

CAPÍTULO 16. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. ALCANCE	1
3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1
3.1. DISEÑO	1
3.2. DOCUMENTACIÓN DE LICITACIÓN	2
3.3. MANUALES	3
3.4. PLANOS CONFORME A OBRA.....	3
4. MANUAL DE OPERACIÓN Y CONTROL.....	4
4.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS.....	4
4.2. CONTENIDO.....	4
4.3. USUARIOS DEL MANUAL	6
4.4. REDACCIÓN	6
4.5. ESTRUCTURA DEL MANUAL	6
4.5.1. <i>Introducción.....</i>	6
4.5.2. <i>Autorizaciones y Normas</i>	7
4.5.3. <i>Descripción, Operación y Control de Cada una de las Instalaciones</i>	7
4.5.4. <i>Operación y Control de la Planta Potabilizadora.....</i>	8
4.5.5. <i>Personal</i>	9
4.5.6. <i>Pruebas de Laboratorio</i>	9
4.5.7. <i>Registros e Informes.....</i>	10
4.5.8. <i>Operaciones en Situaciones de Emergencia</i>	10
4.5.9. <i>Servicios</i>	12
4.5.10. <i>Sistema Eléctrico y de Control</i>	12
4.5.11. <i>Apéndices</i>	13
5. MANUAL DE MANTENIMIENTO	14

5.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS	14
5.2. USUARIOS DEL MANUAL.....	15
5.3. REDACCIÓN	15
5.4. CONTENIDO	15
5.5. ESTRUCTURA DEL MANUAL	16
5.5.1. Plan de Mantenimiento Preventivo	17
5.6. PERSONAL	19
5.7. HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y ELEMENTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO	19
5.8. TALLER	19
5.9. CONTRATOS	20
5.10. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL PROGRAMA	21
5.11. INFORME DE MANTENIMIENTO	21
5.12. ESTADÍSTICAS	21
5.13. ARCHIVOS	22
5.14. SISTEMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADORA.....	22

1. OBJETO

El objeto de estas normas es fijar los requerimientos mínimos que deben contener el manual de operación y control y el manual de mantenimiento para tender a un correcto funcionamiento de los sistemas y una adecuada conservación de las instalaciones y equipos.

2. ALCANCE

Estas disposiciones son aplicables a sistemas de agua potable en general, obras de toma, plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, impulsiones, redes y obras auxiliares y comprenden recomendaciones para el diseño y la documentación de licitación y recomendaciones para la elaboración por el proyectista de borradores del Manual de Operación y Control y del Manual de Mantenimiento de todas las instalaciones.

En estas normas, se ha desarrollado la estructura general básica, para el manual de operación y el manual de mantenimiento, sin particularizar el tipo de instalación o proceso, considerando que es similar para todas las unidades.

3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

3.1. DISEÑO

El proyectista debe tomar en cuenta, en la ejecución del proyecto, todos aquellos aspectos que faciliten la operación y mantenimiento.

a) En redes distribuidoras, se atienden, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Establecer en los pliegos de licitación la obligación del Contratista de entregar planos de detalle, indicando el trazado real de las cañerías y su distancia a la línea municipal o ejes de calles, material, diámetro, tapada, ubicación de válvulas, hidrantes y válvulas de aire y cámaras de desagüe, etc. y toda otra documentación, información y forma de soporte coherente con el sistema de catastro de redes previsto.
- Definir el equipamiento mínimo necesario para el mantenimiento de las redes distribuidoras. Este equipamiento debe encontrarse disponible para el momento de la habilitación de la obra.

b) En estaciones de bombeo y plantas potabilizadoras, se atienden, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Espacio suficiente para ingresar los equipos en los locales, montarlos y desmontarlos (aberturas en paredes, pisos y techos, dimensiones en planta y altura de los locales, etc.), distancia de los equipos a los muros y/u obstáculos más próximos.
- Acceso cómodo y seguro a los lugares donde se encuentran ubicados equipos, válvulas, instrumentos, etc.
- Iluminación adecuada y segura en los lugares de trabajo.
- Verificación de las condiciones de armado y desarmado de cañerías, válvulas y equipos, necesidad de juntas de desarme. Espacio entre piezas y de éstas a la pared más cercana para ubicar las herramientas necesarias y los operarios.
- Diseño y ventilación adecuada de salas de cloración.
- Condiciones de higiene y seguridad industrial acorde con las tareas que debe desarrollar el personal. Revestimientos antideslizantes en escaleras y veredas perimetrales de unidades bajo nivel, ventilación forzada en locales de cloración, cañerías y obstáculos ubicados por arriba de 2,00 m respecto del nivel de piso, cubiertas para bombas.
- En las Estaciones de Bombeo, equipos de bombeo de reserva, listos para funcionar en caso de fallas o mantenimiento.
- En el pliego de condiciones prever los repuestos para cada equipo electromecánico, para un período mínimo a establecer con el Operador, pero que en general no es inferior a dos años.

