

# INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

## INGENIERIA INDUSTRIAL

### PRESENTA:

CACERES ALEGRIA OSCAR FABIAN  
CASTAÑEDA PEREZ TIRSA VEANEY

### CONTROL:

08271014C  
08271017C

### NOMBRE DEL PROYECTO:

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA UNA PLANTA  
POTABILIZADORA DE AGUA, EN EL MUNICIPIO DE LA  
CONCORDIA, CHIAPAS.

### ASESOR:

M.C. ROBERTO ANTONIO MEZA MENESES

### PERIODO DE REALIZACION:

ENERO – JUNIO 2013

## DEDICATORIAS:

*Este proyecto es dedicado a todas aquellas personas que en su momento, nos apoyaron afectuosamente sin esperar nada a cambio.*

### **A DIOS:**

*Primeramente queremos agradecer a nuestro Dios todo poderoso por permitirnos vivir y mostrarnos junto con nuestra familia un camino lleno de alegría y felicidad, el cual ha servido como base para poder hacer las cosas bien, y así mismo nos ayuda y nos motiva para seguir adelante.*

### **A NUESTROS PADRES**

*Por todos los consejos que nuestros padres nos brindan día a día, el cual nos sirve de guía para no cometer errores en nuestra vida, así como también por ser los dos grandes motores de nuestra vida que nos impulsa a seguir adelante, porque gracias a sus esfuerzo y sacrificios hemos llegado hasta dónde estamos y seguir con nuestro proyecto de vida, como ellos lo dicen " no hay nada imposible en esta vida, porque todo es posible, queriéndolo hacer y teniendo las ganas y el valor para hacer las cosas bien"*

*Con amor, cariño y respeto:  
CaceresAlegria Oscar Fabian  
Castañeda Pérez Tirsa Veaney*

# ÍNDICE

	Página
<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo 1 Caracterización del Proyecto</b>	
1.1 Antecedentes	4
1.2 Definición del Problema	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Hipótesis	6
1.5 Justificación	6
1.6 Impacto Ético, Social, Económico Y Ambiental	6
<b>Capítulo 2 Caracterización de la Planta</b>	
2.1 Proceso de tratamiento que se lleva a cabo	9
2.2 Breve descripción de los componentes de la planta y del proceso operativo	10
2.3 Diseño funcional e hidráulico	12
2.4 Características de los componentes del proyecto	12
2.5 Departamentos de La Planta	13
2.6 Normas de Calidad Del Agua	14
2.7 Ubicación	14
2.8 Caracterización y área en que se desarrolla el proyecto	16
2.9 Descripción del municipio	16
2.10 Población en La Concordia	17
2.10.1 Niveles de educación	17
2.10.2 Salud	17
2.10.3 Servicios Públicos	18
2.10.4 Medios de Comunicación	18
2.10.5 Vías de Comunicación	18
2.10.6 Infraestructura económica	19
2.11 Principales sectores, productos y servicios	19
2.12 Enlace que se tiene con el Instituto Tecnológico de Tuxtla	21
2.12.1 Ofertas educativas	22
2.12.2 Posgrado	24
2.12.3 Enlace con el instituto tecnológico y la formulación de proyectos	24
<b>Capítulo 3 Marco Teórico</b>	
3.1 Mantenimiento productivo total	26
3.2 Definición	27
3.3 Otras herramientas	30
3.3.1 Las 5S	30
3.3.2 Kaizen	31
3.3.2.1 Características de Kaizen en sus métodos y	31

disciplinas	
3.3.2.2 La actividad del círculo Kaizen (KaizenActivityCircle)	31
3.3.3 Mejoras focalizadas	32
3.3.4 Mantenimiento autónomo	32
3.3.5 Mantenimiento profesional	34
3.3.6 Mantenimiento de la calidad	34
3.4 Metas del Mantenimiento Productivo Total	34
3.5 Objetivos del Mantenimiento Productivo Total	35
3.6 Inconvenientes del Mantenimiento Productivo Total	35
3.7 Características Principales del Tmp	35
3.8 Beneficios del TPM	36
3.9 Seis grandes pérdidas	37
<b>Capítulo 4 Metodología</b>	
4.1 Situación Actual	52
4.2 Problemas observados	52
4.2.1 Cables de corriente eléctrica que alimenta las bombas	52
4.2.2 Cajas de registro de energía sin protección	53
4.2.3 Control del polipasto en mala ubicación	53
4.2.4 Cables del polipasto en mala ubicación	54
4.2.5 Los conductos de cloro se encuentran mal ubicados	54
4.2.6 Desorden de las cosas	55
4.3 Diagrama causa y efecto	56
4.4 Otras 5 grandes pérdidas en la planta potabilizadora	57
4.5 Paros inadecuado y altos costos de mantenimiento en los equipos de producción	58
4.6 Capacitación	59
4.7 Mantenimiento autónomo	59
4.8 Mantenimiento planeado	60
4.9 Seguridad y medio ambiente	61
<b>Capítulo 5 Propuesta del programa de mantenimiento productivo total (TPM)</b>	
5.1 Sensibilización y capacitación del personal del proceso de la empresa	63
5.2 Programa de capacitación para la iniciación al TPM	64
5.3 Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo	65
5.3.1 mantenimiento autónomo	66
5.3.2 Beneficios de la aplicación del mantenimiento autónomo en la planta	66
5.3.3 Grupos Autónomos	66
5.3.4 Establecimiento de los equipos autónomos	67
5.4 Programa de inspección del grupo autónomo para asegurarse del buen funcionamiento de la maquinaria y equipo.	68
5.4.1 Programa de limpieza para el cuarto de maquinas	69
5.4.2 Procedimiento para realizar el mantenimiento (limpieza) en los equipos en el cuarto de maquinas.	70
5.5 Implementación del mantenimiento planificado	71
5.5.1 Seguridad	73
5.6 Programa de mantenimiento preventivo para bombas y	75

motores	
5.6.1 Programa de mantenimiento preventivo para la planta	76
5.7 Desarrollo del sistema de control de la información	76
5.7.1 Registro de historial del equipo	77
5.7.2 Registro de datos del equipo	77
5.8 Personas encargadas de implementar el TPM	78

## **Capitulo 6 Conclusión y Recomendación**

6.1 Conclusión	80
6.2 Recomendaciones	81
	82

## **Bibliografía**

### **Índice de Figuras**

Imagen 2.1 Tanque clarificador	10
Imagen 2.2 Filtros	11
Imagen 2.3 Acceso a la planta potabilizadora de agua	15
Imagen 2.4 Ubicación física del proyecto y planos de localización	15
Imagen 4.1 Cables a la intemperie	52
Imagen 4.2 Cajas sin protección	53
Imagen 4.3 Control del polipasto	53
Imagen 4.4 cables de alimentación del polipasto	54
Imagen 4.5 Conductos de cloro	54
Imagen 4.6 Desorden de las cosas	55

### **Índice de Diagrama**

Diagrama 4.1 Metodología del TMP	51
Diagrama 4.2 Diagrama causa y efecto de los paros innecesarios en la planta potabilizadora	56

### **Índice de Tablas**

Tabla 2.1 Cantidad de cloro	13
Tabla 2.2 Departamentos de la planta	13
Tabla 2.3 Calidad del agua	14
Tabla 3.1 Beneficios del TPM	36
Tabla 4.1 Las 5 grandes perdidas	57
Tabla 4.2 Paros inadecuados y altos costos de mantenimiento	65
Tabla 5.1 Programa de capacitación para la iniciación al TPM	65
Tabla 5.2 Actividades del grupo autónomo	67
Tabla 5.3 Programa de inspección en el cuarto de maquinas	68
Tabla 5.4 programa mensual de limpieza en el área de maquinas	69
Tabla 5.5 Programa de mantenimiento preventivo	75
Tabla 5.6 Programa de mantenimiento preventivo para la planta.	76

# INTRODUCCIÓN

Al ser el agua uno de los compuestos con mayor importancia para el ser humano, éste se ve obligado a quitarle a la madre naturaleza, una vez más, uno de sus frutos más valiosos, el líquido vida.

El desarrollo de la actividad humana necesita utilizar el agua para numerosos fines, entre los que destacan, por su importancia para el hombre, los usos potables. Por tanto, el hombre se sirve del agua existente en la naturaleza para consumirla y utilizarla, pero es evidente que debido a determinadas características químicas, físicas y biológicas del agua, ésta no puede ser utilizada de forma directa, y es por eso que dicha agua requerirá de una serie de correcciones y tratamientos que eliminen aquellas partículas o sustancias perjudiciales para el hombre.

La actividad del tratamiento del agua ha sido considerada de suma importancia y de gran impacto en todo el mundo, ya que mediante este proceso se logra erradicar varios problemas de salud y de medio ambiente.

El proyecto está enfocado en la elaboración de un manual de mantenimiento preventivo de la planta potabilizadora de agua.

Las Plantas Potabilizadoras de Agua para consumo humano, independientemente del sistema de saneamiento elegido, requieren siempre de un paso previo al tratamiento bacteriológico y/o químico del fluido: "la etapa de clarificación". La filtración mecánica es la retención y consecuente remoción de materiales en partículas, de origen orgánico o inorgánico. Este proceso también es importante para mantener la claridad del agua y reducir la materia orgánica biodegradable (MOB) en el sistema. Consiste en la remoción de las partículas que se encuentran en el agua en estado coloidal o en solución. Las plantas de este tipo están básicamente constituidas por las unidades de: inyección de químicos (floculantes), agitadores, floculadores, decantadores y filtros. Recién después de cumplida esta

etapa y dependiendo del tipo de contaminante detectado, se procede al tratamiento bacteriológico y/o remoción de inorgánicos fuera de los parámetros aceptables. (Precloración, irradiación ultravioleta, resinas de intercambio iónico, ósmosis inversa, etc.)

## **CAPÍTULO 1**

### **CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO**

## 1.1 ANTECEDENTES

En el siglo VI a. J.C. con Tales de Mileto, el agua fue considerada uno de los elementos constitutivos del Universo, junto con el aire, la tierra y el fuego. Esta convicción se basaba en que el agua es una sustancia que se puede presentar en la naturaleza en sus tres estados: sólido (hielo, nieve), líquido (mares, ríos,...) y vapor o gas (nubes), los cuales se relacionan entre ellos mediante el ciclo del agua. Así fue como durante más de 2000 años el agua fue considerada un cuerpo simple.

En 1781, Cavendish obtuvo agua en la combustión del hidrógeno y en 1785, Lavoisier llegó a definir su naturaleza de compuesto.

La determinación de la composición exacta del agua ha sido objeto de infinidad de investigaciones, tanto por métodos analíticos como sintéticos:

En los primeros se parte de un peso conocido del compuesto, el cual se separa en sus elementos y se determinan sus pesos.

En los segundos se fijan las proporciones en las que los elementos se combinan para formar el compuesto.

El problema surge de la necesidad que existe en la planta potabilizadora de agua potable el municipio de La Concordia al no contar con un manual de mantenimiento preventivo para la planta.

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Son muchos los problemas por los que se desean que se Elabore e Implemente un programa de mantenimiento para una planta potabilizadora de agua, algunos de ellos son, el deterioro del equipo por las malas condiciones. Actualmente en la empresa se han presentado paros inadecuados en el tratamiento del agua y a la vez altos costos de mantenimiento, esto a causa de no contar con el programa de mantenimiento adecuado que evite el problema por lo que es de gran necesidad implementar un buen programa de mantenimiento, porque mediante este se abatiría un grave problema para la planta.

Debido a esta problemática presente nace la necesidad de la implementar este proyecto de mantenimiento el cual permitirá fortalecer y mejorar la empresa la cual actualmente presenta deficiencias y necesidades.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Formular un programa de mantenimiento preventivo utilizando la herramienta del TPM, en el cuarto de maquinas de la planta potabilizadora de agua del municipio de La Concordia, Chiapas.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Definir los recursos necesarios y los costos derivados de la implementación del proyecto.
- Hacer un análisis de los daños causados por las malas condiciones
- Determinar el proceso de mantenimiento de la planta potabilizadora de agua.

## **1.4 HIPÓTESIS**

La implementación del programa de mantenimiento preventivo en una planta potabilizadora de agua en el municipio de La Concordia, Chiapas, sera de utilidad y redituable para evitar paros en la planta causados por posibles problemas técnicos.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

Para cualquier empresa es fundamental la maquinaria y equipos utilizados en el proceso de producción ya que son los elementos esenciales para la realización de la actividad, por ese motivo se esta adaptando en su mayoría los programas de mantenimiento.

Por esta razón y debido a que la planta potabilizadora de agua no cuenta con un programa de mantenimiento productivo, el TPM proporcionara un programa idóneo y practico que pueda abatir los problemas presentes y futuros a causa de las fallas en el funcionamiento de los equipos durante el proceso de potabilizado.

