezarán a rebasar el borde del asiento y evitarán que la válvula pueda cerrar herméticamente. Si se limpian las válvulas con soplador de chorro de arena, aplicando después una buena pintura anticorrosiva o un recubrimiento con metal soplado, para protección, cubriendo las superficies que se localizan en contigüedad con los asientos, retardará considerablemente el desarrollo de estas costras de corrosión. Las reparaciones hechas a tiempo, permiten un servicio más largo de las válvulas, ahorrando materiales.

**Aislamiento de la tubería.** Un programa de mantenimiento acertado, incluirá en su actividad el cuidado necesario para que el aislamiento se conserve en perfectas condiciones, porque las inspecciones y las reparaciones necesarias del mismo pagarán muchas veces su costo por concepto de ahorro de combustible. A continuación se detallan algunos procedimientos prácticos para el mantenimiento y reparación de los recubrimientos aislante de la tubería, de



las válvulas y de las armaduras -principalmente en aquellas líneas que conducen vapor o agua caliente:

Un buen trabajo de colocación de aislamiento para una tubería sometida a calor, tendrá que reunir las siguientes características: (1) Con cualidades de aislamiento eficientes, aplicado a un espesor económico; (2) el material aislante debe ser capaz de soportar un manejo de operación ordinario; (3) la capa interior del aislamiento debe ser capaz de soportar la temperatura máxima de operación; (4) el aislamiento debe estar sujeto a modo de formar una buena unión con el tubo; (5) en las uniones, el aislamiento debe ir ajustado y alternado (si es de doble capa); puntado, si es necesario; y (7) el aislamiento debe ser a prueba de agua en las líneas tendidas a la intemperie o en las que van enterradas.



## **SISTEMAS AUTOMATICOS DE ASPERSION** **LUCHA CONTRA INCENDIO**

Un sistema de aspersion automático procura la extinción de un incendio en un edificio con la descarga rápida y continua del agua directamente sobre el material que se quema. La extinción del fuego se efectúa por medio de una disposición o colocación de las tuberías a las que van conectados dispositivos de salida llamados aspersores.

Estos se fabrican para abrirse en forma automática en cualquier tiempo que la temperatura circundante llegue a un punto determinado previamente.

En general, hay dos tipos de equipos de aspersores automáticos -sistemas de tubería seca y sistemas de tubería húmeda-. En los sistemas de tubería húmeda, las líneas de tubería contienen agua a presión. Esta es la forma más común de arreglo de un sistema, pero en edificios o en las partes de ellos que están sujetas a temperaturas de congelación, generalmente se usa el sistema de tubería seca. En este tipo de sistema el agua es admitida automáticamente a las tuberías cuando estalla el incendio.

Los sistemas automáticos de aspersion que emplean dispositivos estándar y que se instalan de acuerdo con las reglas establecidas son fuertes y durables y requieren un mínimo de gastos para su mantenimiento. Sin embargo, como con otros tipos de equipo, pueden sufrir deterioro o debilitarse por negligencia o por ciertas condiciones de servicio. Una medida o disposición definida para tener una atención competente para mantenimiento de aspersores va efectivamente a servir al propósito para el que se le destina.

### **Un Resumen de los Factores Importantes**

Las válvulas de control deben mantenerse abiertas, y los abastecimientos de agua mantenerse en servicio. Los aspersores automáticos se abrirán inútilmente cuando no hay agua o el escurrimiento de la misma se corta.

Cuando estalla un incendio, las válvulas de control del aspersor no deben cerrarse hasta que el fuego se apague o sea controlado por otros medios. La prisa en cerrar las válvulas de aspersion, antes de que se haya hecho una inspección adecuada o con la esperanza de evitar daños por el agua, ha producido muchos incendios graves que en otra forma se hubieran controlado con los sistemas de aspersion. La cantidad de agua que descargan los aspersores es pequeña comparada con los chorros de las mangueras, que pueden necesitarse si el incendio se reactiva.

Cuando por necesidad se interrumpe la protección con aspersores, debe hacerse todo lo posible para limitar la magnitud y duración de la interrupción. Los contratos de seguro contra incendio expresan o implican la obligación que tiene el asegurado de tomar esas precauciones. Las organizaciones del servicio de inspección de seguros están listas para aconsejar a los propietarios en relación con las medidas que deben tomarse para mantener protección en las emergencias. Es importante que los propietarios adviertan a los aseguradores cuando haya una interrupción de la protección de los aspersores.

La protección con aspersores debe ser completa en las zonas por protegerse. La acción de la aspersion puede ser inefectiva si el fuego avanza hacia una zona donde no llegue el agua de los aspersores. Los aspersores deben prolongarse para cubrir a nuevas zonas antes que éstas queden ocupadas.

Debe evitarse la obstrucción a la distribución de la descarga de agua de los aspersores por parte de materiales o existencias o por divisiones. Deben hacerse arreglos para mantener a todas las pilas de material, rejillas y

cualquiera otra posible obstrucción, a la distancia adecuada abajo de los aspersores. (La distancia mínima entre los aspersores es de 46 cm con un mayor espacio hasta de 91 cm con grandes pilas empacadas de latas de combustibles, pacas, cajas o cualquier otro material combustible). Para extinguir el incendio, el agua de los aspersores debe alcanzar al material en combustión.

Los equipos de aspersores deben ser protegidos contra la congelación del agua en las tuberías o en otros dispositivos. La congelación, aun en partes muy pequeñas, puede interrumpir el escurrimiento o flujo del agua hacia los aspersores o bien, puede hacer inoperantes a los dispositivos de alarma y control. Un grave daño puede hacerse al equipo y originar excesivas reparaciones y la interrupción de la protección con el sistema de aspersores.

### **Los Detalles del Mantenimiento**

Con el objeto de que los dueños de la propiedad y las personas a las que se les ha asignado la responsabilidad de un mantenimiento adecuado de los sistemas de aspersión puedan tener una información útil lista para aprovecharse, adjuntas se presentan unas recomendaciones y sugerencias con respecto a cada una de las principales características y a cada uno de los dispositivos que comúnmente son encontrados en las instalaciones de aspersión.

**Válvulas de control.** Asegúrese y fijese a cada válvula de control del sistema de aspersión en su posición de abertura o normal por medio de un cierre y alambre o con una correa de cuero cerrada con candado en las puntas. Examínense o revisense a intervalos regulares de tiempo todas las válvulas de control del sistema de aspersión, de preferencia y como mínimo una vez por semana.

Las válvulas de control deben numerarse y cada una debe llevar una señal que indique la parte del sistema que regula o controla. A intervalos regulares de tiempo debe hacerse una revisión o inspección y registrarse la condición de cada válvula en una forma de reporte que enlista a las válvulas de acuerdo con el número que tengan. Un reporte o informe de revisión de las válvulas debe señalar que las válvulas están (1) abiertas o cerradas, (2) adecuadamente fijadas y selladas, (3) en una buena condición operativa o de funcionamiento, que dan vuelta con facilidad y no se salen o tienen fugas, (4) que son fácilmente accesibles. El reporte debe también señalar que las llaves están en su lugar. Si la revisión de una válvula señala una condición no satisfactoria, debe darse un aviso apropiado a los jefes, y ser corregida tan pronto como sea posible. Los vástagos o varillas de las válvulas deben engranarse como mínimo una vez al año.

En conexión con la supervisión y mantenimiento de un sistema de aspersión puede utilizarse un sistema de cierre o sellado y de etiquetado. Para establecer ese sistema, deben conseguirse instrucciones del departamento de inspección que corresponda.

**Válvulas de indicador de columna.** Estas válvulas deben probarse con una llave en cada inspección, pero deben dejarse aproximadamente a un cuarto de vuelta de la posición de abertura total para que no se traben. Cuando estas válvulas se prueban con una llave, deben abrirse totalmente para coger el resorte de la varilla, ya que algunas veces se zafa de la misma válvula y la lectura del indicador puede marcar "abierta" cuando la válvula esté cerrada. Las varillas y el mecanismo indicador de estas válvulas deben aceitarse por lo

menos una vez al año. Las llaves debe ir sujetadas a las válvulas o dejarse en sitios cercanos.

**Válvulas de cubo (subterráneas).** La colocación de cada una de estas válvulas debe estar indicada con claridad mediante una señal en un muro cercano o con un marcador. La caja de piso para la válvula debe estar siempre fácilmente accesible y la tapa debe mantenerse en su lugar. La llave debe colocarse cerca y mantenerse en forma adecuada.

**Válvulas de tornillo exterior con marco.** La posición del vástago a varilla indica si la válvula está abierta. A estas válvulas no se les necesita dar un cuarto de vuelta en cada inspección semanal. Las varillas de la válvula deben mantenerse limpias.

**Válvulas de fosas o tanques.** En cada inspección estas válvulas deben recibir la misma atención. El acceso a las fosas no debe tener obstáculos y debe tenerse cuidado que esas fosas se mantengan sin agua y estén debidamente protegidas contra la congelación. Cuando las válvulas son del tipo de tornillo exterior con marco, las varillas salientes deben limpiarse frecuentemente.

**Manómetros.** Al hacerse la inspección semanal de las válvulas de control leánse los manómetros que marcan las presiones del agua y del aire en el sistema para asegurarse que se mantienen presiones normales. El que se mantienen presiones normales. El mantenimiento de una presión adecuada es de vital importancia. Una vez al año deben tomarse medidas para revisar el sistema de manómetros indicadores de presión con un medidor especial para inspección para asegurar la precisión de las lecturas.

**Pruebas de flujo.** Prepárense pruebas regulares sobre el flujo del agua que han de hacerse con tuberías de prueba en la parte superior y en las válvulas principales de drenaje de los sistemas. El ensayo o prueba regular de los sistemas de aspersión con flujo de agua, puede hacerse en la forma más adecuada en cooperación con el departamento de inspección que corresponda. El flujo o escurrimiento adecuado en la tubería de prueba, en la parte superior del sistema, indica que en ese punto hay abastecimiento de agua. Las pruebas en las válvulas principales de drenaje incluyen la anotación de las lecturas de presión en el manómetro con un flujo de agua irrestricto con la válvula de drenaje toda abierta y comparando estas lecturas con la válvula de drenaje cerrada. Si las lecturas varían en una forma material con lecturas normales y establecidas previamente, la condición del sistema debe investigarse. Estas pruebas tienen el propósito de agua es utilizable y señalar la presencia posible de válvulas cerradas o de otras obstrucciones en la tubería de abastecimiento. (Nota: El ensayo o pruebas de flujo del agua en un sistema que tenga una conexión directa con la estación central o departamento de combate de incendios, debe hacerse únicamente después de haber dado el aviso adecuado a la estación de señales).

## **ABLANDADORES**

### **Ablandadores de agua para zeolitas**

Los ablandadores de agua con intercambiadores catiónicos sódicos, se fabrican tanto en el tipo de presión como en el de gravedad, y su operación puede ser manual, semiautomática o automática. Todos operan en el mismo principio que consiste en un ciclo de ablandamiento y regeneración. En el de ablandamiento, el agua se ablanda al pasar a través del lecho de intercambiador catiónico, que renueva y detiene el calcio y magnesio dando una cantidad equivalente de sodio por ellos.

La regeneración consiste de tres pasos: retrolavado, paso de salmuera y lavado. El retrolavado se lleva a efecto enviando un potente flujo de agua en dirección ascendente a través del lecho de resina intercambiadora, que sirve para expandir, lavar y clasificar hidráulicamente el lecho. El paso de salmuera se efectúa percolando por el lecho una cantidad predeterminada de salmuera, que elimina el calcio y magnesio y restituye el estado sódico del intercambiador. Debido a que la inmensa mayoría de los intercambiadores catiónicos para ablandamiento de agua son del tipo de presión, estos serán descritos en primer término.

**Construcción y accesorios. Coraza.** Los ablandadores de tipo de presión, consisten de un cilindro metálico con tapas abombadas a un radio igual al diámetro del ablandador construido de placa metálica de grueso suficiente para resistir la presión a que se someta. En los tipos verticales de presión los diámetros de las unidades varían de 20" a 10 pies. Las unidades horizontales pueden construirse hasta 9 y 10 pies de diámetro y 25 pies de longitud, pero puesto que la zeolita que se coloca a los lados no puede utilizarse, estas unidades tienen un 10% menos de capacidad que las unidades verticales, por lo que se usan cada vez menos.

**Sistema colector.** En la parte inferior o fondo del ablandador hay un sistema colector que sirve para extraer el agua blanda durante el ciclo de ablandamiento, distribuir el agua de retrolavado y eliminar la sal y los lavados. Es obvio, que durante el ablandamiento este sistema debe de coleccionar uniformemente toda el agua que pase por el lecho. Durante el retrolavado también debe distribuir perfectamente el agua, de manera que ésta fluya uniformemente hacia arriba por todas las porciones del lecho es muy importante este hecho para evitar acanalamientos en la zeolita. En la operación de paso de salmuera y lavado, se aplican las mismas características a satisfacer que las especificadas en el ciclo de ablandamiento.

Los sistemas colectores varían grandemente en diseño, pero los tipos mas usados son de placa deflectora y de colectores laterales. En el primero, la placa deflectora especialmente diseñada se instala en el centro y fondo del ablandador, de manera que su arista inferior está separada por un espacio especificado del contacto con el fondo del ablandador. En los



sistemas con recolectores laterales se emplea un relleno de concreto para sostener los cabezales.

*Grava y arena.* Sobre los sistemas colectores se colocan capas de grava graduada, -gruesa abajo y fina arriba- seguida, usualmente, de una capa de arena gruesa que sirve como soporte al intercambiador. Estas capas de grava y arena sirven para distribuir el agua de retrolavado y coleccionar uniformemente el agua ablandada.

*Lecho de zeolita intercambiadora.* Sobre la capa superior de arena fina, se coloca el lecho del intercambiador catiónico que en los ablandadores de tipo industrial no es menor de 2 pies de altura y casi nunca mayor de 8 ½ pies. A medida que el lecho se clasifica hidráulicamente en las operaciones de retrolavado, las partículas mayores se van al fondo y las más finas quedan en la superficie, lo que asegura una perfecta distribución del agua a través del intercambiador. Sobre el lecho del intercambiador hay un espacio libre, lo suficientemente grande para absorber la expansión de la resina durante la operación de retrolavado. Este espacio de expansión se expresa como porcentaje del grueso del lecho y varía con diferentes tipos de intercambiadores: greensand 25%, zeolitas sintéticas 33%, resinas de alta capacidad y de tipo carbonáceo 75%.

*Colector de agua y lavado.* En la parte superior del recipiente y un poco abajo de la parte recta de la coraza, hay un colector de agua de lavado, que sirve durante las operaciones de ablandamiento y de lavado, para introducir y distribuir el agua que entra, y durante el retrolavado coleccionar el agua y conducirla a las líneas de salida. La distribución del agua de entrada es necesaria; de otra manera puede formar hoyos en la parte superior del lecho de zeolitas, ocasionando mayores flujos por estos lugares, debido a la menor resistencia por ser el lecho más delgado en estos puntos.

*Sistema de distribución de salmuera.* A poca distancia sobre la superficie de la zeolita, está el sistema distribuidor de salmuera, que sirve para distribuir la salmuera diluida sobre el lecho, de manera que todo el intercambiador entre en contacto con ella.

Ya que la sal común varía muy poco su solubilidad con la temperatura en un amplio rango, la necesidad de pesar la sal se elimina. Se usa una solución saturada que se mide volumétricamente. En la mayoría de los ablandadores industriales, la salmuera se bombea, diluye y se inyecta a la resina, mediante un eductor. Las concentraciones de las soluciones de sal para diferentes intercambiadores son usualmente de 10 a 12% para el greensand y zeolitas sintéticas; de 5 a 15% para el tipo carbonáceo; y para resinas de alta capacidad de 15 a 18% para alturas de lecho de 36" o menos; y de 15 a 25% con lechos mayores de 36" de altura. Cuando la salmuera se introduce al ablandador por medio de una bomba, deben tomarse las providencias necesarias para diluir la salmuera antes de que llegue al lecho de resina.