3.2. DOCUMENTACIÓN DE LICITACIÓN

Además de los aspectos inherentes al proyecto en sí mismo, el proyectista debe establecer en la documentación de licitación, la obligación de la confección y entrega, por parte del Contratista, de la siguientes documentación:

- Memorias descriptivas.
- Memorias de cálculos.
- Planos generales y de detalle de obras civiles e instalaciones electromecánicas, conforme a lo realmente ejecutado, en archivo magnético (tipo GIS última versión).
- Planos generales y de detalle, con corte y despieces, de los equipos electromecánicos, necesarios para la adecuada adquisición de partes de repuesto.
- Manuales y folletos de equipos electromecánicos tipo.
- Listado de requisitos suministrados.

3.3. MANUALES

El proyectista debe asimismo preparar la documentación técnica, necesaria, elaborar los borradores preliminares y establecer en la documentación la obligación de la confección definitiva y entrega por parte del Contratista, en forma separada, de los siguientes manuales:

- Manual de Operación y Control del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en general y de cada uno de sus componentes en particular.
- Manual de Mantenimiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en general y de cada uno de sus componentes en particular.

El nivel de la documentación a elaborar por el proyectista es fijar las pautas principales de operación del sistema y las pautas generales del mantenimiento que deben incluirse en estos manuales, para que el ejecutor de las obras desarrolle los temas profundamente, de acuerdo con los procesos garantizados, con la adopción de sistemas tradicionales o con licencias vigentes, y con las características técnicas y datos garantizados del equipamiento electromecánico instalado.

Las versiones corregidas del Manual de Operación y Control y del Manual de Mantenimiento deben ser entregadas por el Contratista antes de la recepción definitiva. La documentación de licitación debe especificar que, sin la aprobación de dichos manuales por parte de la Inspección de Obra, no se procede a la recepción definitiva de la obra.

3.4. PLANOS CONFORME A OBRA

- 1) Los planos conforme a obra se recomienda que se realicen en film de poliéster u otro material duradero, apto para copiado heliográfico y en archivos magnéticos. La documentación de licitación especifica la cantidad de copias en papel de los mismos que debe presentar el Contratista.
- 2) La documentación de licitación establece la obligación para el Contratista de entregar copias preliminares de los planos conforme a obra, antes de la recepción provisional, procediéndose a su verificación y ajuste durante el período de garantía.
- 3) Deben asimismo entregarse los planos conforme a obra en archivos magnéticos en GIS, última versión.

4. MANUAL DE OPERACIÓN Y CONTROL

El manual de operación y control debe permitir a los encargados de la operación disponer de una guía ordenada que les permita conocer, qué deben hacer, cómo deben hacerlo y cuándo deben hacerlo, a fin de que:

- Las instalaciones y equipos se operen adecuadamente.
- Se obtengan los resultados previstos.
- Se reduzca al mínimo el deterioro de los sistemas y equipos.

4.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

El manual debe considerarse como un conjunto de descripciones e instrucciones, elaborado para exponer en forma adecuada todos los detalles y rutinas que se requieren para la debida operación y el control de las instalaciones y equipos de la planta.

Sus objetivos principales son los siguientes:

- Dar al personal que interviene un conocimiento básico adecuado sobre las instalaciones y equipos que la constituyen y sobre los procesos que se desarrollan, y las alternativas de funcionamiento previstas.
- Normatizar la operación y el control.
- Disponer de una recopilación ordenada y sistemática de los datos referentes a todas las instalaciones del sistema de agua potable, que sirva de base para garantizar el funcionamiento adecuado de las mismas, de acuerdo con la capacidad y condiciones de su diseño.

4.2. CONTENIDO

El contenido de los manuales de operación y control, debe ser estructurado conforme a un modelo general adoptado por la empresa, dividido en:

- Aspectos generales.
- Procedimientos.
- Glosario.
- Apéndices.

Los **aspectos generales** deben incluir, una introducción, datos generales, objetivo, alcance, datos técnicos con la información básica del sistema y la descripción de sus diversas instalaciones, organización, con la estructura orgánica del sector, su competencia y relaciones.

Los **procedimientos** deben incluir los nombres y el código del procedimiento, el objetivo, las normas básicas que lo regulan, los requisitos que deben cumplir, la descripción en forma secuencial y detallada de cada una de las etapas y pasos a seguir, indicando los elementos que intervienen, la forma de ejecutar las operaciones, el momento de hacerlas, los registros, etc.

En estos procedimientos deben contemplarse aspectos como:

- Las actividades previas (o de preparación).
- La puesta en marcha de los sistemas y los equipos en particular.
- La operación normal y su control.
- La operación para suspender el funcionamiento.
- Las emergencias.

Deben contener instrucciones especiales sobre aspectos como: el manejo de materiales, los casos de accidentes, etc. Además, deben incluirse gráficos que muestren la secuencia de cada procedimiento y los formularios que se empleen.

Los **apéndices** deben incluir los textos técnicos relativos a las operaciones descritas, que se consideren necesarios para el desarrollo adecuado de los procedimientos.

Los manuales de operación y control deben:

- 1). Ser elaborados en base al borrador y a las instrucciones del proyectista por personal que conozca suficientemente el tipo de unidades y tenga experiencia en la operación de las mismas o de instalaciones similares.
- 2). Estar escritos en un lenguaje simple al alcance del personal que vaya a utilizarlos, teniendo en cuenta su preparación.
- 3). Emplear la mayor cantidad posible de esquemas y dibujos que faciliten el conocimiento rápido de las descripciones y procedimientos incluidos.
- 4). Contener todas las descripciones y todos los procedimientos necesarios para la adecuada operación de las instalaciones y equipos.
- 5). Elaborarse con la flexibilidad necesaria para incorporarle oportunamente las variaciones que se requieran como consecuencia de las modificaciones que se hagan a las instalaciones y equipos.