## **1.7 IMPACTO ÉTICO, SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL**

### **Positivo**

- Disminución de enfermedades;
- Empleos generados por la construcción, operación y mantenimiento de la planta.
- Empleos generados por la ampliación de la frontera agrícola
- Protección de las comunidades aguas abajo de las descargas de aguas residuales;

- Protección de la salud de los consumidores de los productos generados con el uso de aguas residuales;
- Educación de los pobladores sobre la importancia del saneamiento y la justificación del gasto, tomando en cuenta que las comunidades aguas arriba también están tratando sus aguas residuales para protegerlos; y
- Mejora en la calidad de vida de la población por la generación de espacios recreativos, áreas verdes públicas y entornos ecológicos.
- Reducción de costos de diesel por las cuestiones de repartición de agua.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERIZACIÓN DE LA PLANTA**

## **2.1 PROCESO DE TRATAMIENTO QUE SE LLEVA ACABO**

El proceso convencional para potabilizar el agua y el procedimiento general se describen secuencialmente a continuación.

### **PLANTA DE TRATAMIENTO**

- Sistema de coagulación - floculación.
- Tanque clarificador.
- Filtros de materiales graduados.

### **LECHO FILTRANTE DE ARENA Y GRAVA.**

- Lecho filtrante de antracita

### **DESINFECCIÓN**

### **DISEÑO FUNCIONAL E HIDRÁULICO DE LAS ESTRUCTURAS**

- Diseño del tanque de preparación de solución
- Sistema de coagulación - floculación.
- Tanque clarificador.
- Filtros de materiales graduados: arena, grava y antracita.
- Desinfección

### **CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO.**

- Datos de Diseño.
- Diseño del Tanque.
- Dimensiones del Tanque.

### **TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN.**

## 2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA Y DEL PROCESO OPERATIVO:

### 1.- Sistema de coagulación - floculación.

Se llama coagulación – floculación al proceso por el cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas con peso específico superior al del agua llamadas floc. En este proceso se logra obtener:

- a) La remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no puede sedimentarse con rapidez.
- b) La remoción de color verdadero y aparente.
- c) La eliminación de bacterias, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación.
- d) Destrucción de algas y plancton general.
- e) Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor en algunos casos y de precipitados químicos suspendidos o compuestos orgánicos en otros.

La coagulación comienza al instante en que se agregan los coagulantes al agua. Básicamente consiste en una serie de reacciones físico-químicas entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad del agua.

La floculación es el fenómeno por el cual las partículas ya desestabilizadas chocan unas con otras para formar coágulos mayores.

### 2.- Tanque clarificador.

Una vez que el agua pasó por el sistema de coagulación - floculación, ingresara a un tanque donde se mantendrá en reposo durante 30 minutos para sedimentar todos los sólidos y obtener un efluente clarificado. Este tanque contara con la infraestructura adecuada para poder llevar a cabo la purga de los lodos sedimentados desde el fondo del



**Imagen 2.1** Tanque clarificador

tanque tal como se ve en la imagen 2.1.

### **3.- Filtros de material graduados**

En esta etapa se llevara a cabo la separación de la materia en suspensión en el agua, haciéndola pasar por “camas” de materiales porosos, en consecuencia el trabajo que los filtros realizan depende directamente de la mayor eficiencia de los procesos que se llevan a cabo antes de la filtración.

Los filtros esencialmente constan de un tanque rectangular de concreto en el cual se colocara un lecho con grava sobre un sistema adecuado de drenaje. El flujo pasa de la parte superior del tanque a los drenes del fondo, atravesando el medio filtrante. Después de cierto tiempo de operación continua, el filtro se obstruye, donde se hace necesario un lavado el cual se lleva a cabo invirtiendo el sentido del flujo, por medio del agua que se inyecta a presión en los drenes y se recoge en las canaletas de lavado colocadas sobre la superficie de la arena, esta operación dura aproximadamente entre 5 y 15 minutos, después el filtro continúa su operación normal tal como se muestra en la imagen 2.2.



**Imagen 2.2**Filtros

### **4.- Desinfección**

Los procesos de mezcla, sedimentación y filtración remueven con mayor eficiencia la mayoría de las bacterias y virus presentes en el agua.

Desde este punto del sistema, son considerados como procesos preparatorios para la desinfección, pues cumplen dos objetivos primarios:

- a) Disminuyen la carga bacteriana del agua.

b) Hacen más eficientes los métodos de desinfección.

Al considerar que los microorganismos son partículas coloidales y que como tales quedan sometidos a los mismos procesos de remoción que afectan a otros coloides, es de esperarse que al progresar en el aglutinamiento de las partículas, tanto las bacterias como los virus queden incorporados dentro del floc y se sedimenten.

La desinfección consiste en la destrucción selectiva de los organismos que causan enfermedades. En el campo de la desinfección del agua, las tres categorías de organismos entéricos de origen humano con mayores consecuencias en la salud son las bacterias, los virus y los quistes amibianos, por ello se entiende que es de la mayor importancia llevar a cabo un óptimo proceso de desinfección del agua.

## **2.3 DISEÑO FUNCIONAL E HIDRÁULICO.**

### **Diseño del tanque de preparación de solución**

Este tanque cuenta básicamente con tres elementos integrados en un sistema convencional, es un diseño compacto, generalmente es el componente del sistema más económico.

- a. Tanque de Solución.
- b. Tanque Dosificador.
- c. Elemento hidráulico de Medición y/o Dosificador.

## **2.4 Características de los componentes del proyecto**

### **Dimensionamiento del Tanque de preparación**

Existen tres tanques con un volumen de 1.728 m<sup>3</sup> cada uno, con un desplante de 1.20 m y una altura de 1.50 m.

### **Datos Básicos para el Diseño del sistema de Coagulación - floculación.**

Existen tres tanques de 3.10 m de diámetro por una altura de 2.50 m son dimensiones para 10 litros por segundo cada uno, dos que se mantendrán en

operación y el otro en espera mientras procede el retrolavado cíclico de los filtros mixtos y mantener constante los 20 litros por segundo necesarios para que el proceso sea óptimo operando de forma lineal.

### Dimensiones del Tanque.

Un tanque de desinfección de 3.00 m de largo por 3.00 m de ancho y una altura calculada total de 1.60 m

### Cámara de Contacto de Cloro

#### Cantidad de cloro

Se utilizará un equipo para Dosificación de Gas Cloro modelo V10K para 500 libras/día con unidad de control, rotómetro de 10" de diámetro, inyector de 3/4" juego de empaques, control automático, tal como se muestra en la tabla 2.1

**Tabla 2.1** Cantidad de cloro

CONCEPTO	DATOS DISEÑO
Capacidad de cloración	16.6 kg/día
Número de cloradotes	2 piezas
Número de cilindros en uso	1 cilindro
Tiempo de duración de cilindros	13.82 kg/día
Número de cilindros de reserva	2 cilindros
Cantidad de cloro en reserva	2 cilindros
Número de cilindros en transito	1 cilindros

## 2.5 DEPARTAMENTOS DE LA PLANTA

No.	CONCEPTO
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>	
1	Tanque de coagulación floculación
2	Tanque de clarificación
3	Tanque de regulación
4	Filtros
5	Tanque de desinfección
6	Tanque de regulación
7	Caseta de vigilancia
8	Caseta de desinfección
9	Control central

**Tabla 2.2** Departamentos de la planta

## **2.6 NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA**

Por ser un proceso del tipo convencional que mantendrá un flujo de 1,728 m<sup>3</sup>/día (20.0 l/s), básicamente en su operación se realizarán las siguientes actividades cotidianas con el estricto cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2000 que determina los límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización, por sus condiciones microbianas como resumen de las caracterizaciones ya descritas, se deberán en el proceso atender las siguientes condiciones:

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

**Tabla 2.3** Calidad del agua

## **2.7 UBICACIÓN**

Aprovechando una pequeña brecha de acceso hacia el predio con una distancia de 320.00 m del camino denominado “La Pista”, para lo cual se diseñó una vialidad en la cual también se alojarán las estructuras hidráulicas de alimentación de agua cruda, de conducción de agua potabilizada al sistema de distribución, acometida de alimentación eléctrica y de drenaje pluvial. La vialidad esta propuesta para ser transitable en todo tiempo, este camino forma parte de la



## **2.8 CARACTERIZACIÓN Y ÁREA EN QUE SE DESARROLLO EL PROYECTO**

### **2.9 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO**

La concordia es uno de los municipios del estado de Chiapas, pertenece a la zona Frailesca, localizada en las coordenadas geográficas 15°41´N y 92°37´W. Con una extensión territorial de conformada de 1,112.90 km<sup>2</sup> lo que representa el 13.38% de la superficie de la región IV Frailesca y el 1.47% de la superficie del estado de Chiapas, su altitud es de 720 m. La localidad se encuentra a una mediana altura de 540 metros sobre el nivel del mar.

La Concordia está formada por varias localidades las cuales se describen continuación:

- Benito Juárez
- La Tigrilla
- Diamante de Echeverría
- Dolores Jaltenango
- Independencia
- El Ámbar
- Plan de Agua Prieta
- Rizo de Oro
- Ignacio Zaragoza
- Los Niños Héroe
- Plan de la Libertad Baja

## **2.10 POBLACIÓN EN LA CONCORDIA**

La población total del municipio es 44,082 de habitantes, representa 17.97% de la regional y 1.01% de la estatal; el 51.37% son hombres y 48.63% mujeres. Su estructura es predominantemente joven, 69% de sus habitantes son menores de 30 años y la edad mediana es de 18 años. En el período comprendido de 1990 al 2000, se registró una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) del 1.82%, el indicador en el ámbito regional y estatal fue de 1.96% y 2.06%, respectivamente.

La población total del municipio se distribuye de la siguiente manera: 23.94% vive en dos localidades urbanas, mientras que el 76.06% restante reside en 512 localidades rurales, que representan 99.61% del total de las localidades que conforman el municipio. Los promedios regional y estatal para localidades con este mismo rango fueron de 99.42% y 99.09% respectivamente.

### **2.10.1 Niveles de educación**

En el año 2000, el municipio presentó un índice de analfabetismo del 28.14%, indicador que en 1990 fue de 33.64%. Actualmente la media estatal es de 22.91%, y en el año 2010, el municipio presentó una tasa de alfabetización de personas de 15 a 24 años de 91.9%, de la población mayor de 15 años, 34.25% tiene primaria incompleta, 15.06% completó los estudios de primaria y 20.97% cursó algún grado de instrucción posterior a este nivel.

### **2.10.2 Salud**

En el 2000 el régimen de los servicios de salud atendió a 20,539 personas, 5.08% de los usuarios fueron beneficiados por instituciones de seguridad social y 94.92% por el régimen de población abierta.

La Tasa de Mortalidad General (TMG) en el 2000 fue de 2.59 defunciones por cada 1,000 habitantes; y de 6.47 con respecto a la Tasa de Mortalidad Infantil (TMI). A nivel estatal correspondió a 3.83 y 17.28 respectivamente.

Las principales causas de la mortalidad general son: Tumores malignos, enfermedades del corazón, accidentes y Diabetes Mellitus.

El 1.16% de la población total padece alguna forma de discapacidad, distribuyéndose de la siguiente manera: 29.57% presenta discapacidad motriz, 15.87% auditiva, 9.57% de lenguaje, 36.30% visual y 13.91% mental.

### **2.10.3 Servicios Públicos**

El 84.54% de las viviendas disponen de energía eléctrica, 67.61% de agua entubada y el 62.71% cuentan con drenaje. En la región los indicadores fueron, para energía eléctrica 88.90%, agua entubada 75.92% y drenaje 71.43%; y en el Estado 87.90%, 68.01% y 62.27% respectivamente.

### **2.10.4 Medios de Comunicación**

Para atender la demanda del servicio de comunicación, este municipio dispone de una oficina postal y una oficina de telégrafos y correos, así como con una red telefónica con servicio estatal, nacional e internacional.

### **2.10.5 Vías de Comunicación**

De acuerdo al inventario de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el municipio en el año 2000 contaba con una red carretera de 478.8 km. Integrados principalmente por la red de la Comisión Estatal de Caminos (128.1), caminos rurales construidos por las Secretarías de Obras Públicas, Desarrollo Rural, Defensa Nacional y la Comisión Nacional del Agua (350.7). La red carretera del municipio representa el 27.5% de la región.

### **2.10.6 Infraestructura económica**

La actividad principal del Municipio de la Concordia en su mayoría es reproducción agrícola, ganadera y pesca. La otra parte de la población está dedicada a la ganadería y producción de leche. Otra de las fuentes de ingreso de esta es el auto empleo de tienditas, o a la venta de artículos varios.