*Tanques de salmuera y depósitos para almacenamiento de sal húmeda.* En los ablandadores antiguos, el tanque de salmuera servía como tanque



de almacenamiento de sal y tanque medidor. Consecuentemente, eran de un diámetro comparativamente grande y el gasto medido por la distancia vertical era pequeño. La tendencia moderna es usar tanques separados, en uno se forma la salmuera saturada y otro es el tanque medidor, este último es del menor diámetro posible, de manera que la altura del líquido varía bastante permitiendo esto una medida mas efectiva y precisa. En las plantas grandes, frecuentemente se usan depósitos llamados de sal húmeda construidos de concreto. La capacidad de éstos depósitos es de 1 1/2 o más carros cargados de sal, esto simplifica el manejo de la sal, ya que puede ser descargada directamente dentro del depósito, esta operación es mas económica que la de comprar sal en pequeñas cantidades. Cuando se usan estos depósitos, la salmuera se puede enviar por medio de bombeo a los tanques medidores, de los cuales por medio de un eductor se envía al ablandador, o a través de un medidor de salmuera que la dosifica y después de diluirla la introduce directamente al ablandador.

*Controles de retrolavado.* Es esencial que el retrolavado se efectúe a un flujo determinado. Velocidades bajas de retrolavado empaquetan el lecho, y velocidades altas pueden arrastrar la resina fuera del intercambiador. En los ablandadores industriales al retrolavado se controla por una válvula de mariposa operada por flotador colocada en la descarga del retrolavado, que mantiene una carga constante mediante un vertedor colocado en el sumidero, un controlador de flujo tipo Venturi colocado a la entrada de la línea de retrolavado.

*Controles para el enjuague.* El control del enjuague se efectúa mediante una válvula de mariposa operada por flotador, como la ya descrita, se puede usar el mismo vertedero y sumidero para controlar el retrolavado y el enjuague.

*Medidores.* Se emplea un medidor de agua colocado en la línea de salida de agua blanda. En los ablandadores automáticos, este medidor está equipado con contactos eléctricos que inician automáticamente el ciclo de regeneración y lo vuelven al servicio. En los ablandadores manuales, las manecillas del medidor se vuelven a 0 al terminar cada ciclo de ablandamiento, cuando llega a pasar una cantidad determinada de agua hacen un contacto eléctrico que suena una campana indicando que hay necesidad de regenerar el lecho.

### **Ablandadores de agua de zeolitas automáticos, ciclo sódico.**

*Ciclo de Ablandamiento.* El agua dura pasa a través de la válvula multiport hasta llegar a la parte superior del ablandador y entra a él a través del colector de retrolavados, que deflexiona el tubo de manera que no golpea directamente la superficie de las resinas. El agua fluye hacia abajo a través del lecho. A medida que esto sucede los cationes de calcio y magnesio son retenidos por la resina, la que simultáneamente da al agua una cantidad equivalente de sal. El agua ablandada se puede pasar por las gravas, se colecta en la parte inferior, y después de pasar por la válvula multiport y el medidor va al servicio. Este medidor está equipado con un contacto eléctrico. De manera que cuando pasa una cantidad de agua predeterminada, las manecillas llegan a 0, se establece un contacto

eléctrico que pone en movimiento un motor que a su vez se mueve a la válvula multiport y la pone en posición de “lavado”.

*Retrolavado.* En la posición de lavado la válvula multiport manda el agua dura a través del sistema distribuidor de agua de lavado. A partir de aquí, el agua asciende a través de las capas de grava y el lecho del intercambiador catiónico, el que se expande y se limpia. Después pasa por el colector hacia la válvula multiport, y luego al controlador de flujo, de aquí se descarga a un sumidero donde fluye a través de una placa de orificios. El flotador, que está conectado al controlador de flujo, opera una válvula mariposa, que de acuerdo con la descarga mantenida por los orificios sostiene un flujo predeterminado de agua de lavado. La duración de la operación de retrolavado (usualmente 10 minutos) se controla por un timer automático dentro de la caja de control. El retrolavado sirve para elevar, separar, limpiar y clasificar hidráulicamente el lecho del intercambiador catiónico. Al final del periodo, el timer eléctrico actúa el motor y la válvula automática se coloca en posición de regeneración.

*Regeneración.* En ésta posición, el agua dura al pasar por la válvula multiport, acciona un eductor conectando el sistema distribuidor de salmuera a la parte superior del ablandador. Al paso del agua a través del eductor, crea una succión en la línea que va al tanque de salmuera, abriéndose la válvula de diafragma permitiendo la entrada de la salmuera al eductor. La salmuera es una solución saturada de sal común (cloruro de sodio), que se forma a partir del exceso de sal que hay en el tanque de almacenamiento que está colocado a un nivel superior respecto al tanque medidor. El agua se admite a éste tanque por una caja partidora accionada con flotador. La salmuera que se forma en este tanque fluye suavemente hacia el tanque medidor, que se llena hasta un nivel determinado gobernado por una válvula de flotador.

El tanque medidor tiene un switch de tal manera que cuando ha salido de él un volumen determinado de salmuera, se cierra un contacto que actúa el motor de la válvula multiport y cambia a ésta a la posición de enjuague, en este momento se cierra la válvula de diafragma de la línea de salmuera. La salmuera se diluye a la concentración deseada en el eductor. Esta salmuera diluida la distribuye sobre la superficie del intercambiador catiónico el sistema distribuidor. La salmuera pasa hacia abajo a través del lecho y es colectada por el distribuidor de agua de lavado, después hacia la válvula multiport que la envía al sistema controlador de flujo de lavado descargándola al drenaje. La salmuera al pasar por el intercambiador catiónico, desplaza los iones de calcio y magnesio reemplazándolos por una cantidad equivalente de sodio.

*Enjuague.* En la posición “enjuague”, la válvula multiport envía agua dura al sistema colector de lavado en la parte superior del ablandador, de aquí fluye hacia abajo a través del lecho del intercambiador hacia la válvula multiport que la envía al controlador de agua de enjuague, y de aquí al drenaje. Puesto que el flujo usado en el enjuague es mucho menor que el de retrolavado, hay una línea de enjuague separada con su controlador de flujo que se opera por medio de una válvula de mariposa y un flotador por medio de una placa con orificios colocada en el

sumidero. El periodo de enjuague se gobierna por medio de un timer en la caja de control. Y debe ser lo suficientemente amplio para permitir la eliminación de los cloruros de calcio y magnesio formados durante la regeneración.

*Vuelta al servicio.* Después del periodo de enjuague, el timer eléctrico manda una corriente al motor de la válvula multiport y ésta se pone en posición de “ablandamiento”, mientras tanto hay un mecanismo que pone a 0 el medidor para empezar un nuevo ciclo.

*Analizador automático de dureza.* Con aguas de dureza variable, se puede utilizar un analizador automático de dureza, junto con el ablandador automático, de manera que los ciclos de regeneración empiecen tan pronto como se detecte dureza en el efluente. Pueden usarse también con los ablandadores operados manualmente, mediante una señal al final del ciclo de ablandamiento, o poniendo fuera de la línea el ablandador al final del ciclo. El analizador automático de dureza, trabaja en el principio de que pequeñas dosis de solución de jabón añadidas a una pequeña cantidad de agua sacada del efluente del ablandador y aireada, formará una espuma persistente cuando el agua está completamente blanda, pero no formará espuma cuando aparecen las primeras trazas de dureza.

*Operación semiautomática.* Otro método para manejar las aguas sujetas a cambios violentos en la dureza, es el uso de las unidades de ablandamiento semiautomáticas. En la operación de éste tipo de ablandador, para el ciclo de ablandamiento, el operador manualmente pone a 0 las manecillas del medidor y luego indica la cantidad de agua que ha de pasar por la unidad por ciclo, de acuerdo con la dureza del agua cruda. Cuando este volumen ha pasado por el ablandador, las manecillas cierran un contacto eléctrico que actúa una alarma o luces. Entonces el operador oprime un botón, iniciando las operaciones requeridas al final del ciclo de ablandamiento. El retrolavado, regeneración, lavado y puesta en servicio, se hacen de la misma manera que en las unidades completamente automáticas, con la excepción de que el operador debe poner a 0 el medidor para el ciclo siguiente.

**Intercambiadores catiónicos manualmente operados.** En estos ablandadores las manecillas del registrador del medidor se colocan sobre la cantidad de litros que deban pasar por cada ciclo de ablandamiento, el medidor está generalmente conectado a una alarma o luces de señales que indican el final del ciclo de operación. Estos ablandadores pueden tener válvula multiport, o se pueden operar con válvulas individuales. Como ya se describieron las operaciones de estos intercambiadores, bajo el título de “ablandadores de agua de zeolitas automáticos, ciclo sódico”, solamente se dará un resumen para el caso de los operados manualmente.

*Operación de válvula multiport.*

*Retrolavado.* Rotar la válvula multiport a la posición de “lavado” y efectúe esta operación por 10 minutos. Poner la válvula multiport en posición “salmuera”.

*Regeneración.* Con la válvula en posición de “regeneración”, abrir la válvula de la línea de salmuera, sacar del tanque medidor la cantidad de salmuera necesaria. Cerrar la válvula de salmuera. Poner la válvula multiport en posición de enjuague.

*Enjuague.* Poner la válvula en enjuague hasta que la operación se termine. La proximidad del término de ésta operación, se puede saber mojando los dedos y probándolos. Cuando desaparezca el sabor salado, el operador debe hacer muestras con solución de jabón, cada minuto, hasta que empiece a salir agua blanda por la línea de descarga de enjuague. Cuando el agua está blanda, la válvula se vuelve a la posición de “ablandamiento”.

*Ablandamiento.* Con la válvula multiport en posición “servicio”, el ablandador está otra vez en línea. Mientras tanto, las manecillas del indicador debieron de ponerse en la cantidad de galones que pasará en el nuevo ciclo.

*Operación con válvulas individuales.*

*Retrolavado.* Cerrar válvulas de agua dura y válvula de salida de agua blanda. Abrir las válvulas de entrada y salida de retrolavado por 10 minutos. Cerrar luego estas dos válvulas.

*Regeneración.* Abrir las válvulas de enjuague, entrada de salmuera y entrada al eductor. Cuando se haya sacado del tanque de salmuera la cantidad especificada de solución, cerrar las válvulas de salmuera y entrada al eductor.

*Enjuague.* Abrir válvulas de entrada de agua dura. La proximidad del término de ésta operación se encuentra probando el agua de enjuagado, como ya se dijo al hablar de la operación de las válvulas multiport en servicio manual.

*Ablandamiento.* Abrir la válvula de agua blanda, salida. Pónganse las manecillas del medidor en la cantidad requerida de litros.

**Proceso en dos pasos: intercambiador catiónico ciclo sódico e intercambio de anión cloruro.** Este proceso se ha usado en cierta forma en el tratamiento de agua para calderas, con el fin de reducir la alcalinidad del agua. Brevemente, el agua dura es ablanda primero por intercambio catiónico; segundo, el agua blanda se pasa a través de un intercambiador aniónico en ciclo cloruro. Esto ocasiona un reemplazo del bicarbonato de sodio y sulfato de sodio del agua, por una cantidad equivalente de cloruro de sodio. De aquí que, aunque reduce la alcalinidad de bicarbonato, no reduce el contenido de sólidos totales en el agua. Al final del ciclo, el intercambiador aniónico se regenera con la sal, mientras que el intercambiador catiónico se hace en la forma habitual también con cloruro de sodio. Elimínandose en el primer caso el contenido de bicarbonatos y sulfatos y en el segundo se remueven el calcio y el magnesio, restituyéndose el intercambiador a su forma original.

**Desionizadores.**

Estos equipos son utilizados en forma mas directa para obtener agua tratada a nivel medicinal.

En el hospital materia de éste informe, el desionizador existente es usado en el área de hemodialisis, especificamente con el fin de introducir agua desinoizada a las vias sanguineas de los pacientes.

Estos equipos vienen en paquetes cuya operación automatizada está controlada por los representantes de la marca del equipo.

*Mantenimiento de equipo:*

*Sanitización:* que consiste en el lavado con un reactivo de todas las tuberías con el fin de eliminar los microorganismos presentes en el agua.

*Limpieza del filtro.* Remosión de los filtros para su lavado y reemplazo.

*Control de dureza.* Se hace un chequeo periódico del afluente de agua blanda que ingresa al desionizador con el fin de conservar el periodo de mantenimiento establecido de los filtros. Cabe indicar que el afluente de agua blanda que ingresa al desionizador, previamente ha pasado por un ablandador que elimino la mayor parte de calcio y magensio presentes; lo cual pudo haber sido también removido por el desionizador, pero ésta operación hubiera demandado periodo mas cortos de mantenimiento por la rapida saturación de los filtros.



***CAPITULO 4***

***MODELO DE PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO***

## **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL EDIFICIO LIMA Y EL HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS**

### **INTRODUCCION.-**

Para la mayoría de las personas, mantenimiento preventivo, tiene una definición diferente, algunos piensan que se refiere a términos de inspección periódica para evitar paros antes que sucedan, algunos añaden servicios repetitivos, conservación y reparación general. En una etapa mas avanzada, se encuentran los que incluyen acciones repetitivas de lubricación, pintura y limpieza.

La definición básica de mantenimiento preventivo, incluye estas actividades:

- Inspección periódica de los activos y del equipo del edificio, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de operación o depreciación perjudicial.
- Conservar el edificio para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aún en una etapa incipiente.

Es importante mencionar que el programa toma tiempo en reportar los beneficios completos, todos los expertos están de acuerdo en que toma varios años para que funcione totalmente.

Cabe resaltar, que no hay ningún programa hecho o fácil de hacer para algún edificio, la razón es clara, no hay dos edificios o plantas idénticas en cuanto a tamaño, edad, localización, construcción, servicios o distribución.

Difieren en organización, políticas de producción, personal, etc. Los problemas de mantenimiento son diferentes.

Dentro del programa de mantenimiento preventivo debe elaborarse una lista de máquinas y activos que se deban inspeccionar. Las inspecciones predefinidas y completas son valiosas cuando existe rotación de personal, que es nuestro caso.

La decisión de cuando a menudo inspeccionar, tendrá probablemente máxima importancia en los costos y economías de un programa de mantenimiento preventivo. Para la fijación del ciclo de frecuencia, se requiere hacer un análisis de ingeniería desde los siguientes puntos de vista: edad, condición, valor, severidad del servicio, requisitos de seguridad, horas de operación, susceptibilidad de deterioros, susceptibilidad de siniestros.

### **ANTECEDENTES.-**

Para implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo, se ha tenido en cuenta, en primer lugar, antigüedad de los edificios, siendo estos respectivamente en el siguiente orden:

- a) Edificio Lima con 20 años aproximadamente

b) Hospital Rebagliati con 40 años aproximadamente.

Adicionalmente al tiempo cronológico con que cuenta el Edificio Lima, es necesario resaltar que hasta hace 4 años a partir del 5to. piso fue utilizado por el ex-Ministerio de Vivienda, que al dejar de existir, entregó los ambientes en avanzado deterioro.

En los cinco últimos años, el IPSS como organización y dentro de una nueva política de trabajo, ha reducido sustancialmente la cantidad de personal, habiéndose hecho necesario contratar los servicios de empresas privadas, para realizar trabajos de mantenimiento correctivo, no existiendo mantenimiento preventivo, así como operadores de planta.

Los trabajos de mantenimiento correctivo a cargo de empresas privadas, se han estado realizando en forma lenta, con escaso control en lo referente a las especificaciones de los trabajos a realizar y a los patrones técnicos de recepción de equipos reparados, este hecho consecuentemente no ha permitido implementar programas de mantenimiento preventivo para estos equipos.

#### OBJETIVOS.

Disminuir los tiempos ociosos en relación con todo lo que se refiere a economías y beneficios para el IPSS, debido a menos interrupciones imprevistas.

Menor número de reparaciones en gran escala y disminución de reparaciones repetitivas, por tanto, baja acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento de los equipos y/o sistemas.

Aplazamiento o eliminación de gastos por reemplazos prematuro de equipos, debido a la mejor conservación de los mismos e incremento de la vida útil.

Reducción de los costos de mantenimiento, de mano de obra y materiales para la partida de equipos (activos) que se encuentran en el programa.

Mejor control de reparaciones lo cual conduce a tener un inventario mínimo de repuestos de stocks.

## METODOLOGIA DE LA ELABORACION DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.

Se ha utilizado el inventario físico de unidades efectuado a los equipos y sistemas, con la finalidad de determinar puntualmente los elementos a mantener.

Finalmente se ha confeccionado un programa de mantenimiento preventivo debidamente calendarizado para dos trimestres.

Rutinas.- En su contenido se describe como un conjunto de actividades, tales como la verificación, ajustes, remplazos de rutinas, lubricación y limpiezas a los equipos y sistemas de ingeniería de los edificios.