Por otra parte, una vez elaborado el manual, es necesario:

- Distribuirlo oportunamente entre el personal que deba hacer uso del mismo.
- Instruir a los usuarios sobre su contenido y la forma de utilizarlo.
- Evaluarlo.
- Revisarlo y adaptarlo oportunamente a las nuevas modalidades.
- Confrontar periódicamente su disponibilidad y empleo por parte del personal.

4.3. USUARIOS DEL MANUAL

El manual de operación debería distribuirse a todo el personal que interviene en el desarrollo de sus procesos. Concretamente ellos son:

- Los operadores, responsables de la ejecución de las actividades correspondientes.
- Los ayudantes del operador que colaboran con él en esas actividades.
- El personal de laboratorio que tiene a su cargo el control de calidad de los procesos.
- El ingeniero de operación que supervisa y coordina las labores.

4.4. REDACCIÓN

El lenguaje utilizado en su redacción deber ser simple y claro, con un estilo y una terminología al alcance de los operadores y de sus ayudantes para quienes va dirigido en primer término y quienes le dan el mayor empleo.

4.5. ESTRUCTURA DEL MANUAL

El manual debe contener, como mínimo los siguientes capítulos o apartados:

4.5.1. Introducción

- Índice del manual.
- Guía para su empleo.
- Responsabilidades de operación y de dirección.
- Descripción de las instalaciones.
- Requisitos del tratamiento, descripción de los procesos de la planta potabilizadora y esquemas de flujo (cuando corresponda).

Las principales consideraciones sobre estos ítems son:

Índice: Debe permitir a los operadores una consulta rápida y eficiente.

Guía: Debe explicar la organización del manual y sus objetivos.

Responsabilidades: Se debe definir claramente las funciones y responsabilidades del personal directivo y del personal de operación.

Tipo de tratamiento: Se debe indicar en forma general el tipo de tratamiento y sus condiciones de diseño.

Requisitos: Se debe indicar las condiciones que debe cumplir la calidad del agua tratada.

Descripción y esquemas de flujo de los procesos de tratamiento: La descripción del proceso debe ser solamente de tipo general. Los detalles de las diferentes unidades se deben incluir en las secciones correspondientes. Su extensión no debe ser mayor de dos páginas. El esquema general de flujo debe indicar las diferentes unidades, su nombre, sus interconexiones y sentidos de flujo y las alternativas de operación posibles.

4.5.2. Autorizaciones y Normas

- Autorización para los usos del agua.
- Procedimientos autorizados para disponer los desagües de las unidades.
- Normas de calidad del agua producida.

Las principales consideraciones sobre estos aspectos son:

Autorización para el uso del agua: Debe indicarse el número o la referencia correspondientes a la disposición específica de las instituciones responsables, por la cual se autorizó el uso del agua que se va a tratar, el volumen permitido, las restricciones impuestas e incluso las referencias sobre normas legales de tipo general y sanitarias para los ribereños y usuarios. La copia de las disposiciones correspondientes debe incluirse en los apéndices al final del manual.

Procedimientos para desagües: se indican las condiciones establecidas en las disposiciones gubernamentales, específicas o de tipo general, para arrojar el agua proveniente de los desagües de la planta potabilizadora y de la limpieza de cañerías. Debe incluirse indicaciones sobre las autoridades a las cuales hay que dar aviso en caso de una falla en el procedimiento.

Normas de calidad del agua: Deben incluirse las normas vigentes sobre calidad del agua de bebida y las normas adoptadas por la empresa.

4.5.3. Descripción, Operación y Control de Cada una de las Instalaciones

Para cada instalación debe incluirse:

- Descripción de la instalación.
- Descripción del proceso (cuando se trate de una instalación de la planta potabilizadora).
- Relaciones con las instalaciones adyacentes.
- Operación y control.
- Componentes principales.
- Problemas más comunes.

- Controles de laboratorio (cuando corresponda).
- Puesta en marcha.

Operaciones específicas:

- Operación normal.
- Operación alternativa.
- Operaciones de emergencia y dispositivos de seguridad.

4.5.4. Operación y Control de la Planta Potabilizadora

En el caso de procesos de una planta potabilizadora, la descripción y los detalles de cada unidad de proceso debe referirse por separado. En este caso, los aspectos que deben contemplarse son:

Descripción: Deben describirse las unidades principales y el proceso correspondiente en forma breve y clara, incluyendo esquemas. Debe indicarse el flujo del agua a través de ellas y la eficiencia del proceso previsto.

Relaciones con unidades adyacentes: Debe indicarse la función de las unidades adyacentes (anterior y posterior) del proceso que se describe, incluyendo el tipo de aquellas y la relación con la unidad descripta.

Operación y control: Con el fin de comparar el proceso con otros diferentes que desarrollen la misma función, deben indicarse las relaciones que tenga éste con los convencionales.

Los controles deben definirse y describirse las técnicas para el método de control de cada una de las unidades de proceso.