En la cabecera municipal de la Concordia, se cuenta con diversos servicios Banco, Hoteles, Restaurantes, Oficinas de Servicio público estatal, tales como Correo postal, Hacienda del Estado, Registro Civil, Hospital y su presidencia Municipal.

## **2.11 PRINCIPALES SECTORES, PRODUCTOS Y SERVICIOS**

**Agricultura:** es una de las principales actividades económicas del municipio y se produce maíz, frijol, café y soya.

**Ganadería:** es de las principales actividades del municipio, se practica de manera extensiva la cría de ganado bovino, equino, porcino y diversas aves de corral.

**Apicultura:** esta actividad es de mediana importancia dado que se obtienen alrededor de 14 toneladas de miel.

**Industria:** la industria en el municipio no está muy desarrollada, existe una fábrica de hielo, fabricación de quesos, muebles de madera, almacenadora de diversos granos.

**Explotación forestal:** existen en el municipio dos aserraderos que procesan caoba, pino, encino y cedro.

**Pesca:** la pesca es un medio de vida para varias familias dado que existe la unión de pescadores y comercializan alrededor de ocho toneladas de pescado diarias.

**Turismo:** el atractivo turístico del municipio es el paisaje del embalse de la presa "La Angostura" donde se practican actividades acuáticas.

**Comercio:** el comercio en el municipio está bastante diversificado dado que se encuentran artículos de primera y segunda necesidad.

**Servicios:** existen en el municipio los servicios de hospedaje, talleres, asistencia profesional y preparación de alimentos.

## **2.12 ENLACE QUE SE TIENE CON EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA**

### **Historia**

En la década de los 70's, se incorpora el estado de Chiapas al movimiento educativo nacional extensión educativa, por intervención del Gobierno del Estado de Chiapas ante la federación.

Esta gestión dio origen a la creación del Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez (ITRTG) hoy Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG).

### **Misión**

Formar de manera integral profesionales competentes, en el campo de la ciencia y la tecnología, con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores Institucionales.

### **Visión**

Ser una Institución de excelencia en la educación superior tecnológica, comprometida con el desarrollo socioeconómico, sostenido y sustentable de la región.

### **Valores**

- El ser humano
- El espíritu de servicio
- El liderazgo
- El trabajo en equipo
- La calidad
- El alto desempeño

### **2.12.1 Ofertas educativas**

#### **Ingeniería Mecánica**

Formar profesionales con actitud y capacidad para desarrollar, investigar y aplicar conocimientos científicos y tecnológicos en áreas de la ingeniería mecánica, como: energía, fluidos, diseño, manufactura, automatización, control, materiales, montaje y mantenimiento de equipo, entre otras; apto para asignar, utilizar y administrar los recursos humanos y materiales en forma segura, racional, eficiente y sustentable; con disposición creativa y emprendedora; con fundamentos éticos y comprometido, en todo momento, con el bienestar de la sociedad

#### **Ingeniería en Gestión Empresarial**

Formar integralmente con enfoque en competencias a los estudiantes de esta carrera, en las áreas clave de empresas pequeñas, medianas y grandes, para la toma de decisiones eficientes y eficaces, con actitud de logro y alto desempeño, en un entorno global.

#### **Ingeniería en Sistemas Computacionales**

Formar profesionistas líderes, analíticos, críticos y creativos con visión estratégica y amplio sentido ético, capaces de diseñar, implementar y administrar infraestructura computacional para aportar soluciones innovadoras en beneficio de la sociedad en un contexto global, multidisciplinario y sustentable.

#### **Ingeniería Bioquímica**

Formar profesionales que, con sentido crítico, apliquen los principios y métodos de la Ingeniería Bioquímica para el aprovechamiento racional e integral de los recursos bióticos, en la producción de bienes y servicios que contribuyen a elevar el nivel de vida de la sociedad.

### **Ingeniería Industrial**

Formar profesionales que contribuyan al desarrollo sustentable, con una visión sistémica, que responda a los retos que presentan los constantes cambios, en los sistemas de producción de bienes y servicios en el entorno global, con ética y comprometidos con la sociedad

### **Ingeniería Eléctrica**

Formar profesionales competentes en Ingeniería Eléctrica con capacidad creativa, emprendedora, de análisis, liderazgo y capacidad de trabajo en equipo, que realicen actividades de diseño, innovación, adaptación y transferencia de tecnologías para resolver problemas del área de su competencia en forma competitiva atendiendo las necesidades del entorno globalizado, con una conciencia ética y social, asumiendo un compromiso con el desarrollo tecnológico y sustentable.

### **Ingeniería Electrónica**

Formar profesionistas en Ingeniería Electrónica con capacidad creativa, emprendedora, de análisis y liderazgo, que realicen actividades de diseño, innovación, adaptación y transferencia de tecnología para resolver problemas en forma competitiva y atender las necesidades de su entorno con una conciencia social y un compromiso con el desarrollo sustentable.

### **Ingeniería Química**

Formar profesionistas en Ingeniería Química competentes para investigar, generar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico, que le permita identificar y resolver problemas de diseño, operación, adaptación, optimización y administración en industrias químicas y de servicios, con calidad, seguridad, economía, usando racional y eficientemente los recursos naturales, conservando el medio ambiente, cumpliendo el código ético de la profesión y participando en el bienestar del país.

## **2.12.2 Posgrado**

### **Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica**

El proceso de selección de aspirantes a ingresar al programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla, no sólo está basado en la evaluación de los conocimientos disciplinares, también se toman en cuenta las características de personalidad que influyen en su desempeño académico.

### **Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica**

Formar recursos humanos de alto nivel con excelencia académica, capaces de desarrollar investigación científica en el campo de la ingeniería bioquímica.

## **2.12.3 Enlace con el instituto tecnológico y la formulación de proyectos**

Una de las ventajas con las que se cuenta el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez es el sistema de educación a distancia, por lo que se cuenta con 4 sedes; La Concordia, Soyalo, Tiltepec y Siltepec una de las cuales es La Concordia.

En el CRESUD (Centro Regional de Educación Superior Universitaria a Distancia la Concordia) en la que se imparte la carrera de Ingeniería Industrial, la cual tiene la opción de hacer residencia por medio de proyectos productivos, en la que los alumnos desarrollan un proyecto a lo largo de la carrera, aplicando los conocimientos adquiridos durante el periodo de la carrera.

Los alumnos con el apoyo de los asesores del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, logran formular y evaluar proyectos productivos, para el desarrollo industrial de los municipios.

**CAPÍTULO 3**  
**MARCO TEÓRICO**

### **3.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

Es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta").

Los sistemas productivos, que durante muchas décadas han concentrado sus esfuerzos en el aumento de su capacidad de producción, están evolucionando cada vez más hacia la mejora de su eficiencia, que lleva a los mismos a la producción necesaria en cada momento con el mínimo empleo de recursos, los cuales serán, pues, utilizados de forma eficiente, es decir, sin despilfarras.

Todo ello ha conllevado la sucesiva aparición de nuevos sistemas de gestión que con sus técnicas han permitido una eficiencia progresiva de los sistemas productivos, y que han culminado precisamente con la incorporación de la gestión de los equipos y medios de producción orientada a la obtención de la máxima eficiencia, a través del TPM o Mantenimiento Productivo Total.

El primer paso firme fue la aparición de los sistemas de gestión flexible de la producción, y muy especialmente el Just in Time (JIT), sistema que ha soportado abandonar el objetivo de maximizar la producción (y de disponer todos los medios del aparato productivo de forma que se logre tal objetivo), para pasar a reorganizar los sistemas productivos y reasignar sus recursos de forma que se consiga adaptar la producción de cada momento a las necesidades reales, y que ésta se logre en base a un conjunto de actividades, consumidoras de recursos, las cuales se reducirán a las mínimas estrictamente necesarias (cualquier actividad no absolutamente necesaria se consideraría un despilfarro). Este modelo de sistema productivo se conoce en la actualidad como lean production, y se traduce comúnmente como producción ajustada; su filosofía se ajusta al ya citado JIT.

El TPM surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema para el control de equipos en las plantas con un nivel de automatización importante.

En Japón, de donde es pues originario el TPM, antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema norteamericano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes (filosofía de la división del trabajo); sin embargo, la llegada de los sistemas cuyo objetivo básico es la eficiencia en aras de la competitividad ha posibilitado la aparición del TPM, que en cierta medida supone un regreso al pasado, aunque con sistemas de gestión mucho más sofisticados.

Es decir: “Yo opero, tu reparas”, da paso a “Yo soy responsable de mi equipo”

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de "producir" y otras de "reparar" cuando hay averías, el TPM aboga por la implicación continua de toda la plantilla en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos.

### **3.2 DEFINICIÓN**

El TPM es una filosofía de vida que se implementó originalmente en las empresas japonesas para afrontar la recesión económica que se estaba desarrollando en la década de los 70 y la competencia que se avecinaba de occidente. El TPM busca agrupar a toda la cadena productiva con miras a cumplir objetivos específicos y cuantificables. Uno de los objetivos que se busca cumplir en el TPM es la reducción de las pérdidas. En TPM se destacan seis grandes pérdidas: -Pérdida por avería en los equipos, pérdidas debidas a preparaciones, pérdidas provocadas por tiempo de ciclo vacío y paradas cortas, pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida, pérdidas por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesado, pérdidas en funcionamiento por puesta en marcha del equipo. Por ser el TPM una metodología TOP-DOWN, esta busca integrar todas las áreas de la empresa desde el nivel más bajo hasta la gerencia o ramas administrativas. El tpm involucrando a los niveles más bajos de la cadena productiva, busca que

estos se den cuenta que tan importante es el proceso y como sus esfuerzos llevan al cumplimiento de las metas. Asignándoles responsabilidades para lograr la obtención de las metas fijadas. Cuando la junta directiva de la empresa o la gerencia general deciden implementar TPM en la empresa debe estar consciente que el camino es largo y no es fácil, la implementación del TPM como la mayoría de las metodologías, conllevan a seguir una serie de pasos establecidos y el éxito o fracaso de la implementación del TPM depende de la constancia y la rigurosidad con que las empresas practiquen la filosofía. Cabe destacar que el TPM es un camino largo, que debe ser alimentado todos los días con disciplina y constancia este camino no es sencillo, pero si las empresas logran implementar esta metodología los resultados obtenidos serán satisfactorios y marcarán la diferencia con la competencia.

TPM se puede mirar como una filosofía sobre mantenimiento de origen japonés que se ha difundido por todo el mundo gracias a su gran éxito y a su capacidad de transformar entornos, mejorar procesos y optimizar recursos. TPM se puede mirar como una estrategia de mejora que involucra no solo a la alta dirección sino también a todos los empleados y que utiliza herramientas como el liderazgo, la perseverancia y la disciplina para lograr que este recurso humano se vea involucrado en un mejoramiento continuo.

En la implementación de un programa de TPM se deben enfrentar varios retos como el compromiso por parte de toda la organización, la adaptación de las personas para los cambios que traerán mejoras en la producción, el mantenimiento, los equipos, la calidad, la satisfacción del cliente, los empleados, la seguridad, el medio ambiente, etc. Para lograrlo se deben romper aquellas barreras ideológicas y culturales, además empezar a ver al mantenimiento como una gran inversión mas no como un gasto.

El mantenimiento productivo total (TPM) es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos. Como el TQC, que es un control de calidad total de toda la compañía, el TPM es mantenimiento del equipo realizado sobre una base de toda la compañía.

El TPM es un sistema que permite optimizar los procesos de producción de una organización, mejorando su capacidad competitiva con la participación de todos sus miembros, desde la alta gerencia hasta el operario de primera línea. Esta estrategia gerencial de origen oriental permite la eliminación rigurosa y sistemática de las pérdidas, el logro de cero accidentes, alta calidad en el producto final con cero defectos y reducción de costos de producción con cero averías o fallas. TPM necesita del trabajo en grupos, que sean autónomos y permitan consolidar tareas específicas, en lo administrativo, productivo y en la gestión de mantenimiento que conlleven a procesos más eficaces para contribuir al objetivo general de la empresa. TPM es orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones para ser más competitivos, transforma los lugares de trabajo hasta proyectarlos de buena apariencia elevando el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de Mantenimiento y Producción e involucrando al 100% del personal. Con la participación del personal se tiene más motivación, sugerencias de mejora y deseos de éxito, debido al cambio de pensamiento que se da al interior de la organización. El TPM es una cultura que aprovecha y multiplica las ventajas que dan las destrezas habilidades, liderazgo y compromiso de todos los miembros de la organización.