Inventarios.- Se ha confeccionado en base a una verificación in situ de los equipos y sistemas. Se remiten los inventarios realizados. En estos cuadros se describen las unidades a mantener, cantidades por pisos, partes y sus nombres, rutinas a realizarse y hombres a utilizarse en cada trabajo.

Programas Semestral de Mantenimiento Preventivo.- En el verdadero sentido de la palabra la fecha programada en un formato es solo programación preliminar. La programación real tiene lugar cuando se elige un día definido y el trabajo ha sido planeado en lo referente a métodos, herramientas y equipos, etc.

Para nuestro caso la programación se ha confeccionado con trabajos semanales para dos trimestres, por pisos, unidades mantenidas, cantidades totales, y las frecuencias de los trabajos a realizar. Se remiten los programas de Mantenimiento Preventivo debidamente dosificado en tiempo.

**RUTINAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
SISTEMA SANITARIO**

UNIDAD MANTENIDA		PARTE		RUTINA				MATERIALES REQUERIDOS			
Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Descripción	tiemp.	Especificaciones técnicas	Unidad	Cantidad	Marca Comerc. recom.
	Inodoros	1	Flujómetro	1	Rompevacíos	Cambio de Rompevac.	20'	Rompevacíos	Und.	1	Royal
				2	Diafragma	Cambio de Diafrag.	10'	Diafragma	Unid.	1	Royal
				3	Ajuste	Ajuste de roscas	5'	No requerido			
		2	Abasto	1	Cambio	Cambio de tubo de abasto	15'	Cemento blanco	grms.	200	
		3	Tanque	1	Flotador	Ajuste de Válvula de flotador	10'	No requerido			
				2	Cambio	Cambio de sistema de válvulas	20'	Sistema de flotador	unid.	1	
				3	Reemplazo	Reemplazo de empaquetadura y chupón	15'	Chupón y empaquetadura de jebe	unid.	1	
	Duchas	1	Canastilla	1	Limpieza	-Limpieza -Revisión -Perforación de orificios	10'	No requerido			
		2	Llaves	1	Ajuste	de manija	5'	No requerido			
				2	Cambiar	empaquetadura	10'	Empaquet. de jebe	unid.	1	neoprene
	Urinarios	1	Flujómetro	1	Rompevacíos	Cambio de Rompevac.	20'	Rompevacíos	Und.	1	Royal
				2	Diafragma	Cambio de Diafrag.	10'	Diafragma	Unid.	1	Royal
				3	Ajuste	Ajuste de roscas	5'	No requerido			
		2	Trampa	1	Cambiar	Cambiar trampa cromada	20'	Cemento blanco Trampa cromada	Kg. unid.	0.25 1	





**RUTINAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
SISTEMA SANITARIO**

UNIDAD MANTENIDA		PARTE		RUTINA				MATERIALES REQUERIDOS				
Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Descripción	Tiemp	Especificaciones técnicas	Unidad	Cantidad	Marca Comerc. recom.	
	Bombas de Impulsión	1	Impelente	1	Engrasado	-Engrase de cabezal -Cigueñal	20	grasa	kg.	0.5	Shell	
		2	Motor	1	Alternancia	-Ensayo de -Calib. de manual -Calib. de automat.	30'	No requerido				
				2	Aislamiento	-Megado -Control de medición	15'	No requerido				
		3	Carcaza	1	Pintado	-Lijado -Pintado	30'	Lija doble cero Pintura al martillo				
		4	Niveles	1	Engrasado	-Engrase -Manipuleo de eje	10'	Aceite	frasco	0.5	3 en 1	
				2	Calibrado	-Calibración	20'	No requerido				
			3	Protección	-Protección -Ajuste de control de niveles	15'	Tapas de protección	unid.	1			
	Compresora	1	Cabezal	1	Ajuste	-Limpieza -Engrasado -Ajuste de cabezal	25'	Aceite Algodón	Frasco kg.	0.5 0.5	3 en 1	
		2	Tuberías	1	Revisión	-Ajuste de abraz. -Revisión -Tuber. de conduc.	20'	No requerido				
		3	Cablería	1	Aislado	-Cambio de aislante -Rev. de Contactos	10'	Cinta asilante	unid.	0.5		

**RUTINAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
SISTEMA SANITARIO**

UNIDAD MANTENIDA		PARTE		RUTINA				MATERIALES REQUERIDOS			
Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Descripción	Tiemp	Especificaciones técnicas	Unidad	Cantidad	Marca Comerc. recdm.
	Lavatorios	1	Empaquetad.	1	Cambio	-Cambio de Empaq.	10'	Empaquetadura	unid.	1	Neoprene
		2	Abasto	1	Cambio	-Cambio de tubo de abasto	15'	Cemento Blanco Tubo de abasto de 1/2	kg und	0.5 1	Cromado
		3	Trampa	1	Cambio	-Cambio de Trampa	15'	Cemento blanco Trampa cromada	kg. und.	0.5 1	
	Registros	1	Tapón	1	Recorrido	Recorr. de rosca	15'	Grasa	unid.	0,1	Shell
			Trampa	1	Limpieza	Limpieza interna	20'	Soda Caustica	lt.	0,3	
	RED DESAGUE	1	Tubería	1	Lavado	Lavado interior	*	Soda caustica	lt	*	
				2	Prueba	Prueba descarga	*				
	Cajas	1	Tapa	1	Recorrido	Recorr. de encaje	15'	Soda Caustica	lt.	0,3	
		2	Fondo	1	Limpieza	Limpieza interna	20'				
	Trampas de solidos	1	Canastilla	1	Remosión	Sacar la canasta	5'				
				2	Lavado	Lavado a presión	10'				
	Trampas de Grasa	1	Superficie	1	Limpieza	Elimin. de grasas	15'	Soda Caustica	lt.	2	
2		Camara	1	Lavado	Lavado con desinf.	30'					

(\*) En función al metraje

**RUTINAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
SISTEMA SANITARIO - LUCHA CONTRA INCENDIO**

UNIDAD MANTENIDA		PARTE		RUTINA				MATERIALES REQUERIDOS			
Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Descripción	Tiemp	Especificaciones técnicas	Unidad	Cantidad	Marca Comerc. recom.
	Tuberia de entrada a la bomba.	1	Valvula de entrada	1	Recorrido	Desarmar Pulir compuerta Cambiar empaquet. Engrase eje sin fin	15' 15' 3' 10'	Carburundum,lija fina Empaquetadura Grasa	unid unid. kg.	1 1 0,1	shell
		2	Valvula de desfogue	1	Recorrido	Desarmar Pulir compuerta Cambiar empaquet. Engrase eje sin fin	15' 15' 3' 10'	Carburundum,lija fina Empaquetadura Grasa	unid unid. kg.	1 1 0,1	shell
		3	Tuberías	1	Rasqueteado	Rasquetear las tuberías de agua.	*	Lija esmeril			
				2	Repintar	Aplicar pintura anticorrosiva	*	Esmalte Anticorrosiva			Sherwin Williams
	Gabinets de Lucha Contra Incendio	1	Valvula	1	Revisión	Desarmado Limpieza Engrase Armado Pulir compuerta	15' 10' 10' 15' 15'	Kerosene Grasa	Gls. kg.	0,5 0,25	shell
		2	Manga	1	Visión	Estirar la manga Verif. estado. Verif. acoples Verif. pitón	5' 5' 5' 5'	Carburundum	kg.	0,2	

**RUTINAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
SISTEMA SANITARIO - LUCHA CONTRA INCENDIO**

UNIDAD MANTENIDA		PARTE		RUTINA				MATERIALES REQUERIDOS			
Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Codigo	Nombre	Descripción	Tiemp	Especificaciones técnicas	Unidad	Cantidad	Marca Comerc. recom.
	Gabinetes de Lucha Contra Incendio	3	Carcaza	1	Revisión	Chapa de puerta	3'	Pintura martillada Lija fina N°100	gln unid.	0,25 2	Sherwin Williams.
						Brazo porta manga	5'				
						Luna simple	1'				
		2	Repintar			Repintado	15'				
						Lijado	10'				
		4	Extintores	1	Revisión	Comprobar peso	5'				
						Chequeo de valvula					



**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA						
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.		
3S		CISTERNA	1	1	Flotador	1	1	Engrasado	30	30	1		
				2	Tanque	1	1	Nivelado	10	10	1		
				1	Desinfección	6h	6H	3					
		POZO SEPTICO	1	1	1	Tanque	1	1	Desinfección	6h	6H	4	
					2	Presostato	2	1	Protección	30	60	2	
		TANQUE	2	1	2	Tanque	2	2	Calibración	10	20	1	
								1	Purga	15	30	1	
		HIDRONEUM.						2	Carga	15	30	1	
								1	Engrasado	20	1H20	1	
								1	Pintura	30	2H30	3	
		BOMBAS	5		1	1	Impelente	5	1	Engrasado	20	1H20	1
						2	Carcaza	5	1	Pintura	30	2H30	3
						3	Radar	2	1	Engrasado	10	20	1
		COMPRESOR	2	1	1	Cabezal	4	2	Calibrado	20	40	2	
								1	Protección	15	30	1	
								1	Ajuste	25	1H40	1	
		LAVATORIO	2	1	1	Empaque	2	1	Revisión	20	1H20	1	
								1	Cambio	10	20	1	
		INODOROS	3		2	Abasto	2	2	Cambio	15	30	1	
								1	Cambio	15	30	1	
								1	Cambio	15	45	1	
		REGISTROS	8	1	1	Tapón	8	3	Cambio	15	45	1	
								1	Flotador	10	30	1	
								1	Cambio	20	60	1	
		RED DESAGUE (ml.)	42	1	1	Trampa	8	3	Reemplazo	15	45	1	
								1	Recorrido	15	2H	1	
		CAJAS	6	1	1	Tubería	42	1	Limpieza	20	2H40	1	
2	Lavado							30	30	1			
1	Prueba							15	15	1			
			2	Tapa	6	1	Recorrido	15	1H30	1			
			2	Fondo	6	1	Limpieza	20	2H	1			

**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA									
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.					
3S		DUCHAS	2	1	Canastilla	2	1	Limpieza	10	20	1					
				2	LLaves	2	1	Ajuste	5	10	1					
				2	Tanque	1	2	Cambiar	10	20	1					
		URINARIOS	1	1	1	Fluxometro	1	1	Rompevacios	20	20	1				
					2	Diafragma	15	2	Diafragma	15	15	1				
					3	Ajuste	5	3	Ajuste	5	5	1				
2S		INODOROS	10	2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1					
				1	Fluxometro	10	1	Rompevacios	20	3H20	3					
		LAVATORIO	15	1	2	Empaquetad.	15	3	Diafragma	10	1H10	3				
					2	Abasto	15	3	Ajuste	5	50	1				
					3	Trampa	15	1	Cambio	10	2H30	3				
		DUCHAS	2	2	1	Canastilla	2	1	Cambio	15	3H45	3				
					2	LLaves	2	1	Limpieza	10	20	1				
		URINARIOS	3	1	1	1	Fluxometro	3	2	Ajuste	5	10	1			
									2	Cambiar	10	2	Cambiar	10	20	1
									1	Rompevacios	20	1	Rompevacios	20	1H	1
									2	Diafragma	15	2	Diafragma	15	45	1
									3	Ajuste	5	3	Ajuste	5	15	1
1	Cambio								20	1	Cambio	20	1H	1		
REGISTROS	5	1	1	1	Tapón	5	1	Recorrido	15	1H	1					
							1	Limpieza	20	1H30	1					
1S-A		RED DESAGUE (ML.)	40	1	1	1	1	40	Tubería	40	1					
								2	Prueba	15	15	1				
		INODORO	4	1	1	1	Fluxometro	4	1	Rompevacio	20	1H	1			
									2	Diafragma	10	40	1			
		REGISTROS	2	1	1	1	Tapón	2	3	Ajuste	5	20	1			
									1	Recorrido	15	1H	1			
RED DESAGUE (ml.)	15	1	1	1	1	1	1	Limpieza	20	1H30	1					
							2	Prueba	30	15	1					

**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA**  
**RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA								
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.				
1S-A		LAVATORIO	10	1	Empaquetad.	10	1	Cambio	10	1H40	2				
				2	Abasto	10	1	Cambio	15	2H30	3				
				3	Trampa	10	1	Cambio	15	2H30	3				
1S-B		URINARIO	4	1	Fluxometro	4	1	Rompevacio	20	1H20	2				
				2	Diafragma	15	1	1H	1						
				3	Ajuste	5	1	20	1						
				2	Trampa	4	1	Cambiar	20	1H20	1				
		INODOROS	8	1	1	Fluxometro	8	1	Rompevacio	20	2H40	2			
								2	Diafragma	10	1	1H20	1		
		LAVATORIOS	12	1	1	Empaquetad.	12	1	Cambio	10	2H	2			
								2	Abasto	12	1	Cambio	15	3H	3
								3	Trampa	12	1	Cambio	15	3H	3
		DUCHAS	4	1	1	Canastilla	4	1	Limpieza	10	40	1			
2	Llaves							4	1	Ajuste	5	20	1		
URINARIOS	5	1	1	Fluxómetro	5	2	Cambiar	10	40	1					
						1	Rompevacios	20	1	1H40	1				
						2	Diafragma	15	1	1H15	1				
						3	Ajuste	5	1	25	1				
						1	Cambiar	20	1	1H40	1				
REGISTROS	2	1	1	Tapón	2	1	Recorrido	15	1H	1					
						1	Limpieza	20	1	1H30	1				
RED DESAGUE (ml.)	12	1	1	Tubería	12	1	Lavado	15	30	1					
						2	Prueba	30	1	15	1				
1		INODORO	5	1	Fluxometro	5	1	Rompevacio	20	1H20	1				
							2	Diafragma	10	1	50	1			
							3	Ajuste	5	1	25	1			
REGISTROS	6	1	1	Tapón	6	1	Recorrido	15	1H	1					
						1	Limpieza	20	1	1H30	1				
RED DESAGUE (ml.)	22	1	1	Tubería	22	1	Lavado	15	30	1					
						2	Prueba	30	1	15	1				

**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA					
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.	
1		LAVATORIO	7	1	Empaquetad.	7	1	Cambio	10	1H10	1	
				2	Abasto	7	1	Cambio	15	1H45	1	
				3	Trampa	7	1	Cambio	15	1H45	1	
		DUCHAS	2	1	Canastilla	2	1	Limpieza	10	20	1	
				2	LLaves	2	1	Ajuste	5	10	1	
				2		2	2	Cambiar	10	20	1	
		URINARIOS	2	1	1	Fluxometro	2	1	Rompevacio	20	40	1
								2	Diafragma	15	30	1
								3	Ajuste	5	10	1
2		INODORO	13	2	Trampa	2	1	Cambiar	20	40	1	
				1	Fluxometro	13	1	Rompevacio	20	4H20	1	
				2		2	Diafragma	10	2H10	1		
		LAVATORIO	13	1	Empaquetad.	13	1	Ajuste	5	1H15	1	
				2	Abasto	13	1	Cambio	10	2H10	1	
				3	Trampa	13	1	Cambio	15	3H15	1	
		REGISTROS	6	1	1	Tapón	6	1	Cambio	15	3H15	1
					1	Trampa	6	1	Recorrido	15	1H	1
					1	Tubería	6	1	Limpieza	20	1H30	1
3		RED DESAGUE (ml.)	22	1	Tubería	22	1	Lavado	15	30	1	
							2	Prueba	30	15	1	
							1	Rompevacio	20	3H20	1	
		INODORO	10	1	1	Fluxometro	10	2	Diafragma	10	1H40	1
								3	Ajuste	5	50	1
								1	Cambio	10	2H10	1
		LAVATORIO	13	1	1	Empaquetad.	13	1	Cambio	15	3H15	1
					2	Abasto	13	1	Cambio	15	3H15	1
					3	Trampa	13	1	Cambio	15	3H15	1
REGISTROS	6	1	1	Tapón	6	1	Recorrido	15	1H	1		
			1	Trampa	6	1	Limpieza	20	1H30	1		
			1	Tubería	6	1	Lavado	15	30	1		
RED DESAGUE (ml.)	22	1	1	Tubería	22	2	Prueba	30	15	1		