Componentes principales: Deben describirse los principales componentes y equipos que intervienen en el proceso y la forma como se combinan para obtener el resultado.

Problemas: Debe incluirse un listado de los problemas que se presentan más frecuentemente con las unidades y con el proceso. Debe realizarse un análisis de estos problemas e indicar sus causas y los métodos y formas para prevenirlos.

Controles de laboratorio: Se deben incluir un listado de las pruebas de laboratorio que deben hacerse para evaluar y controlar la eficiencia del proceso. Además, deben incluirse los rangos dentro de los cuales deben encontrarse los resultados. También es necesario analizar las relaciones que existan entre estos resultados y la operación del proceso.

Iniciación: Se deben describir las operaciones y la secuencia para la puesta en marcha el proceso y la forma de control, indicando las inspecciones y ajustes que deben realizarse.

Operaciones específicas:

Operación normal: Debe indicarse la operación normal de cada proceso. Se deben incluir aspectos como la situación de las válvulas, las cargas de flujo sobre las unidades, el sentido y las velocidades de rotación de los equipos, etc.

Operaciones alternativas: Debe incluirse información sobre la flexibilidad de la operación. Se deben indicar las alternativas de operación del proceso, incluyendo los esquemas que permitan dar mayor flexibilidad a la operación.

Operaciones de emergencia: Deben indicarse las posibles condiciones de emergencia y la manera de operar en esos casos.

Debe incluirse también un listado de los dispositivos de seguridad de que dispone la unidad y la forma de operación.

4.5.5. Personal

Requerimientos: Debe confeccionarse un organigrama con los distintos cargos que requiere la operación de las instalaciones en general y en particular de la planta, indicando las misiones y las funciones correspondientes a cada uno de los responsables, y el número de personas necesario.

Calificación: Para cada cargo debe indicarse el grado de adiestramiento requerido, la experiencia, y el nivel de estudio.

Certificación: Debe indicarse si existen disposiciones legales o de la empresa sobre la certificación del personal, y la forma de acreditarlo.

4.5.6. Pruebas de Laboratorio

Propósito: Debe destacarse la importancia de la realización de las pruebas de laboratorio en el tratamiento y en el control de los procesos.

Muestreo: Se debe establecer cómo debe realizarse una muestra y su clasificación en simples y compuestas. Incluir recomendaciones para la toma de las muestras, los sitios donde se deben tomar normalmente y el programa correspondiente.

Referencias: Debe incluirse una lista de manuales y publicaciones referentes a procesos de laboratorio, tales como los "Standard Methods" de la AWWA, etc.

Interpretación de las pruebas: Se deben definir los métodos, las unidades en que se deben indicar los valores, los errores admisibles y los parámetros para el cumplimiento de los objetivos.

Formularios: Se deben incluir los formatos de los formularios que se utilizan y el tipo de registro que se adopta.

4.5.7. Registros e Informes

Las consideraciones principales mínimas a indicar son:

- Resumen diario de operación.
- Registros de laboratorio.
- Informe mensual.
- Información para control de costos de operación.
- Registros de personal.
- Registros de emergencias.

Resumen diario: Debe incluir:

- Formulario con datos de operación horarios.
- Formularios resumen de datos diarios.
- Hoja de procedimiento, para el llenado de los formularios.

Registro de laboratorio: Deben indicarse las hojas de trabajo y el resumen diario, así como las correspondientes instrucciones.

Informes mensuales y anuales: Se debe explicar la forma de confeccionarlos y los formatos a emplear, las fechas límites para su presentación y las personas responsables por su preparación.

Información para control de costos: Debe indicarse la forma de presentar este informe, la forma de clasificar los varios ítems y para el cálculo de los costos operativos. Se presenta el formato y los instructivos para llenarlo.

Registros de personal: Se debe explicar la manera de producir mensualmente informes referentes a aspectos de personal tales como entrenamiento, ausencias, etc.

Registros de emergencias: Se debe explicar la manera de llevar un registro sistemático de estos problemas y los formatos para los informes.

4.5.8. Operaciones en Situaciones de Emergencia

Se deben incluir los tipos de emergencia previstos y analizar los siguientes aspectos:

- Objetivos.
- Análisis de vulnerabilidad.
- Métodos para reducir la vulnerabilidad.
- Convenios de ayuda mutua.
- Inventario de los equipos de emergencia.

- Protección de los registros de la planta.
- Coordinación con la policía y el cuerpo de bomberos.
- Responsabilidades del personal de la planta.
- Centro de emergencias.
- Personal auxiliar para emergencias.
- Programas.

Las consideraciones más importantes sobre estos puntos son:

Objetivos: Eliminación o reducción a un mínimo de los efectos adversos de una emergencia sobre la planta, desarrollo de procesos para conseguir una respuesta adecuada a las emergencias, instruir al personal para garantizar que es consciente de sus responsabilidades en casos de emergencia, y disponer de un inventario de los equipos de emergencia y de los convenios de ayuda mutua.

Análisis de vulnerabilidad: El procedimiento es:

- Hacer un listado de los componentes más vulnerables de todas las instalaciones del sistema de agua potable.
- Seleccionar las emergencias que deben considerarse.
- Estimar los efectos de ellas en cada uno de los componentes.
- Hacer una estimación de la posibilidad que tienen las instalaciones de desarrollar sus funciones durante las emergencias consideradas.
- Para casos de fallas, identificar los componentes claves responsables de las mismas.