El TPM es una nueva dirección para la producción. En esta época, cuando los robots producen robots y es una realidad la producción automatizada de 24 horas, la fábrica sin manipulaciones manuales es una posibilidad realista. Al describir el control de calidad, a menudo se dice que la calidad depende del proceso, Ahora, con la creciente robotización y automatización, puede ser más apropiado decir que la calidad depende del equipo. Productividad, coste, stock, seguridad, y bienestar, y output de producción -así como la calidad- todo depende del equipo.

El equipo de producción está llegando a ser inimaginable- mente sofisticado. Vemos equipos de automatización, tales como robots y producción sin manipulación humana; vemos también equipo para proceso superpreciso de artículos del tamaño de micrones y procesamiento que exige velocidad, presión, y temperaturas que desafían a la tecnología actual.

El incremento de la automatización y la producción sin manipulación de personas no acabarán con la necesidad de tareas humanas -solamente las operaciones se automatizan; el mantenimiento aún depende pesadamente del input humano. Sin embargo, la automatización y el equipo de tecnología avanzada requiere conocimientos que están más allá de la competencia del supervisor o trabajador de mantenimiento medios, y para un uso efectivo requieren una organización de mantenimiento apropiada. El TPM, que organiza a todos los empleados desde la alta dirección a los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción sofisticadas.

### **3.3 OTRAS HERRAMIENTAS**

#### **3.3.1 LAS 5S.**

Las 5S son un método de gestión japonesa originado en los años 60's en Toyota, esta técnica es denominada de esta manera gracias a la primera letra en japonés de cada una de sus cinco fases. Esta metodología pretende reducir los costos por pérdidas de tiempo y energía, mejorar la calidad de la producción, minimizar los riesgos de accidentes o sanitarios, incrementar la seguridad industrial y mejorar las condiciones de trabajo al igual que elevar la moral del personal.

Términos de las 5s.

**1. Significado: Seiri** (Japonés) / Clasificar (Español) Definición: Separar innecesarios Pretende: Eliminar lo innecesario en el espacio de trabajo

**2. Significado: Seiton** (Japonés) / Ordenar(Español) Definición: Situar Necesarios Pretende: Organizar adecuadamente los elementos a usar en el espacio de trabajo

**3. Significado: Seisō**(Japonés) / Limpiar (Español) Definición: Eliminar Suciedad Pretende: Un lugar limpio no es el que más se limpia sino el que menos se ensucia

**4. Significado: Seiketsu** (Japonés) / Estandarizar (Español) Definición: Señalizar anomalías Pretende: Detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles

**5. Significado: Shitsuke**(Japonés) / Entrenamiento y autodisciplina (Español) Definición: Mejorar continuamente Pretende: Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas

### **3.3.2 KAIZEN.**

La palabra Kaizen significa "mejoramiento continuo" y es una estrategia o metodología de calidad y gestión en las industrias tanto a nivel individual como colectivo. Esta metodología permite mantener y mejorar el estándar de trabajo mediante mejoras pequeñas y graduales. Esta metodología se originó en Japón en la línea del modelo de gestión Lean Manufacturing de Toyota. La técnica Kaizen comprende diferentes factores: - Orientación y apoyo a los clientes. - Control total de la calidad/ 6 Sigma - Robótica - Círculos de calidad - Sistemas de sugerencias - Automatización - Disciplina en el lugar de trabajo - T.P.M - Kanban - Mejoramiento de la calidad - Justo a tiempo (J.I.T) - Cero defectos - Actividades en pequeños grupos de trabajo. - Labor cooperativa y manejo de las relaciones - Mejoramiento de la productividad - Desarrollo de nuevos productos

#### **3.3.2.1 Características de Kaizen en sus métodos y disciplinas**

- Requiere evaluación permanente y constante - Requiere disciplina - Enfatiza en el uso documentario - Requiere Estandarización - Requiere la mejor solución - Requiere el uso de tiempo administrativo - Ayuda a la visualización del trabajo en grupo.

#### **3.3.2.2 La actividad del círculo Kaizen (KaizenActivityCircle)**

La actividad del círculo Kaizen KCA es quizá la mejor actividad de involucramiento con grandes beneficios cuando: - Refuerza la actividad de los miembros de equipo

hacia: Trabajar como parte de un grupo de equipo, dirección, logística y resolución de problemas del equipo. - Crea confianza entre los miembros del equipo cuando éstos se sienten que han contribuido al éxito de la compañía y listos para el próximo reto. - Ataca los problemas críticos como si fueran "cientos de manos" disponibles.

### **3.3.3 Mejoras focalizadas**

Las mejoras focalizadas son aquellas dirigidas a intervenir en el proceso productivo, con el objeto de mejorar la efectividad de la instalación; se trata de incorporar y desarrollar un proceso de mejora continua; se pretenden eliminar las grandes pérdidas ocasionadas en el proceso productivo: Para esto es necesario utilizar herramientas de análisis, que son herramientas que ayudan a eliminar los problemas de raíz.

- Pérdidas en las máquinas
- Pérdidas en mano de obra: ausencias y accidentes
- Pérdidas en métodos: en gestión de la empresa, pérdidas por movimientos, organización de la línea, transporte, ajustes y medidas
- Pérdidas en materia prima: pérdida de materiales, rechazos, herramientas y moldes.
- Pérdidas de energía: electricidad y gas
- Pérdidas en medio ambiente: emisiones y vertidos

### **3.3.4 Mantenimiento autónomo**

Son las actividades que los operarios de una fábrica realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de lo que fabrican, seguridad y comparten el conocimiento que obtienen del trabajo cotidiano.

Es un pilar o proceso fundamental del TPM o Mantenimiento Productivo Total. Este pilar es asignado al equipo de jefes de los departamentos de producción y

está coordinado con otros pilares TPM, como el mantenimiento Planificado, mejoras enfocadas, mantenimiento de calidad, etc.

Es por eso necesario que adquieran una cultura de orden y aseo (Metodología 5S), lo cual es parte primordial para el cumplimiento de los objetivos esperados.

Es por esto que el TPM le da un papel importante a los operarios en el cuidado de las máquinas, ya que son ellos quienes más las conocen, es por eso que deben mantener los equipos en condiciones básicas de operación sin necesidad de pérdida de tiempo.

TPM busca con la implementación del mantenimiento autónomo por parte de los operarios, asignar el verdadero mantenimiento especializado o profesional a el personal de mantenimiento, el objetivo es que mantenimiento realice labores especializadas, que utilice todos sus conocimientos y capacidades en labores especializadas de mantenimiento

El mantenimiento autónomo está conformado por pequeños equipos de trabajo (PET), en ingles sería Small GroupActivities, con los cuales se busca comenzar a formar nuevos grupos de mejoras enfocadas, estos PET buscan dar soluciones puntuales a problemas generados en el área de trabajo. Entre otros los pequeños equipos de trabajo buscan, a través de su líder, una conexión directa entre los operarios con la alta gerencia.

Por otro lado estos pequeños equipos están encargados del mejoramiento de la planta y ubicación de problemas esto se logra debido a las continuas capacitaciones que se le da a los operarios para enseñar a estos a identificar los problemas, cuando estos son de alta gravedad, que requieren una inmediata intervención el operario llena un Reporte de averías y llama al técnico para poner en contacto al personal de ingeniería con el de producción para estos tomar las inmediatas soluciones y dar las ordenes respectivas para que el problema sea solucionado.

Mantenimiento autónomo tiene el siguiente orden:

0. Organización y orden. 1. Limpieza inicial. 2. Eliminación de fallas mecánicas. 3. Estandarización: Limpieza y lubricación. 4. Inspección general del equipo. 5.

Inspección general del proceso. 6. Estandarización general. 7. Control autónomo total.

### **3.3.5 Mantenimiento profesional**

Este departamento tiene como finalidad primordial supervisar, coordinar y cumplir a cabalidad con todas las necesidades que se presenten, existe actualmente ciertas áreas fundamentales para realizar todas las actividades que junto al personal y al jefe de mantenimiento ejecutan un buen trabajo, las áreas son: Pintura, mecánica, herrería, carpintería, refrigeración, electricidad, albañilería y plomería.

### **3.3.6 Mantenimiento de la calidad**

El mantenimiento de la calidad se realiza en tiempo real conforme a checklist estructurados. Tales listados incluyen verificar características del proceso, del producto elaborado o semielaborado, o del equipo para asegurar que se cumplen los criterios especificados.

## **3.4 METAS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todos las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo:
- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- Promover el PTM mediante motivación de grupos activos en la empresa.

### **3.5 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción.
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costes.

### **3.6 INCONVENIENTES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.

### **3.7 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TMP**

Entre las características más significativas tenemos o son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.
- El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas: dirección de operaciones de mantenimiento y dirección de tecnologías de mantenimiento.

### 3.8 BENEFICIOS DEL TPM

ORGANIZATIVOS	SEGURIDAD	PRODUCTIVIDAD
Mejora de calidad del ambiente de trabajo	Mejorar las condiciones ambientales	Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
Mejor control de las operaciones	Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.	Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
Incremento de la moral del empleado	Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas	Reducción de los costes de mantenimiento
Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas	Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.	Mejora de la calidad del producto final.
Aprendizaje permanente	Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.	Menor coste financiero por recambios.
Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.	Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.	Mejora de la tecnología de la empresa
Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.		Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado
Redes de comunicación eficaces.		Crear capacidades competitivas desde la fábrica

**Tabla 3.1** Beneficios del TPM

## **3.9 SEIS GRANDES PÉRDIDAS**

### **1 PÉRDIDAS POR AVERÍAS.**

- 1) Impedir el deterioro acelerado.
- 2) Mantenimiento de condiciones básicas del equipo.
- 3) Adherirse a las condiciones correctas de operación.
- 4) Mejorar la calidad del mantenimiento.
- 5) Hacer que el trabajo de reparación sea más que una medida transitoria.
- 6) Corregir debilidades del diseño
- 7) Aprender lo máximo de cada avería.

### **2 PÉRDIDAS POR PREPARACIÓN Y AJUSTES**

- 1) Revisión de la precisión de montaje del equipo, plantillas y herramientas.
- 2) Promocionar la estandarización.

### **3 PÉRDIDAS POR TIEMPOS MUERTOS Y PARADAS PEQUEÑAS.**

- 1) Hacer una observación cuidadosa de lo que está pasando.
- 2) Corregir defectos leves.
- 3) Determinar las condiciones óptimas.

### **4 PÉRDIDAS POR REDUCCIÓN DE VELOCIDAD**

### **5 DEFECTOS DE CALIDAD Y TRABAJOS REHECHOS.**

### **6 PÉRDIDAS DE ARRANQUE**

- 1) Pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable.

## **PASOS DE LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA**

### **CAPTACIÓN**

La captación de aguas superficiales se realiza por medio de tomas de agua que se hacen en los ríos o diques.

### **CONDUCCIÓN**

Desde la toma de agua del río hasta los presedimentadores, el agua se conduce por medio de acueductos ó canales abiertos.

### **PRESEDIMENTACIÓN**

Esta etapa se realiza en piletas preparadas para retener los sólidos sedimentables (arenas), los sólidos pesados caen al fondo. El agua pasa a otra etapa por desborde.

### **AGREGADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

El agregado de productos químicos (coagulantes) se realiza para la desestabilización del coloide o turbiedad del agua.

### **FLOCULACION**

En los floculadores que pueden ser mecánicos o hidráulicos, se produce la mezcla entre el producto químico y el coloide que produce la turbiedad, formando los floc.

### **SEDIMENTACION**

La sedimentación se realiza en decantadores o piletas de capacidad variable, según la Planta Potabilizadora. En ellos se produce la decantación del floc, que precipitan al fondo del decantador formando barro.

## FILTRACION

La filtración se realiza ingresando el agua sedimentada o decantada por encima del filtro. Por gravedad el agua pasa a través de la arena la cual retiene las impurezas o turbiedad residual que queda en la etapa de decantación.

## DESINFECCIÓN

Una vez que el agua fue filtrada, pasa a la reserva, allí se desinfecta según distintos métodos. El más usado es el agregado de cloro líquido.

## TIPOS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

**Contaminante de tipo físico:** la variación de la temperatura del agua. Las centrales nucleares necesitan refrigerarse y, como resultado de este proceso, vierten a los ríos aguas con temperaturas elevadas, lo que supone una disminución del contenido de oxígeno disuelto. Por otra parte, las centrales hidroeléctricas vierten aguas a los ríos con temperatura más baja. En ambos casos hay una modificación de la fauna y de la flora y una alteración de sus ciclos biológicos.

**Contaminante de tipo químico:** la presencia de metales pesados en el agua. Estos metales pesados proceden de la infiltración de vertederos, lo que provoca unos efectos tóxicos que pasan a los seres vivos a través de las cadenas tróficas.