**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA							
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.			
3		DUCHAS	5	1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1			
				2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1			
				2			2	Cambiar	10	50	1			
4		URINARIOS	2	1	Fluxometro	2	1	Rompevacio	20	40	1			
				2			2	Diafragma	15	30	1			
				3			3	Ajuste	5	10	1			
		INODORO	17	2	Trampa	2	1	Cambiar	20	40	1			
				1	Fluxometro	17	1	Rompevacio	20	5H40	1			
				2			2	Diafragma	10	2H50	1			
		LAVATORIO	25		1	Empaquetad.	25	1	Ajuste	5	1H25	1		
					2	Abasto	25	1	Cambio	10	3H10	1		
					2			1	Cambio	15	6H15	1		
					3	Trampa	25	1	Cambio	15	6H15	1		
					DUCHAS	4	1	Canastilla	4	1	Limpieza	10	40	1
							2	LLaves	4	1	Ajuste	5	20	1
		URINARIOS	4		1	Fluxometro	4	2			10	40	1	
								1	Rompevacio	20	1H20	1		
								2	Diafragma	15	1H	1		
3	Ajuste							5	20	1				
2	Cambiar							20	1H20	1				
1	Recorrido							15	1H	1				
REGISTROS	6		1	Tapón	6	1	Trampa	6	1	Limpieza	20	1H30	1	
						1	Tubería	22	1	Lavado	15	30	1	
						2			2	Prueba	30	15	1	
						1	Fluxometro	10	1	Rompevacio	20	3H20	1	
						2			2	Diafragma	10	1H40	1	
						3	Ajuste	5	50	1				
5		REGISTROS	6	1	Tapón	6	1	Recorrido	15	1H	1			
							1	Limpieza	20	1H30	1			
							1	Tubería	22	1	Lavado	15	30	1
		RED DESAGUE (ml.)	22	1	Tubería	22	1	2	Prueba	30	15	1		
								1	Fluxometro	10	1	Rompevacio	20	3H20



**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA									
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.					
5		LAVATORIO	13	1	Empaquetad.	13	1	Cambio	10	2H10	1					
				2	Abasto	13	1	Cambio	15	3H15	1					
				3	Trampa	13	1	Cambio	15	3H15	1					
		DUCHAS	5	1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1					
				2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1					
		URINARIOS	2		2	1	Fluxometro	2	2	Cambiar	10	50	1			
									1	Rompevacio	20	40	1			
									2	Diafragma	15	30	1			
									3	Ajuste	5	10	1			
									1	Cambiar	20	40	1			
		6		INODORO	10	2	Trampa	2	1	Cambiar	20	40	1			
						1	Fluxometro	10	1	Rompevacio	20	3H20	1			
						2	Diafragma	10	1H40	1						
LAVATORIO	13				13	1	Empaquetad.	13	3	Ajuste	5	50	1			
									1	Cambio	10	2H10	1			
									2	Abasto	13	1	Cambio	15	3H15	1
									3	Trampa	13	1	Cambio	15	3H15	1
									1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1
DUCHAS	5				5	2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1			
									2	Cambiar	10	50	1			
URINARIOS	2				2	1	Fluxometro	2	1	Rompevacio	20	40	1			
									2	Diafragma	15	30	1			
									3	Ajuste	5	10	1			
		1	Cambiar						20	40	1					
		2	Tapón						6	1	Recorrido	15	1H	1		
REGISTROS	6		6	1	Trampa	6	1	Limpieza	20	1H30	1					
							1	Lavado	15	30	1					
RED DESAGUE (ml.)	22		22	1	Tubería	22	1	Prueba	30	15	1					
							2									

**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA								
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.				
7		INODORO	10	1	Fluxometro	10	1	Rompevacio	20	3H20	1				
							2	Diafragma	10	1H40	1				
							3	Ajuste	5	50	1				
		LAVATORIO	13	1	Empaquetad.	13	13	1	Cambio	10	2H10	1			
								2	Abasto	13	1	Cambio	15	3H15	1
								3	Trampa	13	1	Cambio	15	3H15	1
		DUCHAS	5	1	Canastilla	5	5	1	Limpieza	10	50	1			
								2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1
		URINARIOS	2	1	Fluxometro	2	2	2	Cambiar	10	50	1			
								1	Rompevacio	20	40	1			
								2	Diafragma	15	30	1			
		REGISTROS	6	1	Trampa	2	2	1	Cambiar	20	40	1			
								1	Tapón	6	1	Recorrido	15	1H	1
								1	Trampa	6	1	Limpieza	20	1H30	1
		RED DESAGUE (ml.)	22	1	Tubería	22	22	1	Lavado	15	30	1			
								2	Prueba	30	15	1			
		8		INODORO	10	1	Fluxometro	10	1	Rompevacio	20	3H20	1		
2	Diafragma								10	1H40	1				
3	Ajuste								5	50	1				
LAVATORIO	13			1	Empaquetad.	13	13	1	Cambio	10	2H10	1			
								2	Abasto	13	1	Cambio	15	3H15	1
								3	Trampa	13	1	Cambio	15	3H15	1
DUCHAS	5			1	Canastilla	5	5	1	Limpieza	10	50	1			
								2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1
REGISTROS	6			1	Tapón	6	6	1	Recorrido	15	1H	1			
								1	Trampa	6	1	Limpieza	20	1H30	1
								1	Tubería	22	1	Lavado	15	30	1
RED DESAGUE (ml.)	22	1	Tubería	22	22	2	Prueba	30	15	1					

**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - EDIFICIO LIMA  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA							
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.			
8		URINARIOS	2	1	Fluxometro	2	1	Rompevacio	20	40	1			
							2	Diafragma	15	30	1			
							3	Ajuste	5	10	1			
9		INODORO	10	2	Trampa	2	1	Cambiar	20	40	1			
							1	Fluxometro	10	1	Rompevacio	20	3H20	1
							2	Diafragma	10	1H40	1			
		LAVATORIO	13	1	Empaquetad.	13	3	1	Ajuste	5	50	1		
									1	Cambio	10	2H10	1	
									1	Cambio	15	3H15	1	
		DUCHAS	5	1	Canastilla	5	3	1	Cambio	15	3H15	1		
									1	Limpieza	10	50	1	
									2	Ajuste	5	25	1	
		URINARIOS	2	1	Fluxometro	2	2	1	Cambiar	10	50	1		
									1	Rompevacio	20	40	1	
									2	Diafragma	15	30	1	
		REGISTROS	6	2	Trampa	2	3	1	Ajuste	5	10	1		
									1	Cambiar	20	40	1	
									1	Recorrido	15	1H	1	
RED DESAGUE (ml.)	22	1	Trampa	6	1	1	Limpieza	20	1H30	1				
							1	Tubería	22	1	Lavado	15	30	1
											2	Prueba	30	15

**INVENTARIO DE UNIDADES EN MANTENIMIENTO - HOSPITAL REBAGLIATI  
RUTINAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

UNIDAD MANTENIDA				PARTE			RUTINA							
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.			
<b>Sot</b>		INODORO	27	1	Fluxometro	27	1	Rompevacio	20	3H	3			
							2	Diafragma	10	1H	3			
							3	Ajuste	5	1H30	2			
		LAVATORIO	46	1	Empaquetad.	46	46	1	Cambio	10	4H	3		
								2	Abasto	15	6H	3		
								3	Trampa	15	6H	3		
		DUCHAS	4	1	Canastilla	4	4	1	Limpieza	10	40	1		
								2	LLaves	5	20	1		
		URINARIOS	7	1	Fluxometro	7	7	2	Cambiar	10	40	1		
								1	Rompevacio	20	1H20	1		
								2	Diafragma	15	1H30	1		
		REGISTROS	32	1	Trampa	32	32	3	Ajuste	5	30	1		
								1	Cambiar	20	1H20	1		
								1	Recorrido	15	4H	3		
		RED DESAGUE (ml.)	98	1	Tubería	98	98	1	Limpieza	20	3H	3		
								2	Lavado	15	2H	1		
		CAJAS	22	1	Tapa	22	22	2	Prueba	30	2H	1		
								1	Recorrido	15	5H	2		
		<b>1A</b>		INODORO	5	1	Fluxometro	5	1	Limpieza	20	5H	2	
									2	Fondo	20	5H	2	
				LAVATORIO	14	1	Empaquetad.	14	14	1	Rompevacio	20	1H30	1
										2	Diafragma	10	50	1
										3	Ajuste	5	25	1
DUCHAS	2			1	Trampa	14	14	1	Cambio	10	2H10	1		
								2	Abasto	15	3H15	1		
						1	Cambio	15	3H15	1				
						3	Trampa	15	3H15	1				
						1	Limpieza	10	20	1				
						2	LLaves	5	10	1				
						2	Cambiar	10	20	1				

UNID				PARTE				RUTINA				
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.	
1A		URINARIOS	4	1	Fluxometro	4	1	Rompevacio	20	40	1	
		RED DESAGUE (ml.)	86	2	Trampa	4	2	Diafragma	15	1H	1	
				1	Tubería	86	3	Ajuste	5	20	1	
1B		REGISTROS	16	1	Tapón	16	1	Cambiar	20	1H20	1	
		INODORO	16	1	Fluxometro	16	1	Lavado	15	1H	1	
							2	Prueba	30	1H30	1	
							1	Recorrido	15	2H	3	
		LAVATORIO	31	1	Empaquetad.	31	31	1	Limpieza	20	2H	3
								2	Rompevacio	20	3H	3
								3	Diafragma	10	1H	3
		DUCHAS	1	1	Canastilla	1	1	1	Ajuste	5	1H30	2
								2	Cambio	10	3H	3
								1	Cambio	15	4H	3
		URINARIOS	2	1	Fluxometro	2	2	1	Cambio	15	4H	3
								1	Limpieza	10	10	1
1	Ajuste							5	5	1		
2	Cambiar							10	10	1		
1	Rompevacio							20	40	1		
2	Diafragma							15	30	1		
RED DESAGUE (ml.)	60	1	Trampa	2	2	3	Ajuste	5	10	1		
						1	Cambiar	20	40	1		
						1	Lavado	15	1H	1		
						2	Prueba	30	1H30	1		
						1	Recorrido	15	2H	3		
						1	Limpieza	20	2H	3		
1C		INODORO	7	1	Fluxometro	7	1	Rompevacio	20	1H20	1	
		LAVATORIO	22	1	Empaquetad.	22	2	Diafragma	10	30	2	
							3	Ajuste	5	35	1	
							1	Cambio	10	3H	3	
								2	Cambio	15	4H	3
3	Cambio							15	4H	3		



UNID				PARTE				RUTINA					
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.		
1C		DUCHAS	2	1	Canastilla	2	1	Limpieza	10	20	1		
				2	LLaves	2	1	Ajuste	5	10	1		
		URINARIOS	1	1	1	Fluxometro	2	2	Cambiar	10	20	1	
								1	Rompevacio	20	20	1	
								2	Diafragma	15	15	1	
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	2	1	Trampa	2	1	Ajuste	5	5	1
									1	Cambiar	20	20	1
									1	Lavado	15	1H	1
									2	Prueba	30	1H30	1
		REGISTROS	12	1	1	1	Tapón	12	1	Recorrido	15	2H	3
1	Trampa								12	1	Limpieza	20	2H
1G		URINARIOS	2	1	1	2	1	Fluxometro	2	20	20	1	
							2	Rompevacio	20	20	1		
		INODORO	10	1	2	1	Trampa	2	1	Diafragma	15	15	1
									1	Ajuste	5	5	1
									1	Cambiar	20	20	1
		LAVATORIO	41	1	1	1	Empaquetad.	41	1	Rompevacio	20	1H30	2
									2	Diafragma	10	50	2
									3	Ajuste	5	25	2
									1	Cambio	10	2H10	3
		RED DESAGUE (ml.)	48	1	2	1	Abasto	41	1	Cambio	15	3H15	3
3	Cambio								15	3H15	3		
1	Cambio								15	3H15	3		
REGISTROS	8	1	1	1	Trampa	8	1	Lavado	15	1H	1		
							2	Prueba	30	1H30	1		
1L-D		INODORO	4	1	1	1	1	Recorrido	15	1H	2		
							1	Limpieza	20	1H	2		
		LAVATORIO	13	1	1	1	Empaquetad.	13	1	Rompevacio	20	1H30	1
									2	Diafragma	10	50	1
									3	Ajuste	5	25	1
							1	Cambio	10	2H10	1		
							1	Cambio	15	3H15	1		
							1	Cambio	15	3H15	1		

UNID				PARTE				RUTINA					
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.		
1L-D		DUCHAS	4	1	Canastilla	4	1	Limpieza	10	40	1		
				2	LLaves	4	1	Ajuste	5	20	1		
2A		RED DESAGUE (ml.)	40	1	Tubería	40	1	Lavado	15	1H	1		
				2	Prueba	30	1H30	1					
		REGISTROS	6	1	1	Tapón	6	1	Recorrido	15	1H	2	
					1	Trampa	6	1	Limpieza	20	1H	2	
		LAVATORIO	41	1	1	Empaquetad.	41	1	Cambio	10	4H	3	
					2	Abasto	41	1	Cambio	15	6H	3	
					3	Trampa	41	1	Cambio	15	6H	3	
		DUCHAS	1	1	1	Canastilla	1	1	Limpieza	10	10	1	
					2	LLaves	1	1	Ajuste	5	5	1	
		INODORO	5	1	1	Fluxometro	5	2	Cambiar	10	10	1	
								1	Rompevacio	20	1H30	1	
								2	Diafragma	10	50	1	
2B		RED DESAGUE (ml.)	86	1	Tubería	86	3	Ajuste	5	25	1		
							1	Lavado	15	1H	1		
							2	Prueba	30	1H30	1		
		REGISTROS	16	1	1	Tapón	16	1	Recorrido	15	2H	3	
					1	Trampa	16	1	Limpieza	20	2H	3	
		INODORO	7	1	1	Fluxometro	7	1	Rompevacio	20	1H	2	
								2	Diafragma	10	1H	1	
								3	Ajuste	5	35	1	
		LAVATORIO	31	1	1	Empaquetad.	31	1	Cambio	10	3H	3	
					2	Abasto	31	1	Cambio	15	4H	3	
3	Trampa				31	1	Cambio	15	4H	3			
DUCHAS	5				1	1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1
						2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1
						2	Cambiar	10	50	1			

UNID				PARTE				RUTINA					
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.		
2B		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1		
		REGISTROS	14	1	Tapón	14	2	Prueba	30	1H30	1		
2C		INODORO	29	1	Fluxometro	29	1	Rompevacio	20	3H	3		
							2	Diafragma	10	1H30	3		
		LAVATORIO	37	1	Empaquetad	37	37	3	Ajuste	5	1H30	1	
								1	Cambio	10	3H	2	
								2	Abasto	15	4H	3	
		DUCHAS	27	1	Trampa	37	37	1	Cambio	15	4H	3	
								1	Canastilla	10	2H	2	
								2	LLaves	5	1H	2	
		URINARIOS	1	1	Fluxometro	1	1	2	Cambiar	10	2H	2	
								1	Rompevacio	20	20	1	
2	Diafragma							15	15	1			
3	Ajuste							5	5	1			
1	Cambiar							20	20	1			
2G		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1		
		REGISTROS	12	1	Tapón	12	2	Prueba	30	1H30	1		
		INODORO	12	1	Fluxometro	12	12	1	Recorrido	15	2H	3	
								1	Limpieza	20	2H	3	
		LAVATORIO	36	1	Empaquetad.	36	36	1	Rompevacio	20	3H	2	
								2	Diafragma	10	1H	2	
								3	Ajuste	5	1H	1	
									1	Cambio	10	3H	2
									1	Cambio	15	3H	3
									1	Cambio	15	3H	3