Métodos para reducir la vulnerabilidad: El manual debe contemplar métodos para optimización de los programas de mantenimiento, duplicación y separación de instalaciones vitales, reducción al mínimo de la dependencia de fuentes de energía y de bombas, provisión de más de una fuente de energía y/o de una línea de transmisión, adiestramientos del personal para emergencias, etc.

Convenios de ayuda mutua: Debe incluirse un listado de las entidades con las cuales se hayan hecho convenios de ayuda en caso de emergencias. Ellas pueden ser: empresas eléctricas, de gas y de teléfonos, cuerpo de bomberos, departamentos de policía, organizaciones de defensa civil, empresas prestadoras de servicio de agua potable en ciudades cercanas, etc.

Inventario de los equipos de emergencia: Debe incluirse un inventario de los equipos de emergencia que están disponibles. Incluir las especificaciones de los mismos y su aplicación, también debe indicarse si se trata de un duplicado o de repuestos.

Protección de los registros: Recomendar un programa para estos aspectos, sobre todo en relación con los registros, planos e inventarios más importantes. Deben contemplarse aspectos tales como disponer de planos en los vehículos de mantenimiento, etc.

Coordinación con la policía y el cuerpo de bomberos: Deben incluirse las instrucciones necesarias para coordinar el programa de emergencias con la policía y los bomberos, contemplando cosas tales como revisiones periódicas de las instalaciones y equipos desde el punto de vista de la seguridad y de las posibilidades de incendio.

Responsabilidades del personal: Deben definirse las responsabilidades del personal en caso de emergencias. Se deben establecer las responsabilidades en emergencias para cada trabajador de la empresa, indicando la situación de emergencia y las funciones que le corresponden.

Centro de emergencias: Debe establecerse la ubicación de un sitio donde funcione un centro para emergencias provisto de alarmas, listas de teléfonos de emergencia, plano, etc. Además, debe asignarse a ese centro un responsable y una cuadrilla. El manual debe incluir los procedimientos para el funcionamiento del centro.

Personal auxiliar: El manual debe establecer, basándose en los resultados del análisis de vulnerabilidad, las necesidades de personal auxiliar para emergencias, indicando de qué dependencia de la empresa se toma, el adiestramiento que debe tener, la manera de hacerlo y los procedimientos para avisarle en caso de emergencia.

Programa: Debe incluirse en forma de listado un resumen del proceso para la programación de emergencias, indicando todos los pasos que deben seguirse.

4.5.9. Servicios

Las principales consideraciones son:

Aspectos generales: El manual debe incluir, nombres de las compañías que prestan los servicios, los nombres de las personas con quienes debe hacerse contacto en cada una de ellas, en forma rutinaria. Lo mismo para casos de emergencia.

Electricidad: Debe indicarse el voltaje de la tensión adyacente a cada una de las instalaciones. Debe hacerse una discusión sobre la confiabilidad del servicio, basada en estadísticas y en conversaciones con el personal de la empresa.

Telefonía y transmisión de datos: Se debe describir el sistema de comunicaciones y transmisión de datos e incluir un diagrama de funcionamiento.

Gas: Se deben describir los servicios, los consumos por hora y la presión de operación.

Agua: Se debe describir el sistema de abastecimiento de agua para el consumo de la planta, estaciones de bombeo, etc. e indicar la cantidad y ubicación de los hidrantes.

4.5.10. Sistema Eléctrico y de Control

Las consideraciones principales sobre estos puntos son:

Aspectos generales: Debe describirse el sistema eléctrico de la planta, empleando esquemas, diagramas y tablas.

Además, debe incluirse un índice de los planos de los contratistas y de los fabricantes, de los catálogos y de la literatura que ellos hayan suministrado.

Fuente de energía: Se debe dar el nombre de la empresa que la suministra, así como el voltaje e indicar si las líneas son aéreas o subterráneas. Se debe hacer una descripción de la estación de transformación (propiedad, voltajes, fases, conexiones, capacidad, etc.), incluyendo su localización y los servicios de protección.

Distribución: Se debe hacer con diagramas una descripción del sistema, incluyendo informaciones como las siguientes: (1) detalles del equipo de entrada, (2) detalles de tableros, centros de control de motores, así como de otros componentes principales, y (3) referencias sobre catálogos, planos, etc., para cada componente.

Sistema de control: Se deben describir los tipos de controles, su ubicación, Incluir diagramas e indicar los procesos que involucra.

Fuentes alternativas: Se deben detallar en la misma forma que se hizo con la fuente principal. Si además incluyen otro sistema de distribución, éste debe describirse aquí.

4.5.11. Apéndices

En apéndices debe colocarse toda información adicional que no convenga insertar en el texto mismo del manual. Algunos ítems que se sugiere incluir son:

- Esquemas de funcionamiento.
- Formatos de presentación de información.
- Sustancias químicas utilizadas.
- Programa de operación en emergencias.
- Criterios de diseño.
- Proveedores de equipos.
- Planos conforme a obra.
- Fotos de la construcción.
- Garantías de equipos.
- Disposiciones legales sobre uso del agua, y disposición de desagües.
- Códigos de colores para las tuberías.
- Referencias.
- etc.