**Contaminante de tipo biológico:** la presencia de microorganismos en el agua. Los virus, bacterias y protozoos proceden de aguas residuales domésticas (las aguas fecales) y pueden provocar enfermedades de tipo infeccioso como hepatitis, tifus y gastroenteritis.

**Agua dura:** es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio.

**Agua Negra:** define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

**Agua Potable:** al agua que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

## **PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA**

Las distintas secuencias y alternativas de la potabilización de agua a escala urbana

La potabilización profesional generalmente incluye los siguientes procesos:

Sedimentación

Coagulación.

Ablandamiento.

Eliminación de hierro y manganeso.

Eliminación de olor y sabor.

Filtrado

Aireación.

Control de corrosión.

Evaporación

Desinfección

Su aplicación exige conocimientos técnicos especiales reservados a Ingenieros sanitarios.

**SEDIMENTACION:** Es el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas contenidas en el agua. Se realiza en depósitos anchos y de poca profundidad. La sedimentación puede ser simple o secundaria. La simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de tratamiento especial mientras mayor sea el tiempo de reposo, mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbiedad será menor haciendo el agua mas transparente. El reposo prolongado natural también ayuda a mejorar la calidad del agua debido a la acción del aire y los rayos solares; mejor sabor y el olor, oxida el hierro y elimina algunas sustancias.

La secundaria se emplea para quitar aquellas partículas que no se depositan ni aun con reposo prolongado, y que es la causa principal de turbiedad. En este caso, se aplican métodos de coagulación con sustancias como el alumbre, bajo supervisión especializada.

**FILTRACIÓN:** Se emplea para obtener una mayor clarificación y generalmente Se aplica después de la sedimentación. Hay muchos tipos de filtros con características que varían de acuerdo con su empleo.

La filtración más usual se realiza con un lecho arenoso de unos 100 por 50 metros y 30 centímetros de profundidad. En esta capa actúan bacterias inofensivas que descomponen la materia orgánica presente en el agua en sustancias inorgánicas inocuas. Para uso domestico existen en el mercado unidades filtrantes pequeñas: algunas combinadas con sistemas de potabilizaron. Cuando se adquiere algún aparato de estos es muy importante recordar que la función principal de un filtro es la de eliminar materias en suspensión; pueden retener ciertas bacterias, quistes etc., pero por si solos no garantizan la potabilidad del agua. Para lograr esto último deben tener, además del filtro algún dispositivo de potabilización. Los filtros más útiles en el medio rural son los que se construyen con grava y arena.

**Aireación.** Se efectúa haciendo caer el agua sobre una cascada para incrementar la proporción de oxígeno disuelto en el agua. Se reduce de este modo el contenido de dióxido de carbono hasta un 60% y mejora la purificación con bacteria

aeróbicas. Además existen varios métodos físicos y químicos para desinfectar el agua.

#### a). METODOS FÍSICOS:

1. Filtración. Ayuda a eliminar bacterias, pero por sí solo, no puede garantizar la potabilidad del agua. 2. Ebullición. Método excelente para destruir los microorganismos patógenos que suelen encontrarse en el agua: bacterias, quistes y huevos. Para que sea efectiva, debe ser turbulenta. El desprendimiento de burbujas a veces se confunde con la ebullición. Es conveniente hervir el agua en el mismo recipiente en que haya de enfriarse y almacenarse procurando usarlo exclusivamente para estos propósitos.

3. Rayos ultravioleta Su empleo es muy limitado, ya que se necesita de un aparato especial que requiere energía eléctrica para su funcionamiento. Su efectividad es muy reducida en aguas turbias.

#### b). MÉTODOS QUÍMICOS

1. Ozono. Es un oxidante poderoso. No deja olor pero sí sabor, aunque no desagradable. Es difícil regular su aplicación. No tiene acción residual.

2. Yodo. Muy buen desinfectante, necesita un tiempo de contacto de media hora. Es muy costoso para emplearse en abastecimientos públicos.

3. Plata. En forma coloidal o iónica es bastante efectiva; no da sabor ni olor al agua, tiene una acción residual muy conveniente. Su efectividad disminuye con la presencia de ciertas sustancias, como cloruros, que se encuentran a veces en exceso en el agua.

4. Cloro. El cloro es indudablemente el elemento más importante que existe para la desinfección del agua. Se suele usar en una dosis de 0,0001% que destruye todos los microbios en cuatro minutos. Además se usa para:

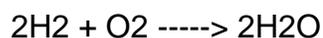
1. Eliminar olores y sabores.
2. Decolorar.
3. Ayudar a evitar la formación de algas.
4. Ayudar a quitar el hierro y manganeso.
5. Ayudar a la coagulación de materias orgánicas.

Fuente: Manual de saneamiento de La Dirección de Ingeniería Sanitaria de México

## **EL AGUA COMO COMPUESTO:**

El agua es un compuesto basado en moléculas constituidas por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno y por lo tanto de fórmula molecular H<sub>2</sub>O.

Podemos considerar el agua como el producto de la combustión (oxidación) del hidrógeno con el oxígeno del aire:



La gran reactividad (capacidad para reaccionar) que hay entre el H y el O quiere decir que entre los dos elementos existe una fuerte atracción química, que se manifiesta en que el producto de su unión, la molécula de agua, es muy estable.

Por otra parte, el enlace que mantiene unidas las moléculas de agua es de tipo covalente, es decir que los átomos que forman el compuesto comparten un electrón. Además, las moléculas de agua aparecen asociadas entre sí formando grupos mediante los denominados enlaces de hidrógeno, que actúan como pegamento.

La estructura de la molécula de agua puede explicarse teniendo en cuenta que el átomo central de oxígeno está rodeado por cuatro pares de electrones, dos formando enlace y dos solitarios. La molécula tiene por tanto, forma de V, y la repulsión entre átomos de H reduce el ángulo del tetraedro H-O-H a 104'5°.

Disposición de los átomos en la molécula de agua:

#### PROPIEDADES FÍSICAS:

PESO MOLECULAR	18'16 uma
PUNTO DE EBULLICIÓN A 1 atm	100°C
PUNTO DE FUSIÓN A 1 atm	0°C
DENSIDAD A 0°C SÓLIDO	0'915 g/ml
DENSIDAD A 0°C LÍQUIDO	0'99987 g/ml
DENSIDAD A 4°C LÍQUIDO	1'0000 g/ml
DENSIDAD A 100°C LÍQUIDO	0'95839 g/ml
CALOR DE VAPORIZACIÓN	40'561 KJ/mol
CALOR DE FUSIÓN	6'010 KJ/mol
CALOR ESPECÍFICO	0'999 cal/g°C
CONDUCTIVIDAD A 25°C	6.10-18 ohm
CONDUCTIVIDAD CALORÍFERA	0'001 cal/cm.s.°C
PRESIÓN CRÍTICA	217'7 atm
TEMPERATURA CRÍTICA	374'1 °C
PRESIÓN TRIPLE	4'58 mm Hg
TEMPERATURA TRIPLE	0'0753 °C
DILATACIÓN DE LIQ. A HIELO	10 %

Las propiedades principales del agua se explican por su capacidad de formar enlaces intermoleculares por puentes de hidrógeno, ya mencionados anteriormente. El origen de dichos enlaces se halla en la desigual distribución de la carga negativa y positiva; la molécula se transforma en dipolo, y la atracción entre los polos constituye los enlaces por puente de hidrógeno.

Cada molécula de agua es capaz de formar 4 enlaces, pero sólo a temperaturas bajas los forma realmente. A medida que aumenta la temperatura el número de enlaces entre moléculas va disminuyendo; a 40 °C el número de puentes de hidrógeno existentes es menos de la mitad de los teóricamente posibles. Esta tendencia continua a la temperatura de fusión y a temperaturas más altas hasta que tiene lugar la completa ruptura de la estructura.

En la estructura del agua al representar gráficamente la presión frente a la temperatura, las curvas que aparecen indican el distinto comportamiento de los diferentes estados del agua. Estas curvas se cortan en un punto en el que las formas sólida, líquida y vapor están en equilibrio entre sí; el punto triple es, por tanto, de especial importancia, porque en el caso del agua es un punto fijo para la escala absoluta de temperaturas (273'16 °K).

#### PROPIEDADES QUÍMICAS:

Como resultado del dipolo eléctrico asociado a la molécula de agua y como consecuencia de sus posibilidades de formar enlaces de hidrógeno, el agua da compuestos de adición con un gran número de sales. De tal modo, que las moléculas de agua pueden encontrarse asociadas de diferentes maneras:

#### Reacciones con los metales:

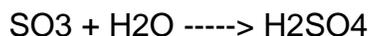
A temperatura ordinaria, el agua reacciona violentamente con los metales alcalinos y los alcalinotérreos más pesados. Metales como el Al, Mn, Zn, Fe, Sn, Pb,... reaccionan con el vapor de agua.

#### Reacción general:



Reacciones con los óxidos:

El agua reacciona con los óxidos dando oxiácidos o hidróxidos. Ejemplo:



Trióxido de azufre agua ácido sulfúrico

Reacciones de hidrólisis:

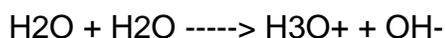
El agua produce la doble descomposición de sales. Ejemplo:



Cloruro de sulfurilo agua ácido sulfúrico ácido clorhídrico

IONIZACIÓN DEL AGUA:

El agua está débilmente ionizada, de forma que puede actuar como un ácido o como una base. La reacción,



ácido1 base2 ácido2 base1

Se realiza en poca cantidad en el agua pura. Dado que las concentraciones de los elementos del primer miembro de la ecuación son constantes, la expresión de la CONSTANTE DE EQUILIBRIO es:

$$(\text{H}_3\text{O}^+).(\text{OH}^-) = K_w$$

La cantidad de  $K_w$ , se llama CONSTANTE DEL PRODUCTO IÓNICO DEL AGUA. Su valor es de  $10^{-14}$  si las concentraciones se expresan en moles por litro y a 25 °C.

En una solución neutra la concentración de  $\text{H}_3\text{O}^+$  es la misma que la de  $\text{OH}^-$ .

## ESTADOS FÍSICOS DEL AGUA:

Como ya dije al principio el agua se encuentra en la naturaleza en los tres estados posibles de la materia: gas, líquido y sólido, presentando en cada estado características y propiedades diferentes, como ya hemos podido observar (v. propiedades físicas), ya que su estructura interna ha variado.

### ESTADO GASEOSO:

- El vapor de agua está formado por moléculas que se mueven casi independientemente entre sí.

- Por encima de 374 °C el vapor de agua puede ser comprimido hasta alcanzar cualquier densidad sin licuarse.

- Cuando la densidad tiene el valor de 0'4 g/cm<sup>3</sup> el vapor puede disolver cantidades notables de sales.

- Su estabilidad a la disociación es previsible por su elevado calor de formación; sólo se halla apreciablemente disociada a temperaturas superiores a 2000° C.

- Su capacidad calorífica la hace conveniente para fines de refrigeración en procesos industriales.

### ESTADO LÍQUIDO:

- Las moléculas de agua en estado líquido, tienden a reagruparse debido a los enlaces de hidrógeno y se reorientan cada 10-10 s, lo que hace que la determinación de su estructura instantánea sea un problema difícil.

- Es un líquido altamente polar y su mayor densidad se presenta a 4 °C.

- El agua puede ser supercalentada aumentando la presión o superenfriada añadiéndole sal común o compuesto ionizante.

- Su conductividad no es muy alta, pero aún así es 1 millón de veces más alta que la de la mayoría de líquidos no metálicos a temperatura ambiente.

## ESTADO SÓLIDO

- En el líquido anterior a medida que la temperatura baja, los grupos moleculares se unen hasta formar una estructura hexagonal compacta, el hielo.
- En el hielo, las moléculas de agua se ordenan de forma tetraédrica.

Tanto Tamman como Bridgman, en sus estudios sobre el agua sólida, demostraron que además del hielo ordinario, aparecen otras formas sólidas a presiones elevadas. Estas distintas estructuras de los diferentes tipos de hielo, se consideran como un polimorfismo (v. esquema de propiedades físicas).

Esquema de la estructura del hielo; siendo los átomos de oxígeno las esferas rojas, los de hidrógeno las blancas y las líneas punteadas los enlaces de hidrógeno:

## EL AGUA COMO DISOLVENTE

Se dice que el agua es el “disolvente universal”, y aunque esta afirmación no es totalmente cierta, lo que sí es verdad es que el agua disuelve a más tipos de sustancias y en cantidades mayores que cualquier otro disolvente existente en la naturaleza.