UNID				PARTE				RUTINA						
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.			
2G		DUCHAS	4	1	Canastilla	4	1	Limpieza	10	40	1			
				2	LLaves	4	1	Ajuste	5	20	1			
		URINARIOS	7	1	1	Fluxometro	7	2	Cambiar	10	40	1		
								1	Rompevacio	20	1H20	1		
								2	Diafragma	15	1H30	1		
								3	Ajuste	5	30	1		
								1	Cambiar	20	1H20	1		
								1	Lavado	15	1H	1		
		RED DESAGUE (ml.)	48	1	2	Trampa	7	1	Cambiar	20	1H20	1		
								1	Tubería	48	1	Lavado	15	1H
REGISTROS	8	1	1	Tapón	8	2	Prueba	30	1H30	1				
						1	Recorrido	15	1H	2				
2L-D		INODORO	5	1	Fluxometro	5	1	Limpieza	20	1H	2			
							1	Rompevacio	20	1H30	1			
		LAVATORIO	14	1	2	Empaquetad.	14	2	Diafragma	10	50	1		
								3	Ajuste	5	25	1		
								1	Cambio	10	2H10	1		
		DUCHAS	2	1	2	Abasto	14	1	Cambio	15	3H15	1		
								1	Cambio	15	3H15	1		
								1	Cambio	15	3H15	1		
		RED DESAGUE (ml.)	40	1	1	Trampa	14	1	Limpieza	10	20	1		
								2	Ajuste	5	10	1		
2	Cambiar							10	20	1				
1	Lavado							15	1H	1				
REGISTROS	6	1	1	Tubería	40	2	Prueba	30	1H30	1				
						1	Recorrido	15	1H	2				
3A		LAVATORIO	12	1	Tapón	6	1	Limpieza	20	1H	2			
							2	Empaquetad.	12	1	Cambio	10	2H	1
										1	Abasto	12	15	3H
		DUCHAS	2	1	3	Trampa	12	1	Cambio	15	3H	1		
								1	Canastilla	2	10	20	1	
								2	LLaves	2	1	Ajuste	5	10
						2	Cambiar	10	20	1				

UNID				PARTE				RUTINA						
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers			
3A		INODORO	24	1	Fluxometro	24	1	Rompevacio	20	2H	2			
							2	Diafragma	10	2H	1			
							3	Ajuste	5	1H	1			
		RED DESAGUE (ml.)	86	1	Tubería	86	1	Lavado	15	1H	1			
							2	Prueba	30	1H30	1			
							1	Recorrido	15	2H	3			
3B		LAVATORIO	4	1	Trampa	16	1	Limpieza	20	2H	3			
							1	Empaquetad	4	1	Cambio	10	40	1
							2	Abasto	4	1	Cambio	15	60	1
		DUCHAS	5	1	Trampa	4	1	Cambio	15	60	1			
							1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1
							2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1
		INODORO	12	1	Fluxometro	12	2	Cambiar	10	50	1			
							1	Rompevacio	20	2H	2			
							2	Diafragma	10	2H	1			
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	3	Ajuste	5	1H	1			
							1	Lavado	15	1H	1			
							2	Prueba	30	1H30	1			
3C		REGISTROS	14	1	Tapón	14	1	Recorrido	15	2H	3			
							1	Trampa	14	1	Limpieza	20	2H	3
							1	LAVATORIO	2	1	Empaquetad.	2	1	Cambio
		DUCHAS	5	1	Abasto	2	1	Cambio	15	30	1			
							3	Trampa	2	1	Cambio	15	30	1
							1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1
		INODORO	6	1	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1			
							2	Cambiar	10	50	1			
							1	Fluxometro	6	1	Rompevacio	20	1H	2
							2	Diafragma	10	1H	1			
							3	Ajuste	5	30	1			



Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.									
3C		URINARIOS	1	1	Fluxometro	1	1	Rompevacio	20	20	1									
							2	Diafragma	15	15	1									
							3	Ajuste	5	5	1									
4A		RED DESAGUE (ml.)	60	2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1									
				1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1									
		REGISTROS	12	1	Tapón	12	1	1	Recorrido	15	2H	3								
													Trampa	12	1	Limpieza	20	2H	3	
		INODORO	24	1	Fluxometro	24	1	1	Rompevacio	20	2H	2								
													2	Diafragma	10	2H	1			
																		3	Ajuste	5
		LAVATORIO	9	1	Empaquetad.	9	1	1	Cambio	10	1H30	1								
													2	Abasto	9	1	Cambio	15	45	2
													3	Trampa	9	1	Cambio	15	45	2
		DUCHAS	2	1	Canastilla	2	1	1	Limpieza	10	20	1								
													2	LLaves	2	1	Ajuste	5	10	1
2	Cambiar																			
4B		RED DESAGUE (ml.)	86	1	Tubería	86	1	Lavado	15	1H	1									
							2	Prueba	30	1H30	1									
		REGISTROS	16	1	Tapón	16	1	1	Recorrido	15	2H	3								
													Trampa	16	1	Limpieza	20	2H	3	
		INODORO	11	1	Fluxometro	11	1	1	Rompevacio	20	1H30	2								
													2	Diafragma	10	1H30	1			
3	Ajuste																	5	45	1
LAVATORIO	4	1	Empaquetad.	4	1	1	Cambio	10	40	1										
											2	Abasto	4	1	Cambio	15	1H	1		
											3	Trampa	4	1	Cambio	15	1H	1		
DUCHAS	4	1	Canastilla	4	1	1	Limpieza	10	40	1										
											2	LLaves	4	1	Ajuste	5	20	1		
																			2	Cambiar
RED DESAGUE (ml.)							1	Lavado	15	1H30	1									
							2	Prueba	30	1H	1									

Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.						
<b>4B</b>		REGISTROS	32	1	Tapón	32	1	Recorrido	15	4H	3						
					Trampa	32	1	Limpieza	20	3H	3						
<b>4C</b>		INODORO	8	1	Fluxometro	8	1	Rompevacio	20	3H	1						
							2	Diafragma	10	1H30	1						
							3	Ajuste	5	45	1						
					LAVATORIO	6	1	Empaquetad	6	1	Cambio	10	1H	1			
								Abasto	6	1	Cambio	15	1H30	1			
								Trampa	6	1	Cambio	15	1H	1			
					DUCHAS	10	1	Canastilla	10	1	Limpieza	10	1H40	1			
								2	LLaves	10	1	Ajuste	5	50	1		
					<b>5A</b>		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	2	Cambiar	10	1H40	1	
												1	Lavado	15	1H	1	
2	Prueba	30	1H30	1													
REGISTROS	12	1	Tapón	12								1	Recorrido	15	2H	3	
			Trampa	12								1	Limpieza	20	2H	3	
URINARIOS	1	1	Fluxometro	1								1	Rompevacio	20	20	1	
												2	Diafragma	15	15	1	
												3	Ajuste	5	5	1	
INODORO	18	1	2	Trampa								1	1	Cambiar	20	20	1
														Fluxometro	18	1	Rompevacio
					2	Diafragma	10	1H	3								
							3	Ajuste	5	1H30	1						
					LAVATORIO	17	1	Empaquetad	17	1	Cambio			10	1H30	2	
								2	Abasto	17	1			Cambio	15	1H30	3
3	Trampa	17	1	Cambio				15	1H30	3							
DUCHAS	5	1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1								
			2	LLaves	5	1	Ajuste	5	25	1							
RED DESAGUE (ml.)	86	1	2	Tubería	86	1	Cambiar	10	50	1							
						1	Lavado	15	1H	1							
REGISTROS	16	1	2	Tapón	16	1	Prueba	30	1H30	1							
						1	Recorrido	15	2H	3							
				Trampa	16	1	Limpieza	20	2H	3							

Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.					
5B		URINARIOS	1	1	Fluxometro	1	1	Rompevacio	20	20	1					
							2	Diafragma	15	15	1					
							3	Ajuste	5	5	1					
		INODORO	19	1	2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1				
									1	Fluxometro	19	1	Rompevacio	20	2H	3
									2	Diafragma	10	1H	3			
		LAVATORIO	16	1	2	Empaquetad	16	1	Ajuste	5	1H30	1				
									1	Abasto	16	1	Cambio	10	1H30	2
									1	Trampa	16	1	Cambio	15	1H30	3
		DUCHAS	3	1	3	Canastilla	3	1	Cambio	15	1H30	3				
									1	LLaves	3	1	Limpieza	10	30	1
									2	LLaves	3	1	Ajuste	5	15	1
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	2	Tubería	60	1	Cambiar	10	30	1				
									1	Lavado	15	1H	1			
									2	Prueba	30	1H30	1			
		REGISTROS	14	1	1	Tapón	14	1	Recorrido	15	2H	3				
									1	Trampa	14	1	Limpieza	20	2H	3
1	Fluxometro												16	1	Rompevacio	20
5C		INODORO	16	1	Fluxometro	16	2	Diafragma	10	50	3					
							3	Ajuste	5	25	3					
							1	Cambio	10	2H	1					
		LAVATORIO	11	1	2	Abasto	11	1	Cambio	15	3H	1				
									1	Trampa	11	1	Cambio	15	3H	1
									1	Canastilla	3	1	Limpieza	10	30	1
		DUCHAS	3	1	2	LLaves	3	1	Ajuste	5	15	1				
									2	Cambiar	10	30	1			
									1	Lavado	15	1H	1			
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	1	Tubería	60	1	Prueba	30	1H30	1				
									2	Prueba	30	1H30	1			
1	Tapón								12	1	Recorrido	15	2H	3		
REGISTROS	12	1	1	Trampa	12	1	Limpieza	20	2H	3						

Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.				
6A		URINARIOS	1	1	Fluxometro	1	1	Rompevacio	20	20	1				
							2	Diafragma	15	15	1				
							3	Ajuste	5	5	1				
		INODORO	14	1	2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1			
								1	Fluxometro	14	1	Rompevacio	20	1H30	2
								2	Diafragma	10	1H30	1			
		LAVATORIO	12	1	2	Empaquetad	12	1	Ajuste	5	1H	1			
								1	Cambio	10	1H	2			
								2	Abasto	12	1	Cambio	15	1H	3
		DUCHAS	2	1	3	Trampa	12	1	Cambio	15	1H	3			
								1	Canastilla	2	1	Limpieza	10	20	1
								2	LLaves	2	1	Ajuste	5	10	1
		RED DESAGUE (ml.)	86	1	2	Tubería	86	2	Cambiar	10	20	1			
								1	Lavado	15	1H	1			
								2	Prueba	30	1H30	1			
		REGISTROS	16	1	1	Tapón	16	1	Recorrido	15	2H	3			
								1	Trampa	16	1	Limpieza	20	2H	3
6B		URINARIOS	1	1	Fluxometro	1	1	Rompevacio	20	20	1				
							2	Diafragma	15	15	1				
							3	Ajuste	5	5	1				
		INODORO	21	1	2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1			
								1	Fluxometro	21	1	Rompevacio	20	1H40	2
								2	Diafragma	10	1H40	1			
		LAVATORIO	10	1	3	Empaquetad.	10	1	Ajuste	5	50	1			
								1	Cambio	10	1H30	1			
								1	Abasto	10	1	Cambio	15	1H	2
								1	Trampa	10	1	Cambio	15	1H	2

Piso				PARTE				RUTINA				
6B	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.	
6C		DUCHAS	4	1	Canastilla	4	1	Limpieza	10	40	1	
				2	LLaves	4	1	Ajuste	5	20	1	
							2	Cambiar	10	40	1	
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1	
		REGISTROS	14	1	Tapón	14	1	Prueba	30	1H30	1	
		URINARIOS	1	1	Trampa	14	1	Recorrido	15	2H	3	
						Fluxometro	1	1	Limpieza	20	2H	3
							1	1	Rompevacio	20	20	1
							2	2	Diafragma	15	15	1
					2	Trampa	1	3	Ajuste	5	5	1
		INODORO	19	1	1	Fluxometro	19	1	Cambiar	20	20	1
	7A							1	Rompevacio	20	2H	3
							2	Diafragma	10	1H	3	
							3	Ajuste	5	1H30	1	
		LAVATORIO	12	1	Empaquetad.	12	1	Cambio	10	1H	2	
					2	Abasto	12	1	Cambio	15	1H	3
					3	Trampa	12	1	Cambio	15	1H	3
		DUCHAS	3	1	Canastilla	3	1	Limpieza	10	30	1	
					2	LLaves	3	1	Ajuste	5	15	1
								2	Cambiar	10	30	1
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1
		REGISTROS	12	1	1	Tapón	12	2	Prueba	30	1H30	1
		URINARIOS	1	1	1	Trampa	12	1	Recorrido	15	2H	3
					Fluxometro	1	1	Limpieza	20	2H	3	
							1	Rompevacio	20	20	1	
							2	Diafragma	15	15	1	
				2	Trampa	1	3	Ajuste	5	5	1	
	INODORO	20	1	1	Fluxometro	20	1	Cambiar	20	20	1	
							1	Rompevacio	20	2H	3	
							2	Diafragma	10	1H	3	
							3	Ajuste	5	1H30	1	



Piso				PARTE				RUTINA				
7A	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers	
7A		LAVATORIO	9	1	Empaquetad.	9	1	Cambio	10	1H30	1	
				2	Abasto	9	1	Cambio	15	2H	1	
				3	Trampa	9	1	Cambio	15	2H	1	
		DUCHAS	7	1	Canastilla	7	1	Limpieza	10	1H10	1	
				2	LLaves	7	1	Ajuste	5	35	1	
							2	Cambiar	10	1H10	1	
	7B		RED DESAGUE (ml.)	86	1	Tubería	86	1	Lavado	15	1H	1
					2			2	Prueba	30	1H30	1
			REGISTROS	16	1	Tapón	16	1	Recorrido	15	2H	3
						Trampa	16	1	Limpieza	20	2H	3
		LAVATORIO	17	1	Empaquetad.	17	1	Cambio	10	1H30	2	
				2	Abasto	17	1	Cambio	15	1H30	3	
				3	Trampa	17	1	Cambio	15	1H30	3	
		DUCHAS	2	1	Canastilla	2	1	Limpieza	10	20	1	
				2	LLaves	2	1	Ajuste	5	10	1	
							2	Cambiar	10	20	1	
7C		INODORO	17	1	Fluxometro	17	1	Rompevacio	20	1H30	3	
							2	Diafragma	10	50	3	
							3	Ajuste	5	25	3	
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1	
				2			2	Prueba	30	1H30	1	
		REGISTROS	14	1	Tapón	14	1	Recorrido	15	2H	3	
				Trampa	14	1	Limpieza	20	2H	3		
LAVATORIO		19	1	Empaquetad.	19	1	Cambio	10	1H30	2		
			2	Abasto	19	1	Cambio	15	1H30	3		
			3	Trampa	19	1	Cambio	15	1H30	3		
DUCHAS	3	1	Canastilla	3	1	Limpieza	10	30	1			
		2	LLaves	3	1	Ajuste	5	15	1			
						2	Cambiar	10	30	1		

Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.	
<b>7C</b>		INODORO	15	1	Fluxometro	15	1	Rompevacio	20	2H	3	
							2	Diafragma	10	1H	3	
							3	Ajuste	5	1H30	1	
<b>8A</b>		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1	
							2	Prueba	30	1H30	1	
		REGISTROS	12	1	Tapón	12	12	1	Recorrido	15	2H	3
								1	Limpieza	20	2H	3
		INODORO	13	1	Fluxometro	13	13	1	Rompevacio	20	1H30	2
								2	Diafragma	10	1H30	1
								3	Ajuste	5	1H	1
		LAVATORIO	5	1	Empaquetad.	5	5	1	Cambio	10	50	1
								2	Abasto	15	1H15	1
								3	Trampa	15	1H15	1
DUCHAS	5	1	Canastilla	5	5	1	Limpieza	10	50	1		
						2	LLaves	5	25	1		
<b>8B</b>		RED DESAGUE (ml.)	86	1	Tubería	86	2	Cambiar	10	50	1	
							1	Lavado	15	1H	1	
		REGISTROS	16	1	Tapón	16	16	2	Prueba	30	1H30	1
								1	Recorrido	15	2H	3
		INODORO	10	1	Fluxometro	10	10	1	Limpieza	20	2H	3
								1	Rompevacio	20	1H10	2
2	Diafragma							10	1H10	1		
LAVATORIO	3	1	Empaquetad.	3	3	3	Ajuste	5	55	1		
						1	Cambio	10	30	1		
						2	Abasto	15	45	1		
RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	60	3	Cambio	15	45	1		
						1	Lavado	15	1H	1		
						2	Prueba	30	1H30	1		
REGISTROS	14	1	Tapón	14	14	1	Recorrido	15	2H	3		
						1	Limpieza	20	2H	3		
<b>8C</b>		INODORO	23	1	Fluxometro	23	1	Rompevacio	20	2H30	3	
							2	Diafragma	10	1H15	3	
							3	Ajuste	5	1H55	1	



Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.	
9C		LAVATORIO	3	1	Empaquetad.	3	1	Cambio	10	30	1	
				2	Abasto	3	1	Cambio	15	45	1	
				3	Trampa	3	1	Cambio	15	45	1	
		INODORO	16	1	Fluxometro	16	1	Rompevacio	20	1H50	3	
								2	Diafragma	10	1H	3
								3	Ajuste	5	1H30	2
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1	
								2	Prueba	30	1H30	1
		REGISTROS	12	1	Tapón	12	1	Recorrido	15	2H	3	
								1	Limpieza	20	2H	3
		INODORO	3	1	Fluxometro	3	1	Rompevacio	20	1H	1	
		10A							2	Diafragma	10	30
							3	Ajuste	5	15	1	
LAVATORIO	10			1	Empaquetad.	10	1	Cambio	10	50	2	
				2	Abasto	10	1	Cambio	15	1H15	2	
				3	Trampa	10	1	Cambio	15	1H15	2	
DUCHAS	6			1	Canastilla	6	1	Limpieza	10	1H	1	
				2	LLaves	6	1	Ajuste	5	30	1	
								2	Cambiar	10	1H	1
RED DESAGUE (ml.)	86			1	Tubería	86	1	Lavado	15	1H	1	
								2	Prueba	30	1H30	1
REGISTROS	16			1	Tapón	16	1	Recorrido	15	2H	3	
10B									1	Limpieza	20	2H
		INODORO	6	1	Fluxometro	6	1	Rompevacio	20	1H	2	
								2	Diafragma	10	1H	1
								3	Ajuste	5	30	1
		LAVATORIO	3	1	Empaquetad.	3	1	Cambio	10	30	1	
				2	Abasto	3	1	Cambio	15	45	1	
				3	Trampa	3	1	Cambio	15	45	1	
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1	
								2	Prueba	30	1H30	1
		REGISTROS	14	1	Tapón	14	1	Recorrido	15	2H	3	
								1	Limpieza	20	2H	3

Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.	
10C		INODORO	6	1	Fluxometro	6	1	Rompevacio	20	1H	2	
							2	Diafragma	10	1H	1	
							3	Ajuste	5	30	1	
		LAVATORIO	2	1	Empaquetad	2	2	1	Cambio	10	20	1
								2	Abasto	15	30	1
								3	Trampa	15	30	1
		DUCHAS	1	1	Canastilla	1	1	1	Limpieza	10	10	1
								2	LLaves	5	5	1
								2	Cambiar	10	10	1
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	60	1	Lavado	15	1H	1
								2	Prueba	30	1H30	1
								1	Recorrido	15	2H	3
REGISTROS	12	1	Tapón	12	12	1	Limpieza	20	2H	3		
						1	Trampa	12	2H	3		
						1	Fluxometro	11	1H10	2		
11A		INODORO	11	1	Fluxometro	11	1	Rompevacio	20	1H10	2	
							2	Diafragma	10	55	2	
							3	Ajuste	5	55	1	
		LAVATORIO	10	1	Empaquetad.	10	10	1	Cambio	10	50	2
								2	Abasto	15	1H15	2
								3	Trampa	15	1H15	2
		DUCHAS	6	1	Canastilla	6	6	1	Limpieza	10	1H	1
								2	LLaves	5	30	1
								2	Cambiar	10	1H	1
		RED DESAGUE (ml.)	86	1	Tubería	86	86	1	Lavado	15	1H	1
								2	Prueba	30	1H30	1
								1	Recorrido	15	2H	3
REGISTROS	16	1	Tapón	16	16	1	Limpieza	20	2H	3		
						1	Trampa	16	2H	3		
						1	Fluxometro	10	1H40	2		
11B		INODORO	10	1	Fluxometro	10	1	Rompevacio	20	1H40	2	
							2	Diafragma	10	50	2	
							3	Ajuste	5	50	1	
		LAVATORIO	7	1	Empaquetad	7	7	1	Cambio	10	1H10	1
								2	Abasto	15	1H45	1
								3	Trampa	15	1H45	1



Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.		
11C		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1		
		REGISTROS	14	1	Tapón	14	2	Prueba	30	1H30	1		
		DUCHAS	9	1	Trampa	14	1	Recorrido	15	2H	3		
					Canastilla	9	1	Limpieza	20	2H	3		
					LLaves	9	1	Limpieza	10	1H30	1		
		11C		URINARIOS	1	1	Fluxometro	1	2	Ajuste	5	45	1
2	Cambiar								10	1H30	1		
1	Rompevacio								20	20	1		
12A				INODORO	10	1	Fluxometro	10	2	Diafragma	15	15	1
									3	Ajuste	5	5	1
									1	Cambiar	20	20	1
		LAVATORIO	8	1	Empaquetad.	8	1	Rompevacio	20	1H10	2		
					2	Abasto	8	1	Diafragma	10	55	2	
					3	Trampa	8	1	Ajuste	5	55	1	
12A		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Cambio	10	1H20	1		
		REGISTROS	12	1	Tapón	12	2	Cambio	15	2H	1		
		INODORO	18	1	Trampa	12	1	Cambio	15	2H	1		
					Fluxometro	18	1	Lavado	15	1H	1		
					2	Prueba	30	1H30	1				
		LAVATORIO	12	1	Empaquetad.	12	1	Recorrido	15	2H	3		
					2	Abasto	12	1	Limpieza	20	2H	3	
					3	Trampa	12	1	Rompevacio	20	3H	2	
		DUCHAS	9	1	Canastilla	6	1	2	Diafragma	10	1H30	2	
					2	LLaves	6	1	Ajuste	5	45	2	
					1	Cambiar	10	1	Cambio	10	2H	1	
		RED DESAGUE (ml.)	86	1	Tubería	86	86	2	Cambio	15	3H	1	
1	Lavado							15	1H	1			
2	Prueba							30	1H30	1			

Piso				PARTE				RUTINA				
12A	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.	
12B		REGISTROS	32	1	Tapón	32	1	Recorrido	15	4H	3	
					Trampa	32	1	Limpieza	20	3H	3	
		INODORO	14	1	Fluxometro	14	1	Rompevacio	20	2H20	2	
							2	Diafragma	10	1H10	2	
							3	Ajuste	5	1H10	1	
		LAVATORIO	14	1	Empaquetad.	14	1	Cambio	10	2H	1	
					2	Abasto	14	1	Cambio	15	3H	1
					3	Trampa	14	1	Cambio	15	3H	1
		DUCHAS	6	1	Canastilla	6	1	Limpieza	10	1H	1	
					2	LLaves	6	1	Ajuste	5	30	1
12C							2	Cambiar	10	1H	1	
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1	
							2	Prueba	30	1H30	1	
		REGISTROS	14	1	Tapón	14	1	Recorrido	15	2H	3	
							1	Limpieza	20	2H	3	
		INODORO	25	1	Fluxometro	25	1	Rompevacio	20	3H	3	
							2	Diafragma	10	1H30	3	
							3	Ajuste	5	45	3	
		LAVATORIO	11	1	Empaquetad.	11	1	Cambio	10	2H	1	
					2	Abasto	11	1	Cambio	15	3H	1
13A							1	Cambio	15	3H	1	
							1	Cambio	15	3H	1	
		DUCHAS	5	1	Canastilla	5	1	Limpieza	10	50	1	
							2	Ajuste	5	25	1	
							2	Cambiar	10	50	1	
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1	
							2	Prueba	30	1H30	1	
		REGISTROS	12	1	Tapón	12	1	Recorrido	15	2H	3	
							1	Limpieza	20	2H	3	
		INODORO	20	1	Fluxometro	20	1	Rompevacio	20	3H20	2	
						2	Diafragma	10	1H40	2		
						3	Ajuste	5	50	2		

Piso				PARTE				RUTINA						
13A	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.			
13B	LAVATORIO		19	1	Empaquetad.	19	1	Cambio	10	1H40	2			
				2	Abasto	19	1	Cambio	15	2H30	2			
				3	Trampa	19	1	Cambio	15	2H30	2			
	DUCHAS		10	1	Canastilla	10	1	Limpieza	10	50	2			
				2	LLaves	10	1	Ajuste	5	25	2			
	URINARIOS		1	1	Fluxometro	1	2	Cambiar	10	50	2			
							1	Rompevacio	20	20	1			
							2	Diafragma	15	15	1			
	RED DESAGUE (ml.)		86	2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1			
							1	Tubería	86	1	Lavado	15	1H	1
							2	Prueba	30	1H30	1			
	REGISTROS		16	1	Tapón	16	1	Recorrido	15	2H	3			
							1	Trampa	16	1	Limpieza	20	2H	3
	URINARIOS		1	1	Fluxometro	1	1	Rompevacio	20	20	1			
							2	Diafragma	15	15	1			
							3	Ajuste	5	5	1			
	INODORO		16	2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1			
							1	Fluxometro	16	1	Rompevacio	20	1H50	3
							2	Diafragma	10	1H	2			
	LAVATORIO		10	3	Ajuste	5	1	1H	1					
							1	Cambio	10	1H40	1			
							1	Cambio	15	2H30	1			
	DUCHAS		6	1	Trampa	10	1	Cambio	15	2H30	1			
							1	Canastilla	6	1	Limpieza	10	1H	1
2							LLaves	6	1	Ajuste	5	30	1	
RED DESAGUE (ml.)		60	1	Tubería	60	2	Cambiar	10	1H	1				
						1	Lavado	15	1H	1				
						2	Prueba	30	1H30	1				
REGISTROS		14	1	Tapón	14	1	Recorrido	15	2H	3				
						1	Trampa	14	1	Limpieza	20	2H	3	

Piso				PARTE				RUTINA			
13C	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.
		URINARIOS	1	1	Fluxometro	1	1	Rompevacio	20	20	1
							2	Diafragma	15	15	1
13C	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.
Azot.				2	Trampa	1	1	Cambiar	20	20	1
		INODORO	18	1	Fluxometro	18	1	Rompevacio	20	3H20	2
							2	Diafragma	10	1H40	2
		LAVATORIO	24	1	Empaquetad.	24	1	Ajuste	5	50	2
				2	Abasto	24	1	Cambio	10	2H	2
				2	Abasto	24	1	Cambio	15	3H	2
				3	Trampa	24	1	Cambio	15	3H	2
		DUCHAS	13	1	Canastilla	13	1	Limpieza	10	2H10	1
				2	LLaves	13	1	Ajuste	5	1H10	1
							2	Cambiar	10	2H10	1
		RED DESAGUE (ml.)	60	1	Tubería	60	1	Lavado	15	1H	1
		REGISTROS	12	1	Tapón	12	1	Prueba	30	1H30	1
							1	Recorrido	15	2H	3
		TANQUE HIDRONEUM (Vol. = 85m.c.)	2	1	Trampa	12	1	Limpieza	20	2H	3
				2	Presostato	2	1	Protección	30	60	2
	Sót.-A						2	Calibración	10	20	2
		BOMBAS	5	1	Tanque	2	1	Purga	3H	6H	1
							2	Carga	1H	2H	1
			1	Impelente	5	1	Engrasado	20	1H20	1	
			2	Carcaza	5	1	Pintura	30	2H30	3	
			3	Radar	2	1	Engrasado	10	20	1	
						2	Calibrado	20	40	2	
						3	Protección	15	30	1	
	CISTERNA (V.=1000 m.c.)	1	1	Flotador	1	1	Engrasado	30	30	1	
						2	Nivelado	10	10	1	
			2	Tanque	1	1	Desinfección	6h	6H	3	

				PARTE				RUTINA			
Piso	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.
<b>Sót.-A</b>		RED DESAGUE (ml.)	32	1	Tubería	32	1 2	Lavado Prueba	15 30	1H 1H30	1 1
	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Nombre	Minutos	Total minutos	Pers.
<b>Sót.-A</b>				2	Fondo	8	1	Limpieza	20	15	1
		TRAMPAS DE SOLIDOS	1	1	Canastilla	1	1 2	Remosión Lavado	5 10	5 10	1 1
				2	Camara	2	1	Limpieza	20	20	1
		TRAMPA DE GRASA	1	1	Superficie	1	1	Limpieza	15	15	1
				2	Camara	2	1	Lavado	30	30	1



**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
EDIFICIO LIMA**

Unid. Manten.	Parte		Rutina					1er. mes				2do. mes				3er. mes				4to. mes				5to. mes				6to. mes										
	Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Sot3	Cisterna	1	Flotador	1	1	30	1	Trim																														
				1	2	10	1	Trim																														
		2	Tanque	1	1	6h	3	Sem.																														
		Pozo Séptico	1	Tanque	1	1	6h	3	Sem.																													
		Tanque Hidrone.	1	Presos.	2	1	60	2	Sem.						x																							
				2		20	1	Mes	x					x																								
				2	Tanque	2	1	30	1	Mes	x					x																						
			2		2	2	30	1	Mes	x					x																							
		Bombas	1	Impelen	5	1	20	1	Sem																													
				2	Carcaza	5	1	30	3	Sem																												
				3	Accion	2	1	30	3	Sem																												
					Encend		2	20	2	Sem																												
					Nivel		3	15	1	Sem																												
		Compres.	1	Cabeza	4	1	25	1	Sem																													
				2	Tuberia	4	1	20	1	Sem																												
		Lavatorio	1	Empaq.	2	1	10	1	Tri																													
				2	Abasto	2	1	15	1	Tri																												
				3	Trampa	2	1	15	1	Tri																												
		Inodoro	1	Abasto	3	1	15	1	Tri																													
				2	Fluxom.	3	1	10	1	Tri																												
							2	20	1	Tri																												
							3	15	1	Tri																												
		Duchas	1	Canast.	2	1	10	1	Tri																													
			2	Llaves	2	1	5	1	Tri																													
						2	10	1	Tri																													

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
EDIFICIO LIMA**

Unid. Manten.		Parte		Rutina					1er. mes				2do. mes				3er. mes				4to. mes				5to. mes				6to. mes							
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Sot3	Urinario	1	Fluxom.	1	1	20	2	Trim					x																							x
					2	15	1	Trim					x																			x				
					3	5	1	Trim.					x																			x				
		2	Trampa	1	1	20	1	Trim.					x															x								
Sot2	Inodoro	2	Fluxom.		1	20	3	Tri						x																		x				
					2	10	3	Tri						x																		x				
					3	5	1	Tri						x																		x				
	Lavatorio	1	Empaq.		1	10	3	Tri						x																		x				
			2		Abasto	1	15	3	Tri						x														x							
			3		Trampa	1	15	3	Tri						x														x							
	Duchas	1	Canast.		2	10	1	Tri						x																		x				
			2		Llaves	2	5	1	Tri						x																		x			
						2	10	1	Tri						x														x							
	Sot1	Inodoro	2	Fluxom.	8	1	20	2	Tri							x																	x			
						2	20	2	Tri								x																x			
						3	5	1	Tri								x																x			
Lavatorio		1	Empaq.		1	10	2	Tri							x																	x				
			2		Abasto	1	15	3	Tri							x													x							
			3		Trampa	1	15	3	Tri							x													x							
Duchas	1	Canast.		4	10	1	Tri							x																	x					
		2		Llaves	4	5	1	Tri							x																	x				
					2	10	1	Tri								x												x								

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
EDIFICIO LIMA**

Unid. Manten.		Parte		Rutina					1er. mes				2do. mes				3er. mes				4to. mes				5to. mes				6to. mes								
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Sot1	Urinario	1	Fluxom.	5	1	20	2	Trim							x																						
					2	15	1	Trim							x																						
					3	5	1	Trim.							x																						
		2	Trampa	5	1	20	1	Trim.							x																						
1	Inodoro	2	Fluxom.	5	1	10	1	Tri												x																	
					2	20	1	Tri																x													
					3	15	1	Tri																x													
	Lavatorio	1	Empaq.	7	1	10	1	Tri												x																	
		2	Abasto	7	1	15	1	Tri												x																	
		3	Trampa	7	1	15	1	Tri												x																	
	Duchas	1	Canast.	2	1	10	1	Tri												x																	
			2	Llaves	2	1	5	1	Tri												x																
							2	1	10	1	Tri												x														
	2	Urinario	1	Fluxom.	5	1	20	1	Trim												x																
						2	15	1	Trim																x												
						3	5	1	Trim.																x												
2		Trampa	5	1	20	1	Trim.												x																		
Inodoro		2	Fluxom.	4	1	10	1	Tri												x																	
					2	20	1	Tri																x													
	3				15	1	Tri																x														
Lavatorio	1	Empaq.		1	10	1	Tri												x																		
	2	Abasto		1	15	1	Tri												x																		
	3	Trampa		1	15	1	Tri												x																		
Duchas	1	Canast.																																			
																																					2