5. MANUAL DE MANTENIMIENTO

El manual de mantenimiento debe permitir a los encargados del mantenimiento disponer de una guía ordenada que les permita cumplir con los planes de mantenimiento, programar las paradas de los equipos y coordinar la adquisición de repuestos.

5.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

El manual de mantenimiento debe cubrir:

a) *Mantenimiento Preventivo*

Es el conjunto de actividades que se desarrollan en un equipo, instrumento o estructura, a fin de lograr que trabajen con su máxima eficiencia, y evitar que se produzcan en ellos paradas forzosas e imprevistas siguiendo una secuencia programada de fechas, períodos fijos u horas de funcionamiento.

b) *Mantenimiento Correctivo o de Reparaciones*

Es el conjunto de actividades que se desarrollan en un equipo, instrumento o estructura para corregir o reparar daños que produjeron en ellos paradas forzosas e imprevistas.

c) *Mantenimiento Predictivo*

Se denomina Mantenimiento predictivo a aquellas actividades que se desarrollan cuando un equipo presenta condiciones de funcionamiento anormales (ruidos, vibraciones, etc.) con el fin de adelantar acciones de mantenimiento preventivo fuera de programa y/o acciones de mantenimiento correctivo.

Los objetivos principales son los siguientes:

Mantenimiento preventivo y predictivo

- Reducción del tiempo en que permanecen paradas las instalaciones y equipos con la consiguiente prestación de malos servicios.
- Disminución del costo de la mano de obra del personal de mantenimiento que se dedica a éstos programas en vez de reparaciones mayores.
- Menor costo en los repuestos que son indispensables usar para mantener las instalaciones y equipos.
- Mejor control sobre la existencia y distribución de repuestos.
- Incremento de la vida útil de los equipos, instrumentos y estructuras.
- Mayor eficiencia en el funcionamiento de las instalaciones y equipos.
- Identificación de los ítems con alto costo de mantenimiento.

- Mayor seguridad tanto para los trabajadores como para las instalaciones, bajando los costos por concepto de seguros.

Mantenimiento correctivo

Poner un funcionamiento una instalación o equipo que ha tenido que dejar de operar por daños en sus partes componentes causados por falta de aplicación de los principios que constituyen el mantenimiento preventivo y predictivo, en un mínimo tiempo.

El alcance de los programas de mantenimiento y de las reparaciones involucra a todos los componentes del sistema, equipos, instrumentos, estructuras y unidades especiales.

5.2. USUARIOS DEL MANUAL

El manual de mantenimiento debe ir dirigido a todo el personal que interviene en las tareas de mantenimiento y reparaciones de las instalaciones y equipos.

Concretamente ellos son:

- 1). Los operarios responsables de la ejecución de las actividades correspondientes, de las distintas especialidades, mecánica, eléctrica, civil, instrumentación e informática.
- 2). Los ayudantes del operador que colaboran con él en esas actividades.
- 3). El ingeniero jefe de mantenimiento que prepara, supervisa y coordina el programa de mantenimiento.

5.3. REDACCIÓN

El lenguaje utilizado en la redacción deber ser simple y claro, con un estilo y una terminología al alcance de los operarios y de sus ayudantes para quienes va dirigido en primer término y quienes le dan el mayor empleo.

5.4. CONTENIDO

El contenido mínimo del Manual de Mantenimiento, debe permitir:

- 1). Establecer el Plan de Mantenimiento Preventivo.
- 2). Contener las instrucciones de mantenimiento correctivo, para todos los equipos e instalaciones que integren la obra. El Contratista es responsable de la obtención de las instrucciones de mantenimiento que deben entregar sus proveedores. Estas instrucciones deben incluir planos generales y de despiece de los equipos electromecánicos, especificaciones de lubricación, etc.

El Manual de Mantenimiento se debe desarrollar en forma coincidente y coherente con el Manual de Operación y Control.

En el Manual de Mantenimiento se debe tener en cuenta en particular los siguientes aspectos:

- Clases de equipos y estructuras.
- Recomendaciones sobre mantenimiento de las casas fabricantes.
- Experiencias adquiridas en la puesta en marcha de las instalaciones.
- Ensayos que permitan establecer frecuencias en las operaciones de mantenimiento, personal requerido, elementos necesarios, etc.

Por otra parte un Manual de Mantenimiento debe indicar esencialmente:

Períodos de mantenimiento

Se indica con frecuencia con que se deben realizar las operaciones de mantenimiento a cada una de las instalaciones y equipos, por ejemplo, diariamente, semanalmente, semestralmente, etc.

Nivel de ejecutante

Indicar el grado de preparación de la persona que debe ejecutar la actividad, por ejemplo, técnico electricista, técnico mecánico, etc.

Trabajo a realizar

Describir a las actividades específicas que se deben efectuar a cada unidad de la planta por la persona y los períodos indicados.

Materiales y repuestos indispensables

Indicar el stock necesario de repuestos y materiales indispensables para ejecutar los trabajos programados.

5.5. ESTRUCTURA DEL MANUAL

La estructura del manual debe contener, como mínimo los siguientes capítulos o apartados:

- Índice del manual.
- Guía para su empleo.
- Descripción de las instalaciones y equipos y esquemas de funcionamiento.
- Responsabilidades de tareas y de dirección.
- Plan de Mantenimiento.