El agua posee esta propiedad por el hecho de tener una elevada constante dieléctrica, que es consecuencia de la naturaleza dipolar de sus moléculas: en las moléculas de H<sub>2</sub>O, el átomo de oxígeno atrae con más fuerza hacia sí las dos parejas de electrones de enlace con cada átomo de hidrógeno y debido a esto, en el átomo de oxígeno hay un exceso de carga positiva y las moléculas de agua son, por tanto, minúsculos dipolos eléctricos.

En particular, este carácter dipolar del agua la convierte en un disolvente excelente de los materiales polares o iónicos, tales como las sales, bases y ácidos, de los que se dice, por ello, que son hidrofílicos (amor al agua).

Por otra parte, el agua no lo puede todo y por tanto, las sustancias no polares, tales como los aceites y las grasas, son virtualmente insolubles en el

agua y, por consiguiente, se describen como sustancias hidrofóbicas (repulsión al agua).

Para verlo de forma más clara, pongamos un ejemplo de la actuación del agua en ambos casos:

#### Disolución de sales:

Las moléculas de H<sub>2</sub>O en presencia de partículas cargadas, como pueden ser los iones positivos del Na<sup>+</sup> o los iones negativos del Cl<sup>-</sup>, que constituyen los cristales de cloruro de sodio, tienden a colocarse con la parte positiva hacia los iones negativos del cloro y con la parte negativa hacia los iones positivos del sodio. Así, crean una especie de pantalla que debilita los enlaces iónicos que mantienen unidos los iones de cloro y sodio. Lo que antes era un cristal de sal, se transforma en algo prácticamente indistinguible del agua, dado que los iones de cloro y sodio son desmontados y englobados por moléculas de agua.

#### Mezcla con aceite:

Ya por todos es sabido, que en vertir aceite sobre agua, este no se disuelve en ella y ni tan solo se mezclan, de forma que ambos líquidos quedan perfectamente separados formando dos niveles, en el que el superior corresponde al aceite y el inferior al agua, que en pesar más, se va al fondo.

**CAPÍTULO 4**  
**METODOLOGIA**

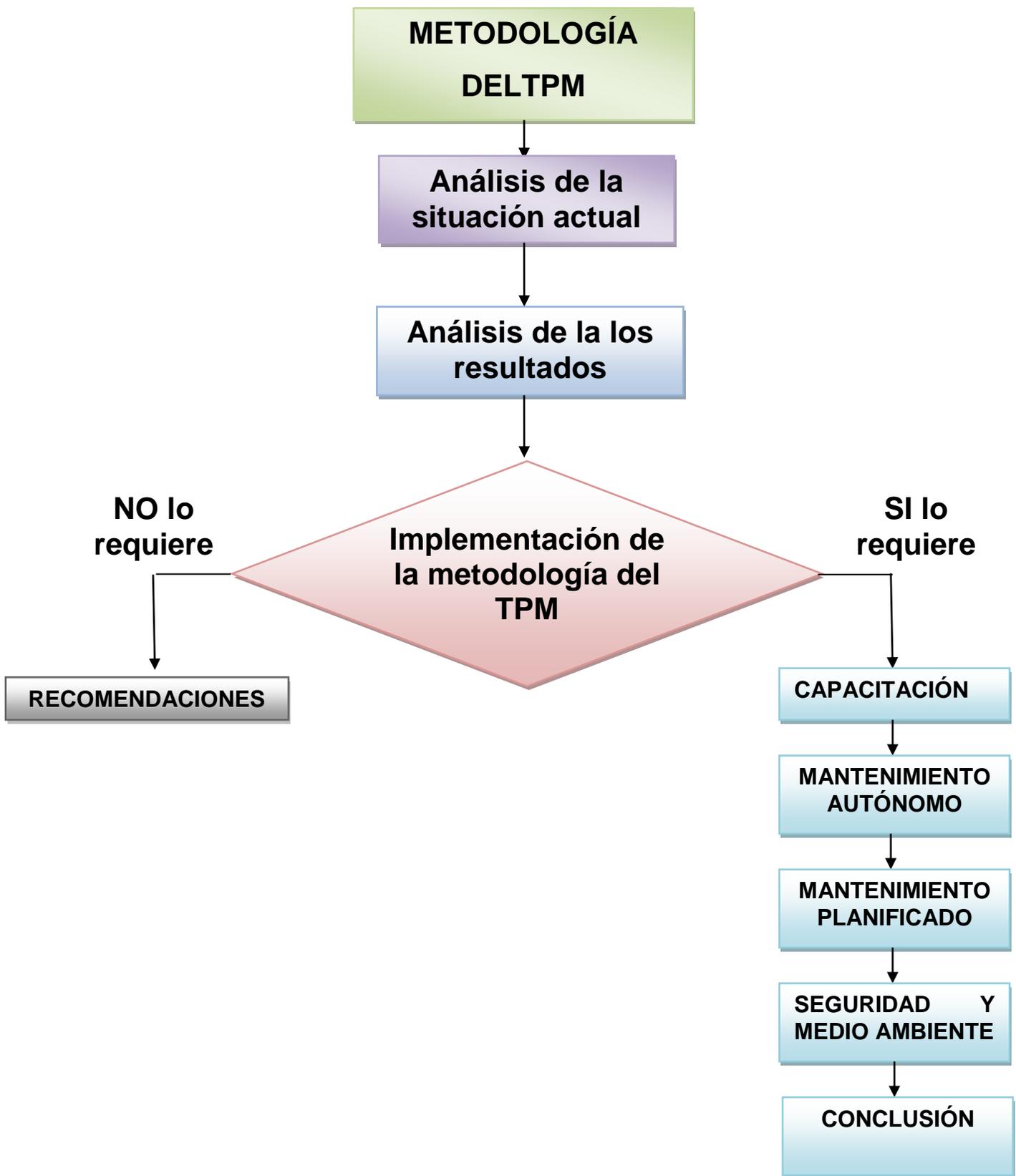


Diagrama 4.1 Metodología del TPM

## 4.1 SITUACIÓN ACTUAL

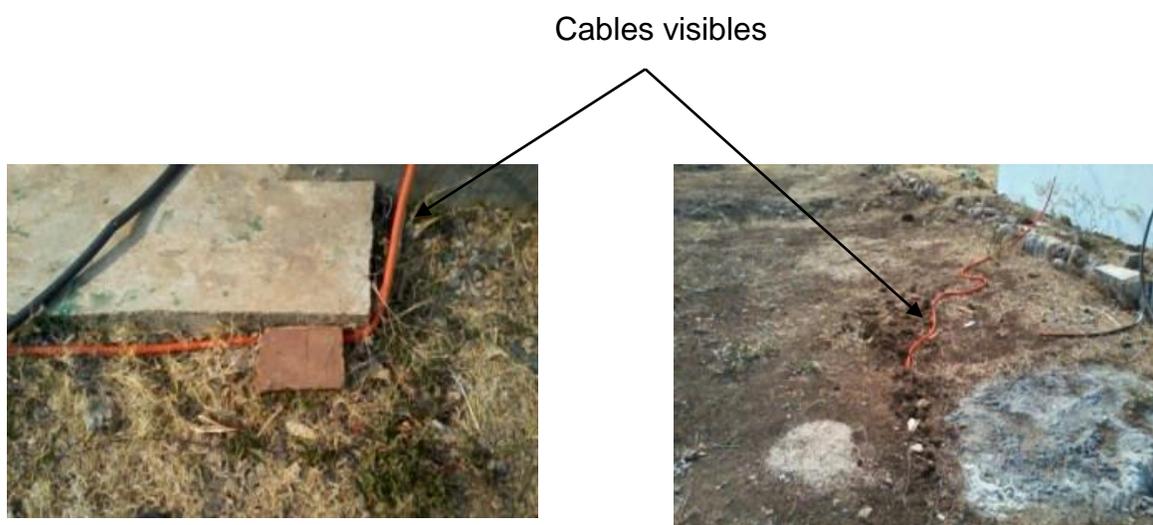
Actualmente la planta potabilizadora de agua se encuentra funcionando con 6 trabajadores de los cuales 3 son operarios, 2 veladores y 1 administrador. La planta labora todos los días de la semana, las 24 horas.

Actualmente son muchos los problemas que aquejan a esta planta, por lo que se describen a continuación cuales son los más impactantes y los que se le puede dar solución por medio del manual de mantenimiento.

## 4.2 PROBLEMAS OBSERVADOS

### 4.2.1 Cables de corriente eléctrica que alimenta las bombas

Estos cables actualmente se encuentran sin protección, por lo que son visibles y pueden ser dañados con facilidad, además de que son un peligro para los trabajadores y para los equipos que se manejan, debido a que si se llegan a dañar la capa protectora o aislante con los que cuenta este se podría tener un corto circuito y dañar todo el equipo, el cables se encuentra tal como se muestra la imagen 4.1.



**Imagen4.1** Cables a la intemperie

#### 4.2.2 Cajas de registro de energía sin protección

Las cajas de energía con las que cuenta en la planta se encuentra en mal estado debido a que no cuentan con la tapa protectora para resguardar las pastillas y los cables de la instalación de animales que puedan intervenir y provocar un corto circuito tal como se muestra en la fotografía 4.2.



**Imagen4.2**Cajas sin protección

#### 4.2.3 Control del polipasto en mala ubicación

Actual mente el control de levantamiento de los tanques de cloro se encuentra sin un lugar base o lugar resguardado con protección para resguarda la seguridad del operario, por lo que se encuentra encimado de los tanques de cloro, provocando un peligro potente para el operario ver fotografía 4.3.



**Imagen4.3**Control del polipasto

#### 4.2.4 Cables del polipasto en mala ubicación

Actualmente el cable que alimenta el polipasto se encuentra en mala ubicación debido a que está colgando y amarrado de un lazo en forma de rollo, por lo que es peligroso debido a que se puede atorar con los tanques y causar un accidente, además de deteriorar el cable, el cable se encuentra tal como la fotografía 4.4



**Imagen4.4**Cables de alimentación del polipasto

#### 4.2.5 Los conductos de cloro se encuentran mal ubicados

Las mangueras que conducen el cloro de la planta potabilizadora de agua se encuentran en mala ubicación, debido a que no tienen una ubicación específica. Provocando que se puedan atorar en los tanques de cloro provocando una fuga al romperse la manguera, generando un costo, ver la fotografía 4.5



**Imagen4.5**Conductos de cloro

#### 4.2.6 Desorden de las cosas

En el cuarto de bombas podemos observar una mala ubicación de las cosas es decir que no existe un buen manual de higiene y seguridad industrial dentro de la planta, por lo que se encuentra cosas regadas dentro de todas las áreas, tal como se puede observar en la fotografía 4.6