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
EDIFICIO LIMA**

Unid. Manten.		Parte		Rutina					1er. mes				2do. mes				3er. mes				4to. mes				5to. mes				6to. mes			
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Urinario	1	Fluxom.																													
		2	Trampa																													
3	Inodoro	2	Fluxom.		1	10	1	Tri								x																x
					2	20	1	Tri								x																x
					3	15	1	Tri								x																x
	Lavatorio	1	Empaq.		1	10	1	Tri								x																x
					2	15	1	Tri								x																x
					3	15	1	Tri								x																x
	Duchas	1	Canast.	5	1	10	1	Tri								x																x
				5	1	5	1	Tri								x																x
					2	10	1	Tri								x																x
	Urinario	1	Fluxom.	2	1	20	2	Trim								x																x
				2	15	1	Trim								x																x	
				3	5	1	Trim.								x																x	
2				1	20	1	Trim.								x																x	
4	Inodoro	2	Fluxom.		1	10	1	Tri												x												x
					2	20	1	Tri												x												x
					3	15	1	Tri												x												x
	Lavatorio	1	Empaq.		1	10	1	Tri												x												x
					2	15	1	Tri												x												x
					3	15	1	Tri												x												x
	Duchas	1	Canast.	4	1	10	1	Tri												x												x
				4	1	5	1	Tri												x												x
					2	10	1	Tri												x												x











**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**EDIFICIO LIMA**  
**RED DE DESAGUE**

Unid. Manten.		Parte		Rutina				1er. mes				2do. mes				3er. mes				4to. mes				5to. mes				6to. mes				
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sot3	Registros	1	Tapón	8	1	2h	1	Bim.	x								x								x							
		2	Trampa	8	1	2h40	1	Bim.	x								x								x							
	Red de Desagüe Cajas	1	Tubería	42	1	30	1	Bim.	x								x								x							
				2	15	1	Bim.	x								x								x								
		1	Tapa	6	1	1h30	1	Bim.	x								x								x							
		2	Fondo	6	1	2h	1	Bim.	x								x								x							
Sot2	Registros	1	Tapón	5	1	1h	1	Bim.					x								x								x			
		2	Trampa	5	1	1h30	1	Bim.					x								x								x			
	Red de Desagüe	1	Tubería	40	1	30	1	Bim.					x								x								x			
				2	15	1	Bim.					x								x								x				
Sot1	Registros	1	Tapón	4	1	2h	1	Bim.		x									x								x					
		2	Trampa	4	1	3h	1	Bim.		x									x								x					
	Red de Desagüe	1	Tubería	27	1	30	1	Bim.		x									x								x					
				2	15	1	Bim.		x									x				x				x						
1	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.						x						x								x				
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.						x						x								x				
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.						x						x								x				
				2	15	1	Bim.						x						x								x					
2	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.			x									x								x				
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.			x									x								x				
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.			x									x								x				
				2	15	1	Bim.			x									x								x					
3	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.							x					x								x				
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.							x					x								x				
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.							x					x								x				
				2	15	1	Bim.							x					x								x					

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**EDIFICIO LIMA**  
**RED DE DESAGUE**

Unid. Manten.		Parte		Rutina					1er. mes				2do. mes				3er. mes				4to. mes				5to. mes				6to. mes			
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.	x								x								x							
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.	x								x								x							
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.	x								x								x							
		2	Tubería	22	2	15	1	Bim.	x								x								x							
5	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.					x								x								x			
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.					x								x								x			
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.					x								x								x			
		2	Tubería	22	2	15	1	Bim.					x								x								x			
6	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.	x								x								x							
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.	x								x								x							
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.	x								x								x							
		2	Tubería	22	2	15	1	Bim.	x								x								x							
7	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.						x								x								x		
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.						x								x								x		
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.						x								x								x		
		2	Tubería	22	2	15	1	Bim.						x								x								x		
8	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.		x								x								x						
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.		x								x								x						
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.		x								x								x						
		2	Tubería	22	2	15	1	Bim.		x								x								x						
9	Registros	1	Tapón	6	1	1h	1	Bim.							x								x								x	
		2	Trampa	6	1	1h30	1	Bim.							x								x								x	
	Red de Desagüe	1	Tubería	22	1	30	1	Bim.							x								x								x	
		2	Tubería	22	2	15	1	Bim.							x								x								x	



**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.								
1B	INODORO	1	Fluxometro	16	1	3H	3	Trim.	x			x				
					2	1H	3	Trim.	x			x				
					3	1H30	2	Trim.	x			x				
	LAVATORIO	1	Empaqueta	31	1	3H	3	Trim.	x			x				
					2	Abasto	31	1	4H	3	Trim.	x			x	
					3	Trampa	31	1	4H	3	Trim.	x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	1	1	10	1	Trim.	x			x				
					2	LLaves	1	1	5	1	Trim.	x			x	
					2			2	10	1	Trim.	x			x	
	URINARIOS	1	Fluxometro	2	1	40	1	Trim.	x			x				
					2	30	1	Trim.	x			x				
					3	10	1	Trim.	x			x				
2					40	1	Trim.	x			x					
2					Trampa	2	1	40	1	Trim.	x			x		
1C	INODORO	1	Fluxometro	7	1	1H20	1	Trim.	x			x				
					2	30	2	Trim.	x			x				
					3	35	1	Trim.	x			x				
	LAVATORIO	1	Empaqueta	22	1	3H	3	Trim.	x			x				
					2	Abasto	22	1	4H	3	Trim.	x			x	
					3	Trampa	22	1	4H	3	Trim.	x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	2	1	20	1	Trim.	x			x				
					2	LLaves	2	1	10	1	Trim.	x			x	
					2			2	20	1	Trim.	x			x	
	URINARIOS	1	Fluxometro	2	1	20	1	Trim.	x			x				
					2	15	1	Trim.	x			x				
					3	5	1	Trim.	x			x				
2					20	1	Trim.	x			x					
2					Trampa	2	1	20	1	Trim.	x			x		



**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.								
1G	URINARIOS	1	Fluxometro	2	1	20	1	Trim.		x			x			
					2	15	1	Trim.		x			x			
					3	5	1	Trim.		x			x			
	INODORO	2	Trampa	2	1	20	1	Trim.		x			x			
					1	Fluxometro	10	1	1H30	2	Trim.		x			x
					2	50	2	Trim.		x			x			
	LAVATORIO	1	Empaqueta	41	1	2H10	3	Trim.		x			x			
					2	Abasto	41	1	3H15	3	Trim.		x			x
					3	Trampa	41	1	3H15	3	Trim.		x			x
1L-D	INODORO	1	Fluxometro	10	1	1H30	1	Trim.		x			x			
					2	50	1	Trim.		x			x			
					3	25	1	Trim.		x			x			
	LAVATORIO	1	Empaqueta	13	1	2H10	1	Trim.		x			x			
					2	Abasto	13	1	3H15	1	Trim.		x			x
					3	Trampa	13	1	3H15	1	Trim.		x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	4	1	40	1	Trim.		x			x			
					2	LLaves	4	1	20	1	Trim.		x			x
					2	40	1	Trim.		x			x			
2A	LAVATORIO	1	Empaqueta	41	1	4H	3	Trim.			x			x		
					2	Abasto	41	1	6H	3	Trim.			x		x
					3	Trampa	41	1	6H	3	Trim.			x		x
	DUCHAS	1	Canastilla	1	1	10	1	Trim.			x			x		
					2	LLaves	1	1	5	1	Trim.			x		x
	INODORO	1	Fluxometro	5	2	10	1	Trim.			x			x		
					1	1H30	1	Trim.			x				x	

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenido.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.								
					2	50	1	Trim.		x			x			
					3	25	1	Trim.		x			x			
2B	INODORO	1	Fluxometro	7	1	1H	2	Trim.		x			x			
					2	1H	1	Trim.		x			x			
					3	35	1	Trim.		x			x			
	LAVATORIO	1	Empaqueta	31	1	3H	3	Trim.		x			x			
					2	Abasto	31	1	4H	3	Trim.		x			x
					3	Trampa	31	1	4H	3	Trim.		x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	5	1	50	1	Trim.		x			x			
					2	LLaves	5	1	25	1	Trim.		x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	5	2	50	1	Trim.		x			x			
					1	50	1	Trim.		x			x			
					2	LLaves	5	1	25	1	Trim.		x			x
						2	50	1	Trim.		x			x		
2C	INODORO	1	Fluxometro	29	1	3H	3	Trim.		x			x			
					2	1H30	3	Trim.		x			x			
					3	1H30	1	Trim.		x			x			
	LAVATORIO	1	Empaqueta	37	1	3H	2	Trim.		x			x			
					2	Abasto	37	1	4H	3	Trim.		x			x
					3	Trampa	37	1	4H	3	Trim.		x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	27	1	2H	2	Trim.		x			x			
					2	LLaves	27	1	1H	2	Trim.		x			x
	URINARIOS	1	Fluxometro	1	2	2H	2	Trim.		x			x			
					1	20	1	Trim.		x			x			
					2	15	1	Trim.		x			x			
						3	5	1	Trim.		x			x		

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.								
		2	Trampa	1	1	20	1	Trim.			x			x		
2G	INODORO	1	Fluxometro	12	1	3H	2	Trim.			x			x		
					2	1H	2	Trim.			x			x		
					3	1H	1	Trim.			x			x		
	LAVATORIO	1	Empaqueta	36	1	3H	2	Trim.			x			x		
					2	Abasto	36	1	3H	3	Trim.			x		x
					3	Trampa	36	1	3H	3	Trim.			x		x
	DUCHAS	1	Canastilla	4	1	40	1	Trim.			x			x		
					2	LLaves	4	1	20	1	Trim.			x		x
	URINARIOS	1	Fluxometro	7	2	40	1	Trim.			x			x		
					1	1H20	1	Trim.			x			x		
2					1H30	1	Trim.			x			x			
3					30	1	Trim.			x			x			
		2	Trampa	7	1	1H20	1	Trim.			x		x			
2L-D	INODORO	1	Fluxometro	5	1	1H30	1	Trim.			x			x		
					2	50	1	Trim.			x			x		
					3	25	1	Trim.			x			x		
	LAVATORIO	1	Empaqueta	14	1	2H10	1	Trim.			x			x		
					2	Abasto	14	1	3H15	1	Trim.			x		x
					3	Trampa	14	1	3H15	1	Trim.			x		x
	DUCHAS	1	Canastilla	2	1	20	1	Trim.			x			x		
					2	LLaves	2	1	10	1	Trim.			x		x
							2	20	1	Trim.			x		x	
													x		x	
3A	LAVATORIO	1	Empaqueta	12	1	2H	1	Trim.			x			x		
					2	Abasto	12	1	3H	1	Trim.			x		x
					3	Trampa	12	1	3H	1	Trim.			x		x





**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenido.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.								
		2	Trampa	1	3 1	5 20	1 1	Trim. Trim.		x x			x x			
4A	INODORO	1	Fluxometro	24	1	2H	2	Trim.	x				x			
					2	2H	1	Trim.	x			x				
					3	1H	1	Trim.	x			x				
	LAVATORIO	1	Empaqueta	9	1	1H30	1	Trim.	x				x			
					2	Abasto	9	1	45	2	Trim.	x			x	
					3	Trampa	9	1	45	2	Trim.	x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	2	1	20	1	Trim.	x				x			
					2	LLaves	2	1	10	1	Trim.	x			x	
					2	20	1	Trim.	x			x				
4B	INODORO	1	Fluxometro	11	1	1H30	2	Trim.	x				x			
					2	1H30	1	Trim.	x			x				
					3	45	1	Trim.	x			x				
	LAVATORIO	1	Empaqueta	4	1	40	1	Trim.	x				x			
					2	Abasto	4	1	1H	1	Trim.	x			x	
					3	Trampa	4	1	1H	1	Trim.	x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	4	1	40	1	Trim.	x				x			
					2	LLaves	4	1	20	1	Trim.	x			x	
					2	40	1	Trim.	x			x				
4C	INODORO	1	Fluxometro	8	1	3H	1	Trim.	x				x			
					2	1H30	1	Trim.	x			x				
	LAVATORIO	1	Empaqueta	6	1	45	1	Trim.	x				x			
					2	Abasto	6	1	1H30	1	Trim.	x			x	
					3	Trampa	6	1	1H	1	Trim.	x			x	



**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.								
	DUCHAS	1	Canastilla	10	1	1H40	1	Trim.	x			x				
		2	LLaves	10	1	50	1	Trim.	x			x				
					2	1H40	1	Trim.	x			x				
5A	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.	x			x				
					2	15	1	Trim.								
					3	5	1	Trim.		x				x		
	INODORO	2	Trampa	1	1	20	1	Trim.		x				x		
					1	Fluxometro	18	1	2H	3	Trim.		x			x
								2	1H	3	Trim.		x			x
	LAVATORIO	1	Empaqueta	17	1	1H30	1	Trim.		x				x		
					2	Abasto	17	1	1H30	3	Trim.		x			x
					3	Trampa	17	1	1H30	3	Trim.		x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	5	1	50	1	Trim.		x				x		
					2	LLaves	5	1	25	1	Trim.		x			x
								2	50	1	Trim.		x			x
5B	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.			x			x		
					2	15	1	Trim.			x			x		
					3	5	1	Trim.			x			x		
	INODORO	2	Trampa	1	1	20	1	Trim.			x			x		
					1	Fluxometro	19	1	2H	3	Trim.			x		x
								2	1H	3	Trim.			x		x
	LAVATORIO	1	Empaqueta	16	1	1H30	1	Trim.			x			x		
					2	Abasto	16	1	1H30	3	Trim.			x		x
					3	Trampa	16	1	1H30	3	Trim.			x		x

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.						
	DUCHAS	1	Canastilla	3	1	30	1	Trim.		x			x	
		2	LLaves	3	1	15	1	Trim.		x			x	
					2	30	1	Trim.		x			x	
5C	INODORO	1	Fluxometro	16	1	1H30	3	Trim.		x			x	
					2	50	3	Trim.		x			x	
					3	25	3	Trim.		x			x	
	LAVATORIO	1	Empaqueta	11	1	2H	1	Trim.		x			x	
		2	Abasto	11	1	3H	1	Trim.		x			x	
		3	Trampa	11	1	3H	1	Trim.		x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	3	1	30	1	Trim.		x			x	
		2	LLaves	3	1	15	1	Trim.		x			x	
					2	30	1	Trim.		x			x	
6A	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.			x			x
					2	15	1	Trim.			x			x
					3	5	1	Trim.			x			x
		2	Trampa	1	1	20	1	Trim.			x			x
	INODORO	1	Fluxometro	14	1	1H30	2	Trim.			x			x
					2	1H30	1	Trim.			x			x
					3	1H	1	Trim.			x			x
	LAVATORIO	1	Empaqueta	12	1	1H	2	Trim.			x			x
		2	Abasto	12	1	1H	3	Trim.			x			x
		3	Trampa	12	1	1H	3	Trim.			x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	2	1	20	1	Trim.			x			x
		2	LLaves	2	1	10	1	Trim.			x			x
					2	20	1	Trim.			x			x
6B	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.			x			x

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Código	Nombre	Cant.	Código	Minutos	Pers.	Frec.								
	INODORO	2	Trampa	1	2	15	1	Trim.			x			x		
					3	5	1	Trim.			x			x		
					1	1	20	1	Trim.			x			x	
					1	1H40	2	Trim.			x			x		
					2	1H40	1	Trim.			x			x		
					3	50	1	Trim.			x			x		
	LAVATORIO	1	Empaqueta	10	1	1H30	1	Trim.			x			x		
					2	Abasto	10	1	1H	2	Trim.			x		x
					3	Trampa	10	1	1H	2	Trim.			x		x
	DUCHAS	1	Canastilla	4	1	40	1	Trim.			x			x		
					2	LLaves	4	1	20	1	Trim.			x		x
					2	LLaves	4	1	40	1	Trim.			x		x
6C	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.			x			x		
					2	15	1	Trim.			x			x		
					3	5	1	Trim.			x			x		
					2	20	1	Trim.			x			x		
					1	19	1	2H	3	Trim.			x		x	
					2	1H	3	Trim.			x			x		
	LAVATORIO	1	Empaqueta	12	1	1H30	1	Trim.			x			x		
					2	Abasto	12	1	1H	3	Trim.			x		x
					3	Trampa	12	1	1H	3	Trim.			x		x
	DUCHAS	1	Canastilla	3	1	30	1	Trim.			x			x		
					2	LLaves	3	1	15	1	Trim.			x		x
					2	LLaves	3	1	30	1	Trim.			x		x
7A	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.			x			x		