Las principales consideraciones sobre estos ítems son:

Índice: Debe permitir a los aspectos una consulta rápida y eficiente.

Guía: Debe explicar la organización del manual y sus objetivos.

Responsabilidades: Debe definir claramente las funciones y responsabilidades del personal directivo y del personal de mantenimiento.

5.5.1. Plan de Mantenimiento Preventivo

El programa de mantenimiento preventivo, debe contener:

a) Inventario técnico

Clasificación, codificación y cantidad de las instalaciones y equipos, y el plan o calendario de mantenimiento.

b) Normas de Mantenimiento.

Es el conjunto de principios que constituyen la base para la ejecución de las actividades de mantenimiento a cada una de las instalaciones y equipos los cuales deben ser desarrollados previamente a la implementación del programa.

c) Recursos

Es necesario destinar el personal necesario, capacitarlo si es el caso y adquirir algunos recursos como herramientas, repuestos, etc., como parte preliminar a la implantación.

d) Implantación

Desarrollados los aspectos anteriores se procede a la implantación, la cual consiste básicamente en la aplicación de las acciones descritas en las normas a cada una de las instalaciones y equipos de la planta en la forma como se han programado.

e) Control

Se debe controlar el desarrollo de las actividades programadas con el objeto de verificar su correcto desarrollo y corregir las fallas presentadas.

f) Estadísticas

Para obtener oportuna y claramente los datos del programa de mantenimiento, el estado de cada uno de los componentes de las instalaciones y equipos y los costos ocasionados por éste, es necesario llevar estadísticas claras, concretas, y completas de las actividades realizadas.

El presupuesto debe prepararse de acuerdo a los requerimientos y capacidad estipuladas por los niveles de servicio y productividad deseados.

En la elaboración del presupuesto para la iniciación es necesario considerar los siguientes elementos esenciales:

- Herramientas de mano.

- Elementos de uso general (pinturas, cables, cinta aislante, etc.).
- Elementos de lubricación (aceites, grasas).
- Instrumentos de lubricación (aceiteras, graseras, etc.).
- Instrumentos de medidas (voltímetros, amperímetros, etc.).
- Repuestos (rodamientos, sellos, ejes, etc.).
- Equipos de usos en mantenimiento (soldadores, compresores, etc.).
- Valor de la mano de obra (viáticos, contratos, etc.).
- Material para el desarrollo y control del programa (papelería, archivadores, manuales, etc.).
- Instalaciones y elementos que constituyen el taller necesario para los programas trazados.

Inventario técnico de las unidades y equipos

El inventario técnico de las instalaciones y equipos deben contener la identificación y datos técnicos de cada uno de ellos. Para la ejecución del inventario se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Para el diligenciamiento de la base de datos, se debe seguir el sentido del agua en las diferentes instalaciones y equipos del proceso, desde su entrada hasta la salida.
- Se debe codificar las unidades adjudicándole un código de acuerdo con un formulario de identificación, contaje y clasificación de equipos.
- Los datos técnicos incluyen los que no se encuentran indicados en la placa del aparato inventariado y se consideran importantes como curvas características de bombas, curvas características de motores de combustión interna, curvas de motores eléctricos, etc.

Programación

Debe establecerse la frecuencia de las actividades de mantenimiento, el nivel de ejecución y los trabajos a realizar. Se deben diseñar formularios que contengan como mínimo:

Organismo

Se refiere a la empresa a la cual pertenecen las instalaciones.

Mes y año

En cada formato se deben programar las actividades mensuales por lo tanto en este renglón, el mes del año correspondiente que desee planificar debe anotarse:

- Fecha.
- Ubicación.

- Instalación o Equipo (código).

- Período de Mantenimiento:

El período de mantenimiento a realizar no debe exceder de un año y debe estar establecido en las normas hechas para cada grupo.

- Nivel de ejecución:

Persona que debe realizar las actividades programadas.

5.6. PERSONAL

Requerimientos: Debe confeccionarse, un organigrama con los distintos cargos, que requiere el mantenimiento de las instalaciones indicando, las misiones y las funciones, correspondientes a cada uno de los responsables y el número de personas necesario.

Calificación: Para cada cargo debe indicarse el grado de adiestramiento requerido, la experiencia y el nivel de estudio.

Certificación: Si, existen disposiciones legales o de la empresa sobre la certificación del personal y la forma de acreditarlo.

5.7. HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y ELEMENTOS GENERALES DE MANTENIMIENTO

Deben ser los adecuados para la corrección de fallas, montaje y desmontaje de equipos, cambio de partes, labores de aseo y pintura, medida de las condiciones de funcionamiento de las unidades de la planta y se pueden resumir de la siguiente manera:

- Herramientas de mano.
- Repuestos: Rodamientos, sellos, ejes, tuercas, tornillos, filtros, fusibles.
- Instrumentos de medida: voltímetro, amperímetro, megómetro, tacómetro, medidor de vibraciones.
- Elementos de seguridad: guantes anteojos, casco, zapatos, etc.
- Elementos de aseo: Cepillos, mangueras, detergentes, jabones.

5.8. TALLER

Para la ejecución de trabajos de mantenimiento, menores, se debe contar con un taller mínimamente equipado.