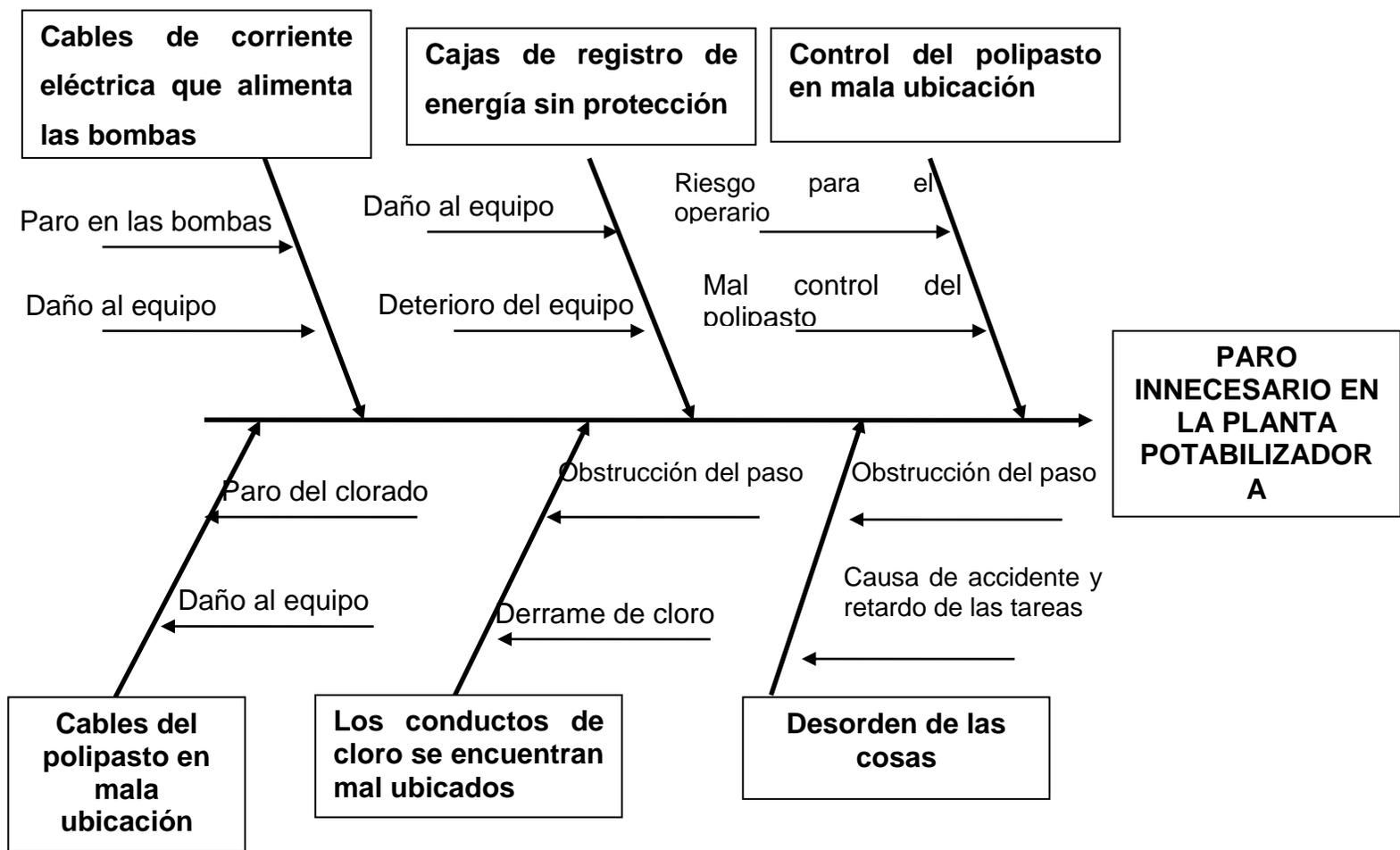


**Imagen4.6**Desorden de las cosas

### 4.3 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO

Con la información obtenida se realizó un diagrama de Ishikawa o Diagrama de causa y efecto, que se presenta en el siguiente diagnóstico de la situación actual de la planta potabilizadora de agua, en el cual podemos identificar y analizar causas probables que provocan los problemas.

Diagrama de causa y efecto para identificar las causas que este provocando paros innecesarios en los equipos de la planta.



**Diagrama 4.1** Diagrama causa y efecto de los paros innecesarios en la planta potabilizadora

#### 4.4 OTRAS 5 GRANDES PÉRDIDAS EN LA PLANTA POTABILIZADORA

LAS 5 GRANDES PÉRDIDAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN	
<b>PERDIDAS POR AVERÍAS</b>	La mayoría de las averías que se presentan en los equipos de producción no se detectan a tiempo, normalmente ocurren de forma esporádica, provocadas por el uso constante de los equipos. Este tipo de averías disminuye la disponibilidad de los equipos, ocasionando retrasos en producción
<b>PERDIDAS POR REPARACIÓN Y AJUSTE</b>	La principal causa de pérdida se presenta cuando se detiene la producción esto por parar el equipo para realizar algún ajuste o reparaciones por fallas. Lo cual afecta a la planta.
<b>PERDIDAS POR ESPERA Y PAROS MENORES</b>	La principal pérdida de tiempo se debe por la espera de materia prima, y algunos componentes, que son solucionados lo más pronto posible. Ajustes menores en maquinaria durante el proceso.
<b>PERDIDAS POR VELOCIDAD REDUCIDA</b>	Las pérdidas por velocidad reducida se deben a que los equipos y maquinarias no trabajan al 100%, ya que algunas operaciones requieren de una cierta habilidad manual por parte del personal y en ocasiones no se cuenta con la capacitación adecuada, por lo que disminuye la velocidad.
<b>PERDIDAS POR DEFECTOS DE CALIDAD</b>	Las principales pérdidas que se presentan por defectos de calidad se deben, a la presencia de mala higiene industrial en el equipo de producción.

Tabla 4.1 Las 5 grandes pérdidas

## 4.5 PAROS INADECUADO Y ALTOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

<b>Paros inadecuados y altos costos de mantenimiento en los equipos de producción</b>	
<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>	<p>Una de la causas más obvias de los paros inadecuados que se presentan en algunas maquinas y equipos se debe a la falta de un programa de mantenimiento y a que algunas de sus piezas ya están deterioradas y al no llevar a cabo un historial que proporcione información detallada del estado en que se encuentran, los operarios no se percatan de estos problemas y por lo tanto estos siguen trabajando con los equipos a un ritmo normal hasta que siguen trabajando con los equipos a un ritmo normal hasta que estos presentan alguna falla, lo que a la vez ocasiona altos costos por mantenimiento correctivo.</p>
<b>MANO DE OBRA</b>	<p>El personal o mano de obra de producción no cuenta con motivación que genere los impulsos, deseos y necesidades para comprometerse para realizar acciones de mantenimiento, debido a que no se les proporciona una capacitación adecuada para mantener en condiciones optimas el buen funcionamiento de los equipos, también desconocen los beneficios que genera para ellos el programa de mantenimiento.</p>
<b>REFACCIONES DE REPUESTO</b>	<p>Debido a que la planta cuenta con maquinaria industrial y por lo tanto hay que tener las refacciones, en ocasiones los suministros de estos son tardados, no existe un control de inventario de refacciones ya que no se le da la importancia adecuada. La falta de refacciones en el momento de reparar los equipos provoca que a menudo se adquieran refacciones de mala calidad, lo cual a la vez también genera mayores costos ya que al poco tiempo los problemas regresan.</p>

<p><b>Métodos</b></p>	<p>Actualmente la empresa no cuenta con un método o procedimiento de mantenimiento, los problemas en equipos se componen mediante un mantenimiento correctivo los cuales son muy costosos para la planta, ya que contratan mecánicos externos, debido a que el personal no tiene la capacitación y los conocimientos para abatir ciertos tipos de problemas que se puedan presentar.</p>
-----------------------	--

**Tabla 4.2** Paros inadecuados y altos costos de mantenimiento

## 4.6 CAPACITACIÓN

Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno.

El objetivo principal en este pilar es aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen.

Algunas ventajas que se obtienen son: Formar personal competente en equipos y en la mejora continua de su área de responsabilidad. Estimular el autodesarrollo del personal. Desarrollar recursos humanos que puedan satisfacer las necesidades de trabajo futuras. Estimular la formación sistemática del personal.

## 4.7 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Está enfocado al operario ya que es el que más interactúa con el equipo, propone alargar la vida útil de la maquina o línea de producción.

El Mantenimiento Autónomo está enfocado por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de

herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos
- Rupturas de ciertas piezas
- Desplazamientos
- Errores en la manipulación

## **4.8 MANTENIMIENTO PLANEADO**

Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.

El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

Los principales objetivos del mantenimiento planeado son:

- Reducir el coste de mantenimiento
- Reducción espera de trabajos
- Eliminar radicalmente los fallos

## **4.9 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE**

Trata las políticas medioambientales y de seguridad regidas por el gobierno.

La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

Los principales objetivos son:

Cero accidentes. Cero contaminaciones.

**CAPÍTULO 5**

**PROPUESTA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL  
(TPM)**

## **5.1 SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DEL PROCESO DE LA EMPRESA**

Estos objetivos se pueden alcanzar con el uso de TPM y la capacitación del personal buscando el mejoramiento continuo.

Para la adecuada implementación de este programa se requiere de un cambio de cultura laboral ya que el TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incrementar la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato y emotivo por lo que se requiere de la participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta, ya que cada uno de ellos forma parte fundamental de la organización, por eso hay que incluir a todos y cada uno de ellos para garantizar el éxito de los objetivos del programa.

Para ello muchos de los programas que incluye la capacitación TPM, inicia solamente para capacitar y concluye ayudando al desarrollo y aumentando a la capacidad como empleado directo. Dentro de estos múltiples beneficios se encuentran:

- Conduce a rentabilidad más alta y actitudes más positivas
- Ayuda al personal a identificarse con los objetivos de la organización
- Se agiliza la toma de decisiones y la solución de la organización
- Incrementa la productividad y calidad

Los cambios en el ambiente externo, pueden convertirse en fuentes de nuevos desafíos. El cambio estratégico respecto a la administración del mantenimiento puede crear una necesidad de capacitación. Aunque la capacitación no debe utilizarse siempre como respuesta automática a los problemas, las tendencias

indeseables en cualquier sentido pueden ser indicio de una fuerza de trabajo con una pobre preparación.

De acuerdo a lo antes mencionado y ala aplicación del cuestionario para conocer las necesidades y deficiencias del personal encargado de operar la maquinaria y equipo del área de proceso se considera de gran importancia crear un programa de capacitación para el personal de la planta potabilizadora de agua de La Concordia.

## 5.2 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA INICIACIÓN AL TPM.

CAPACITACIÓN	TIEMPO	TEMPORADA
Implementar un programa de motivación laboral donde se dé a conocer temas de superación, comunicación, autoestima, liderazgo y sinergia dentro del ambiente laboral. (Para atacar el miedo al cambio)	10 horas	Luego de la aprobación de la implementación
<b>Iniciación en el TPM</b> ¿Qué es? ¿Cómo funciona? Sus principios, objetivos Sus ventajas y beneficios tanto para la empresa como el personal Se realizara mediante presentaciones y ejemplos de aplicación	5 horas	2do. Mes, luego del año de conocimientos básicos
<b>Como aplicar el TPM</b> Metodología Uso de Formatos Aplicación de registros Principios del mantenimiento Mantenimiento autónomo Mantenimiento planeado	10 horas	3er mes

<p><b>Herramientas</b></p> <p>Uso de herramientas</p> <p>Uso de herramientas de análisis de problemas Ishikawa, pareto.</p>	<p>15 horas</p>	<p>4to mes</p>
<p><b>Capacitación técnica</b></p> <p>Conocimiento básico en electricidad</p> <p>Conocimiento básico en mecánica</p> <p>Conocimiento básico en limpieza</p> <p>Temas relacionados con la seguridad en el trabajo</p>	<p>20 horas</p>	<p>4to mes</p>

**Tabla 5.1** Programa de capacitación para la iniciación al TPM.

### **5.3 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

El mantenimiento autónomo y la capacitación del personal de toda empresa juegan papeles muy importantes en la integración del sistema TPM, debido a esto se considera de gran importancia diseñar un programa de mantenimiento autónomo para la planta potabilizadora de agua, así que para llevar a cabo lo planeado es necesario formar un conjunto de estrategias apegadas al programa de mantenimiento, donde se involucre todo personal de la empresa, con el fin de unificar fuerzas desde las etapas iniciales de la creación del sistema TPM, cuyo objetivo sea llegar con mayor exactitud en la detención de las causas de los problemas relacionados con el mantenimiento de las máquinas y equipos que se manejan.

### **5.3.1 Mantenimiento autónomo**

Es aquel mantenimiento realizado en menor escala por los operadores del equipo, contribuyendo en gran medida a aumentar la eficiencia de los equipos a través de la prevención del deterioro.

El mantenimiento autónomo será realizado por el personal del área de producción ya que es el encargado de operar toda la maquinaria y equipo que en la planta se maneja

### **5.3.2 Beneficios de la aplicación del mantenimiento autónomo en la planta**

- Mejora las inspecciones de rutina y el mantenimiento de la maquinaria de la planta
- Ayuda a mejorar las condiciones del equipo mediante la identificación y el control de los factores que contribuyen a su mal funcionamiento de los mismos.
- Mejorar la calidad de la producción ya que se tendrá mejor higiene
- Unificar e involucrar al personal de la planta

### **5.3.3 Grupos Autónomos**

Los grupos autónomos son aquellos a los que se les asigna la realización de inspecciones periódicas en los equipos, para verificar su limpieza, funcionamiento o deterioro, para así mejorar la productividad, la calidad en el producto y las condiciones trabajo.

Se creara un grupo autónomo que estará constituido educación por personal del área de producción de la empresa.

Cuyo objetivo será la de inspeccionar y analizar cada uno de los equipos existentes en la planta detectar anomalías y prevenir posibles fallas en los equipos, mediante la realización de trabajos de mantenimiento preventivo, así como llevar un control de los equipos mediante registros.

### 5.3.4 Establecimiento de los equipos autónomos

La planta contara con un grupo autónomo el cual estará conformado por todo el personal de producción de la planta. Con el fin de que trabajen conjuntamente para que las actividades sean más fáciles y llevaderas.

Las actividades que realizaran el grupo autónomo se presenta en el siguiente cuadro, en el cual muestra los pasos para realizar el mantenimiento autónomo.