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes							
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.													
	INODORO	2	Trampa	1	2	15	1	Trim.			x			x							
					3	5	1	Trim.			x			x							
		1	Fluxometro	20	1	1	20	1	Trim.			x			x						
					1	2H	3	Trim.			x			x							
					2	1H	3	Trim.			x			x							
					3	1H30	1	Trim.			x			x							
	1	Empaquetada	9	1	1	1H30	1	Trim.			x			x							
				2	Abasto	9	1	2H	1	Trim.			x		x						
	DUCHAS	3	Trampa	9	1	2H	1	Trim.			x			x							
									1	Canastilla	7	1	1H10	1	Trim.			x		x	
		2	LLaves	7	1	35	1	Trim.			x			x							
									2	1H10	1	Trim.			x			x			
7B	LAVATORIO	1	Empaquetada	17	1	1H30	2	Trim.			x			x							
									2	Abasto	17	1	1H30	3	Trim.			x			x
																3	Trampa	17	1	1H30	3
	DUCHAS	1	Canastilla	2	1	20	1	Trim.			x			x							
									2	LLaves	2	1	10	1	Trim.			x			x
																INODORO	1	Fluxometro	17	1	1H30
	2	50	3	Trim.			x			x											
					3	25	3	Trim.			x			x							
	7C	LAVATORIO	1	Empaquetada	19	1	1H30	2	Trim.	x			x								
2										Abasto	19	1	1H30	3	Trim.	x			x		
																3	Trampa	19	1	1H30	3
DUCHAS		1	Canastilla	3	1	30	1	Trim.	x			x									
									2	LLaves	3	1	15	1	Trim.	x			x		

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenido.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.						
	INODORO	1	Fluxometro	15	2	30	1	Trim.	x			x		
					1	2H	3	Trim.	x			x		
					2	1H	3	Trim.	x			x		
					3	1H30	1	Trim.	x			x		
8A	INODORO	1	Fluxometro	13	1	1H30	2	Trim.	x			x		
					2	1H30	1	Trim.	x			x		
					3	1H	1	Trim.	x			x		
	LAVATORIO	1	Empaquetado	5	1	50	1	Trim.	x			x		
		2	Abasto	5	1	1H15	1	Trim.	x			x		
		3	Trampa	5	1	1H15	1	Trim.	x			x		
	DUCHAS	1	Canastilla	5	1	50	1	Trim.	x			x		
		2	LLaves	5	1	25	1	Trim.	x			x		
					2	50	1	Trim.	x			x		
8B	INODORO	1	Fluxometro	10	1	1H10	2	Trim.		x			x	
					2	1H10	1	Trim.		x			x	
					3	55	1	Trim.		x			x	
	LAVATORIO	1	Empaquetado	3	1	30	1	Trim.		x			x	
		2	Abasto	3	1	45	1	Trim.		x			x	
		3	Trampa	3	1	45	1	Trim.		x			x	
8C	INODORO	1	Fluxometro	23	1	2H30	3	Trim.		x			x	
					2	1H15	3	Trim.		x			x	
					3	1H55	1	Trim.		x			x	
	LAVATORIO	1	Empaquetado	8	1	1H20	1	Trim.		x			x	
		2	Abasto	8	1	2H	1	Trim.		x			x	
		3	Trampa	8	1	2H	1	Trim.		x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	4	1	40	1	Trim.		x			x	



**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenido.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes						
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.												
		2	LLaves	4	1	20	1	Trim.		x				x						
					2	40	1	Trim.		x				x						
9A	INODORO	1	Fluxometro	11	1	1H10	2	Trim.		x				x						
					2	55	2	Trim.		x			x							
					3	55	1	Trim.		x			x							
	LAVATORIO	1	Empaqueta	5	1	50	1	Trim.		x				x						
					2	Abasto	5	1	1H15	1	Trim.		x			x				
	DUCHAS	3	Trampa	5	1	1H15	1	Trim.		x				x						
									1	Canastilla	4	1	40	1	Trim.		x			x
																2	LLaves	4	1	20
					2	40	1	Trim.		x			x							
9B	INODORO	1	Fluxometro	8	1	1H20	2	Trim.		x				x						
					2	40	2	Trim.		x			x							
					3	40	1	Trim.		x			x							
	LAVATORIO	1	Empaqueta	4	1	40	1	Trim.		x				x						
					2	Abasto	4	1	1H	1	Trim.		x			x				
	DUCHAS	3	Trampa	4	1	1H	1	Trim.		x				x						
									1	Canastilla	4	1	40	1	Trim.		x			x
																2	LLaves	4	1	20
					2	40	1	Trim.		x			x							
9C	LAVATORIO	1	Empaqueta	3	1	30	1	Trim.		x				x						
					2	Abasto	3	1	45	1	Trim.		x			x				
					3	Trampa	3	1	45	1	Trim.		x			x				
	INODORO	1	Fluxometro	16	1	1H50	3	Trim.		x				x						
					2	1H	3	Trim.		x			x							
					3	1H30	2	Trim.		x			x							

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes			
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.									
10A	INODORO	1	Fluxometro	3	1	1H	1	Trim.									
					2	30	1	Trim.			x						
					3	15	1	Trim.			x						
	LAVATORIO	1	Empaquetar	10	1	50	2	Trim.									
					2	Abasto	10	1	1H15	2	Trim.						
					3	Trampa	10	1	1H15	2	Trim.						
	DUCHAS	1	Canastilla	6	1	1H	1	Trim.									
					2	LLaves	6	1	30	1	Trim.						
					2		6	1	1H	1	Trim.						
10B	INODORO	1	Fluxometro	6	1	1H	2	Trim.									
					2	1H	1	Trim.			x						
					3	30	1	Trim.			x						
	LAVATORIO	1	Empaquetar	3	1	30	1	Trim.									
					2	Abasto	3	1	45	1	Trim.						
					3	Trampa	3	1	45	1	Trim.						
	10C	INODORO	1	Fluxometro	6	1	1H	2	Trim.								
						2	1H	1	Trim.			x					
						3	30	1	Trim.			x					
LAVATORIO		1	Empaquetar	2	1	20	1	Trim.									
					2	Abasto	2	1	30	1	Trim.						
					3	Trampa	2	1	30	1	Trim.						
DUCHAS		1	Canastilla	1	1	10	1	Trim.									
					2	LLaves	1	1	5	1	Trim.						
					2		1	1	10	1	Trim.						
11A	INODORO	1	Fluxometro	11	1	1H10	2	Trim.									
					2	55	2	Trim.									

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.						
	LAVATORIO	1	Empaqueta	10	3	55	1	Trim.			x			x
		2	Abasto	10	1	50	2	Trim.			x			x
		3	Trampa	10	1	1H15	2	Trim.			x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	6	1	1H15	2	Trim.			x			x
		2	LLaves	6	1	1H	1	Trim.			x			x
					2	30	1	Trim.			x			x
					2	1H	1	Trim.			x			x
11B	INODORO	1	Fluxometro	10	1	1H40	2	Trim.			x			x
					2	50	2	Trim.			x			x
					3	50	1	Trim.			x			x
	LAVATORIO	1	Empaqueta	7	1	1H10	1	Trim.			x			x
		2	Abasto	7	1	1H45	1	Trim.			x			x
		3	Trampa	7	1	1H45	1	Trim.			x			x
11C	DUCHAS	1	Canastilla	9	1	1H30	1	Trim.	x			x		
		2	LLaves	9	1	45	1	Trim.	x			x		
					2	1H30	1	Trim.	x			x		
	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.	x			x		
					2	15	1	Trim.	x			x		
					3	5	1	Trim.	x			x		
		2	Trampa	1	1	20	1	Trim.	x			x		
	INODORO	1	Fluxometro	10	1	1H10	2	Trim.	x			x		
					2	55	2	Trim.	x			x		
					3	55	1	Trim.	x			x		
	LAVATORIO	1	Empaqueta	8	1	1H20	1	Trim.	x			x		
		2	Abasto	8	1	2H	1	Trim.	x			x		
		3	Trampa	8	1	2H	1	Trim.	x			x		

**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes		
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.								
12A	INODORO	1	Fluxometro	18	1	3H	2	Trim.	x			x				
					2	1H30	2	Trim.	x			x				
					3	45	2	Trim.	x			x				
	LAVATORIO	1	Empaquetar	12	1	2H	1	Trim.	x			x				
					2	Abasto	12	1	3H	1	Trim.	x			x	
					3	Trampa	12	1	3H	1	Trim.	x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	6	1	1H30	1	Trim.	x			x				
					2	LLaves	6	1	45	1	Trim.	x			x	
					2	LLaves	6	1	1H30	1	Trim.	x			x	
12B	INODORO	1	Fluxometro	14	1	2H20	2	Trim.	x			x				
					2	1H10	2	Trim.	x			x				
					3	1H10	1	Trim.	x			x				
	LAVATORIO	1	Empaquetar	14	1	2H	1	Trim.	x			x				
					2	Abasto	14	1	3H	1	Trim.	x			x	
					3	Trampa	14	1	3H	1	Trim.	x			x	
	DUCHAS	1	Canastilla	6	1	1H	1	Trim.	x			x				
					2	LLaves	6	1	30	1	Trim.	x			x	
					2	LLaves	6	1	1H	1	Trim.	x			x	
12C	INODORO	1	Fluxometro	25	1	3H	3	Trim.		x			x			
					2	1H30	3	Trim.		x			x			
					3	45	3	Trim.		x			x			
	LAVATORIO	1	Empaquetar	11	1	2H	1	Trim.		x			x			
					2	Abasto	11	1	3H	1	Trim.		x			x
					3	Trampa	11	1	3H	1	Trim.		x			x
	DUCHAS	1	Canastilla	5	1	50	1	Trim.		x			x			
					2	LLaves	5	1	25	1	Trim.		x			x



**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenid.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes			
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.									
					2	50	1	Trim.		x			x				
13A	INODORO	1	Fluxometro	20	1	3H20	2	Trim.									
					2	1H40	2	Trim.		x							
					3	50	2	Trim.									
	LAVATORIO	1	Empaquetar	19	1	1H40	2	Trim.									
					2	Abasto	19	1	2H30	2	Trim.		x				
					3	Trampa	19	1	2H30	2	Trim.		x				
	DUCHAS	1	Canastilla	10	1	50	2	Trim.									
					2	LLaves	10	1	25	2	Trim.		x				
	URINARIOS	1	Fluxometro	1	2	50	2	Trim.									
					1	20	1	Trim.		x							
2					15	1	Trim.										
3					5	1	Trim.										
2					Trampa	1	1	20	1	Trim.							
13B	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.									
					2	15	1	Trim.									
					3	5	1	Trim.									
	INODORO	2	Trampa	1	1	20	1	Trim.									
					1	Fluxometro	16	1	1H50	3	Trim.						
	LAVATORIO	1	Empaquetar	10	2	1H	2	Trim.									
					3	1H	1	Trim.									
					1	1H40	1	Trim.									
					2	Abasto	10	1	2H30	1	Trim.						
					3	Trampa	10	1	2H30	1	Trim.						
	DUCHAS	1	Canastilla	6	1	1H	1	Trim.									
					2	LLaves	6	1	30	1	Trim.						



**PROGRAMA SEMESTRAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
HOSPITAL REBAGLIATI**

Un. Mantenido.		Parte		Rutina					1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes	6to. mes			
Piso	Nombre	Codigo	Nombre	Cant.	Codigo	Minutos	Pers.	Frec.									
					2	1H	1	Trim.		x			x				
13C	URINARIOS	1	Fluxometro	1	1	20	1	Trim.		x			x				
					2	15	1	Trim.		x			x				
					3	5	1	Trim.		x			x				
	INODORO	2	Trampa	1	1	20	1	Trim.		x			x				
					1	Fluxometro	18	1	3H20	2	Trim.		x			x	
	LAVATORIO	1	Empaquetada	24	1	1H40	2	Trim.		x			x				
					3	50	2	Trim.		x			x				
					1	2H	2	Trim.		x			x				
	DUCHAS	2	Abasto	24	1	3H	2	Trim.		x			x				
					3	Trampa	24	1	3H	2	Trim.		x			x	
1					Canastilla	13	1	2H10	1	Trim.		x			x		
2					LLaves	13	1	1H10	1	Trim.		x			x		
					2	2H10	1	Trim.		x			x				
Azot.	TANQUE HIDRONEUM. (Vol. = 85m.c.)	1	Presostato	2	1	60	2	Sem.							x		
					2	20	2	Mes.		x		x		x		x	
		2	Tanque	2	1	6H	1	Mes.	x		x		x		x		
					2	2H	1	Mes.		x		x		x		x	
sot.A	BOMBAS	1	Impelente	5	1	1H20	1	Sem.							x		
					2	Carcaza	5	1	2H30	3	Sem.						x
					3	Radar	2	1	20	1	Sem.						x
					2	40	2	Sem.								x	
					3	30	1	Sem.								x	
	CISTERNA (V.=1000 m.c.)	1	Flotador	1	1	1	1	1	Trim.	x			x				
					2	10	1	Trim.	x			x					
					2	Tanque	1	1	6H	3	Sem.						x

***CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

## CONCLUSIONES

En algunas oportunidades, los programas de mantenimiento preventivo han fracasado, no porque carezcan de valor, sino porque no se le dió la debida importancia. Es por esta razón que recomendamos que la Gerencia del IPSS apoye en todos los aspectos el desarrollo del presente programa.

La logística por parte del IPSS, jugará un papel preponderante para la ejecución normal del programa, motivo por el cual recomendamos un apoyo logístico rápido, de buena calidad de materiales y de fácil reposición de stocks en almacén.

Que las actividades de mantenimiento correctivo a cargo de terceros, se realicen en forma eficiente, rápida y con parámetros establecidos para la conformidad del servicio. Igualmente estas deberán ser estrechamente coordinadas entre los terceros, ~~wazzo~~ los niveles de supervisión y los servicios rutinarios de mantenimiento preventivo.

En el Hospital Edgardo Rebagliati M., existe un departamento de mantenimiento que está dividido por especialidades, teniendo partes y equipos de instalaciones sanitarias que están bajo la supervisión y responsabilidad del área electromecánica; lo cual indica que no todos los equipos considerados sanitarios son mantenidos por el área materia de nuestra especialidad, como es el caso de los ablandadores, calentadores, desionizadores, etc.

### RECOMENDACIONES:

Es importante resaltar que el presente plan de mantenimiento preventivo solo está orientado a las edificaciones materia del informe.

No existen dos edificaciones iguales, por lo tanto no pueden existir dos planes de mantenimiento iguales. Para poder ser iguales, no basta que tengan la misma estructura, apariencia y edad, sino que sus componentes, como partes a mantener sean las mismas con sus mismas características de funcionamiento e historia de mantenimiento; lo cual encontrar tal similitud es prácticamente imposible.

Se recomienda a las demás instituciones que tengan edificaciones de las características mostradas, o aún por mas pequeñas que sean, que cuenten con un departamento de mantenimiento; exijan a éste la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, capaz de reducir los costos de operación a mediano plazo y así con la diferencia de gasto poder repotenciar sus instalaciones.

Recomendamos además, tratar de preparar en forma cíclica los programas de mantenimiento preventivo ya sea en forma semestral o anual, según la embergadura de la edificación.

En hospitales, tener especial cuidado en identificar las partes a mantener, considerando que el departamento de mantenimiento está dividido por especialidades, lo que indica que cada parte a mantener está bajo la responsabilidad de una sola especialidad.

***BIBLIOGRAFIA***



BIBLIOGRAFIA.-

- L.C. Morrow. Manual de Mantenimiento Industrial. Tomos 1 y 2. Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V., Mexico 1985.
- Fire Protection Handbook. 12th edición. Publicación Anual 1986.
- NFPA Inspection Manual, 2nd. edición. Publicacion anual 1987.
- Inventario Físico de Activos. Gerencia de Logistica. Instituto Peruano de Seguridad Social. 1995.
- Inventario físico de unidades sanitarias del Hospital Rebagliati. Departamento de Mantenimiento. 1995.
- Adams, B.A., and Holmes, E.L., "Poder absorbente de las zeolitas sintéticas", *J. Soc. Chem, Inc.*, 54, 2, (1935).
- Manual de Mantenimiento Preventivo para el Edificio Lima del IPSS. Grupo ATP. 1995.