Los elementos mínimos que deben constituir el taller son:

- Mesas de trabajo.
- Llaves, destornilladores, alicates, extractores, limas, martillos.
- Equipos de soldadura, compresor, agujereadora de mesa.

Los trabajos que se pueden desarrollar en el taller son:

- Desmontaje, cambio de partes y montaje de equipos.
- Trabajos de soldadura tales como reparación de accesorios, unión de partes, reparación de algunos elementos constitutivos de la planta como pasarelas, etc.
- Construcción de algunos elementos como bases, cuñas, pasadores.
- Mantenimiento preventivo de motores.

5.9. CONTRATOS

Los contratos de mantenimiento tienen por objeto realizar por este sistema algunos trabajos que dada su naturaleza no justifican disponer permanentemente de técnicos especializados para su ejecución por las siguientes causas:

- Períodos relativamente largos en que se presentan los motivos del trabajo.
- Costo elevado de equipos y elementos que se requieren para efectuar las actividades.
- Especialización a alto nivel del personal encargado de su ejecución.

Las bases que se deben tener en cuenta para efectuar los modelos de los contratos deben ser:

- Certificación comprobada de la capacidad del contratista.
- Especificación detallada del motivo del contrato. Ejemplo: Bobinado del motor eléctrico (marca, modelo, número, capacidad, tipo).
- Tiempo empleado por el contratista en la ejecución del trabajo.
- Costo del contrato.
- Forma de pago.
- Sitio de realización del trabajo.
- Especificación sobre la parte que debe suministrar los materiales.
- Sitio de entrega de la obra.
- Pruebas de funcionamiento.
- Garantía de funcionamiento del trabajo efectuado.

5.10. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL PROGRAMA

El manual debe indicar que una vez realizada la programación, adquiridos los recursos, seleccionado y entrenado al personal, se debe proceder a su implementación. Para tal fin, el ingeniero jefe del programa de mantenimiento, debe impartir las órdenes de trabajo a los técnicos y operadores encargados de la ejecución. La elaboración de éstas órdenes de trabajo se deben realizar en un formulario tipo, el cual debe ser diligenciado y ordenado semanalmente, teniendo como base para su ejecución el programa elaborado.

5.11. INFORME DE MANTENIMIENTO

El control del programa debe ser evaluado por los resultados de los informes técnicos semanales y deben estar de acuerdo a las órdenes de trabajo impartidas.

5.12. ESTADÍSTICAS

Se deben llevar estadísticas de las unidades componentes de cada una de las instalaciones, de las labores de mantenimiento y de los costos de los programas.

Para cada unidad componente, se debe registrar:

- Fecha de ejecución del trabajo.
- Tiempo empleado.
- Tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo).
- Descripción de las labores de mantenimiento.
- Repuesto y elementos usados (descripción, referencias, dimensiones).
- Tiempo de paradas obligatorias.
- Costos de mantenimiento preventivo (materiales, repuestos, mano de obra, viáticos, transporte, otros.).

Para la elaboración de éstos cuadros estadísticos se deben emplear los informes anotados en el anterior ítem “Control del Programa” y las anotaciones obtenidas por el ingeniero de mantenimiento en su labor de supervisión, para obtener las conclusiones que permitan establecer el grado de eficiencia en la realización de las actividades que fueron programadas con la ejecución de dichas actividades.

Estos análisis pueden ser mensuales y deben basarse en la comparación de trabajos, rutas cobertura, calendarios, tiempos empleados, tiempos improductivos de equipos, tiempos muertos de personal, materiales y repuestos usados, personal encargado de la ejecución del programa con los planeados a su iniciación.

Se debe tener en cuenta estadísticas de todos los repuestos y elementos que componen las unidades, el código, descripción de las partes, su referencia, su marca y sus

dimensiones aprovechando el desmontaje de los equipos para la ejecución de las labores programadas de mantenimiento.

5.13. ARCHIVOS

El manual debe indicar que para el correcto desarrollo de un programa de mantenimiento es necesario llevar un archivo que permita en cualquier momento tener la información oportuna sobre la vida de cada una de las instalaciones y equipos, los datos técnicos de su conformación, las recomendaciones de los fabricantes sobre su operación y mantenimiento, la marcha de los programas de mantenimiento, los planos de instalación.

- Fichero con el respectivo contenido del inventario técnico
- Cuadros de agrupación de las instalaciones.
- Cuadros de codificación.
- Calendarios de mantenimiento preventivo de instalaciones y equipos.
- Ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo (reparaciones).
- Informes de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Reportes de las condiciones de funcionamiento de las instalaciones.
- Control de mantenimiento preventivo y daños de las instalaciones.
- Catálogos editados por las casas fabricantes.
- Lista de las partes que constituyen el conjunto de las instalaciones y equipos.
- Planos de instalación.
- Manuales de operación y mantenimiento.

5.14. SISTEMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADORA

La organización y planificación de los trabajos de mantenimiento preventivo de equipos de plantas Potabilizadoras y Estaciones de Bombeo, pueden realizarse utilizando programas para computadora (software), que permiten en función de las tareas prioritarias, y de la disponibilidad de recursos, realizar planes de mantenimiento preventivo. Los programas disponen de distintos módulos que pueden ser implementados progresivamente, siempre que la complejidad del sistema lo justifique.