ACTIVIDADES	REALIZACIÓN
Limpieza inicial	Limpiar todo el polvo y basura del equipo, lubricar y ajustar las piezas, detectar y reparar el mal funcionamiento.
Medidas contra las fuentes de averías	Prevenir las causas de polvo, basura y desajustes, hacer más accesibles las partes más difíciles de limpiar y lubricar; reducir el tiempo requerido para limpieza y lubricación.
Formulación de estándares de limpieza	Formular estándares para mantener la maquina limpia, lubricada y ajustada invirtiendo poco tiempo.
Verificación global	Entrenamiento en verificación a través de manuales; detectar y reparar defectos menores del equipo a través de chequeos globales.
Verificación autónoma	Formular e interpretar hojas de verificación autónoma
Orden y aseo	Entandares de elementos y sistemas para dirigir el mantenimiento: Estándares de limpieza, verificación y lubricación Estándares para distribución física en los puntos de trabajo. Estandarización de registro de datos. Estandarización de montajes, útiles y herramientas.
Dirección del sistema autónomo	Desarrollar políticas corporativas y objetivos. Hacer rutinas para las actividades de mejora, análisis de funciones y mejora de los equipos.

**Tabla 5.2** Actividades del grupo autónomo

## 5.4 PROGRAMA DE INSPECCIÓN DEL GRUPO AUTÓNOMO PARA ASEGURARSE DEL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO.

En la siguiente tabla se presenta el programa de mantenimiento que se implementará para prevenir el mal funcionamiento de la planta potabilizadora de agua.

	<b>PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA LA CONCORDIA CHIAPAS</b>
<b>PROGRAMA DE INSPECCIÓN DEL GRUPO AUTÓNOMO</b>	
<b>ÁREA: CUARTO DE MAQUINAS</b>	
<b>EQUIPO:</b> Polipasto	<b>FECHA:</b>
Inspección visual y ajustar las conexiones: ( ) OK Motor: Voltaje: 1____, 2____, 3____, 4____. Amperaje: 1____, 2____, 3____, 4____. Revisión de la lubricación y de conductores: ( ) OK. Revisión de la temperatura del equipo: ( ) OK Chequeo auditivo para detectar ruidos extraños: ( ) OK	
<b>EQUIPO:</b> bombas	<b>FECHA:</b>
Inspección visual y ajustar las conexiones: ( ) OK Motor: Voltaje: 1____, 2____, 3____, 4____. Amperaje: 1____, 2____, 3____, 4____. Revisión de la lubricación y de conductores: ( ) OK. Revisión de la temperatura del equipo: ( ) OK Chequeo auditivo para detectar ruidos extraños: ( ) OK	

<b>EQUIPO:</b> tanque de cloro	<b>FECHA:</b>
Inspección visual y ajustar las conexiones: ( ) OK Tanque: Capacidad: 1_____, 2_____, 3_____, 4_____. Uso actual: 1_____, 2_____, 3_____, 4_____. Contenido del tanque: 1_____, 2_____, 3_____, 4_____. Revisión de la lubricación ( ) OK. Revisión de la temperatura del equipo: ( ) OK Chequeo auditivo para detectar ruidos extraños: ( ) OK	

Observaciones:

---



---

\_\_\_\_\_  
 Nombre y firma del responsable

**Tabla 5.3** Programa de inspección en el cuarto de maquinas

### 5.4.1 Programa de limpieza para el cuarto de maquinas

En la siguiente tabla se presenta el programa de limpieza que se realizara en el cuarto de maquinas.

 <b>PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA DEL MUNICIPIO DE LA CONCORDIA CHIAPAS</b> <b>PROGRAMA MENSUAL DE LIMPIEZA PARA EL CUARTO DE MAQUINAS</b>																																			
ÁREA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	DIAS																																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
ÁREA DE MAQUINAS	Limpieza y desinfección de pisos	Quincenal																																	
	Limpieza de cristales de ventana y puertas de acceso	Semanal																																	
	Limpieza de la superficie de los tanques	Quincenal																																	
	Limpieza de superficie de los motores	Quincenal																																	

**Tabla 5.4** Programa mensual de limpieza en el área de maquinas.

Nota: Para realizar la limpieza de equipos se debe verificar que el equipo se encuentre apagado. Es indispensable contar con el material y equipo necesario para realizar las acciones de limpieza

#### **5.4.2 Procedimiento para realizar el mantenimiento (limpieza) en los equipos en el cuarto de maquinas.**

##### **Descripción de la actividad**

##### **Limpieza de pisos**

1. Agregar a 3 recipientes 20 litros de agua cada uno, con 80 gr. De jabón
2. Agregar sobre el piso la solución del recipiente
3. Tallar el piso con una esponja hasta que esté completamente limpio
4. Agregar la cantidad necesaria de agua limpia al piso para quitar toda suciedad y residuos de jabón que se encuentren en el.
5. Mandar el agua sucia hacia la alcantarilla con la ayuda de una escoba o un jalador de modo que no quede agua acumulada.

##### **Limpieza de cristales de ventana**

1. Preparar una solución de 5 litros de agua con 25 gr. De jabón.
2. Tallar con una fibra previamente mojada con la solución los cristales y bordes de la ventana.
3. Enjuagar con suficiente agua limpia para eliminar los residuos de suciedad y jabón.
4. Esta actividad se realizara una vez a la semana.

##### **Limpieza de la superficie de los tanques**

1. Preparar un recipiente de 2 litros de agua
2. Sumergir la franela al recipiente de agua y exprimir para quitar el exceso de agua

3. Pasar cuidadosa mente la franela sobre los tanques de cloro para quitar el polvo, y limpiar los canales y orificios que son obstruidos por el polvo.

### **Limpieza de superficie de los motores**

1. Preparar un recipiente de 2 litros de agua
2. Sumergir la franela al recipiente de agua y exprimir para quitar el exceso de agua.
3. Pasar cuidadosa mente la franela sobre la bomba para quitar telaraña y polvo que se pueda acumular en la bomba provocando mayor calentamiento o el mismo deterioro.

## **5.5IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

El objetivo del aplicar el mantenimiento planificado en la planta potabilizadora de agua, es reducir la probabilidad de averías o pérdidas de rendimiento de la maquinaria. Consiste en programar las intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados de tiempo.

Para esto se debe tener en cuenta que se debe realizar inspecciones frecuentes antes de realizar un cambio de pieza, para determinar el estado de la pieza y saber si requiere cambio o se encuentra en buenas condiciones para seguir en funcionamiento, además de una limpieza periódica para tener en buen estado la maquinaria o equipo.

El mantenimiento si se desarrolla con las técnicas adecuadas, se obtendrá los siguientes resultados:

- Reducir los costos de mantenimientos

- Mejorar la producción de la planta
- Reducir la tasa de defectos
- Aumentar la disponibilidad de los equipos.

Para realizar todo esto es de gran necesidad conocer el equipo que se maneja en la planta.

Donde también es recomendable verificar la realización de las acciones que contenga el programa de mantenimiento planificado de acuerdo a las fechas propuestas en el programa, también es importante que al finalizar cada etapa de este se haga un análisis y se evalúen los resultados obtenidos para conocer si se está trabajando correctamente, si se logró lo planeado y en caso de encontrar algunas anomalías hacer los cambios pertinentes en el programa.

Para implementar un adecuado programa de mantenimiento es la empresa se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Equilibrio entre las necesidades y la capacidad de satisfacerlas: En la planeación del mantenimiento planificado se realizó lo más apegado a la realidad, de cómo se encuentra la maquinaria, equipo y la disposición que tiene el personal del área de producción, ya que esto es esencial para obtener toda la información necesaria para diseñar el programa de mantenimiento adecuado. Dentro del cual se tomó en cuenta la flexibilidad, la cual permitirá realizar los cambios convenientes cuando se detecte alguna anomalía, pues esto permitirá que el programa siempre se adapte a la realidad de la empresa.
- Coordinación de materiales, personal, herramientas, equipos: El encargado de realizar el mantenimiento programará las actividades tomando en cuenta todo los equipos, materiales y herramientas que se necesitan para iniciar el proceso en la planta, también verificará que se cuente la cantidad de

materiales y equipo conveniente que se utilizaran al iniciar el mantenimiento, ya que si no se cuenta con ellas se debe realizar los pedidos necesarios para que cuando se tenga que realizar las actividades se cuente con ellos y así evitar retrasos.

También es importante que en la planta se tenga un reconocimiento de las capacidades y destrezas del trabajador para asignar el personal adecuado para implementar el mantenimiento.

- El operario debe tener el conocimiento de que el mantenimiento se hará cuando las maquinas estén ociosas o en su defecto, encontrar el momento adecuado para no afectar demasiado los tiempos de proceso.

### **5.5.1 Seguridad**

La seguridad en el trabajo constituye, junto con una maquina bien cuidada, una combinación segura, eficaz y confiable. Se recomienda cumplir las normas de seguridad básica que se enlistan a continuación:

- Para realizar el mantenimiento el encargado no debe utilizar joyas como pulseras, relojes, anillos, cadenas, etc. Durante el proceso de mantenimiento y limpieza de la maquinaria y equipo.
- Antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento de la maquinaria el operario debe verificar que no esté conectada a la corriente eléctrica, ya que si no se realiza podría causar alguna descarga eléctrica.
- Mientras se realiza el proceso de mantenimiento al área de trabajo debe encontrarse libre de obstáculos, limpia, ventilada y bien iluminada.

- Para que los operarios estén al tanto de que maquinaria requiere mantenimiento, será necesario colocar señalamientos de fuera de servicio para evitar posibles accidentes, a causa de utilizar el equipo en mal estado.
- El operario o encargado de manejar el equipo debe realizar un reporte de cualquier anomalía que surja durante el funcionamiento de la misma, estos pueden ser: ruidos extraños, humo, olor, u otras fallas.
- Durante el proceso de mantenimiento el operario evitara introducir alimentos, bebidas, ya que estos pueden ocasionar algún accidente.
- El encargado de dar mantenimiento debe verificar que no deje herramientas o piezas sueltas en la maquinaria, ya que podría provocar descargas eléctricas a la hora de operar.

## 5.6 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA BOMBAS Y MOTORES.

A continuación se presenta el programa de mantenimiento preventivo que se aplicara en la planta potabilizadora de agua.

PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA DE LA CONCORDIA CHIAPAS.		
EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
<b>MOTORES</b>	Verificar temperatura	Diario
	Limpieza general	Cada 15 días
	Revisar embobinado	Trimestral
	Cambio de baleros	Anual
	Verificar el ajuste del ventilador	Semestral
	Verificar el ajuste de la flecha al acoplamiento del motor	Semestral
<b>BOMBAS</b>	Verificar temperatura	Semanal
	Verificar baleros	Trimestral
	Cambio de baleros	Anual
	Verificar sellos mecánicos	Trimestral
	Cambio de sellos mecánicos	Semestral
	Verificación de ruidos anormales	Diario
	Revisar embobinado	Semestral
	Revisar impulsor	Semestral
	Revisar el rotor	Semestral
	Verificar que no existe fuga de agua	Diario
	Verificar el estado físico de la carcasa	Bimestral
<b>POLIPASTO</b>	Verificar temperatura	Semanal
	Verificar baleros	Trimestral
	Cambio de baleros	Anual
	Revisar cadenas y ganchos	Semanal
	Verificar sujetadores	Bimestral
	Verificación de ruidos anormales	Diario
	Verificar el estado físico de la carcasa	Bimestral
	Verificar conexiones	Seminal

Observaciones:

---



---

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del responsable

### 5.6.1 Programa de mantenimiento preventivo para la planta

PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA DE LA CONCORDIA CHIAPAS.		
EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
<b>AJUSTES MECÁNICOS</b>	Ajustar todas las válvulas	Diario
	Ajustar todos los tapones	Diario
	Checar líneas de tubería	Semanal
	Revisar la instalación eléctrica	semanal
<b>BOMBAS</b>	Limpieza y revisión general	De acuerdo al programa de mantto. Para bombas
<b>MOTORES</b>	Limpieza y revisión general	De acuerdo al programa de mantto. Para motores
<b>POLIPASTO</b>	Limpieza y revisión general	De acuerdo al programa de mantto. Para motores

**Tabla 5.6** Programa de mantenimiento preventivo para la planta.

## 5.7DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA INFORMACIÓN

La administración del mantenimiento requiere de medios sencillos y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; cuantificar tiempos, materiales y costos; saber que acciones son necesarias para disminuir al mínimo el costo de mantenimiento y el tiempo de paro, y por ultimo valorar los resultados obtenidos con lo planeado y programado. Con este programa se busca asegurar el control adecuado de la información para poder autorizar los gastos y actividades de mantenimiento dentro de la empresa.

### **5.7.1 Registro de historial del equipo**

Un rasgo esencial del mantenimiento, es la acumulación de datos de las reparaciones de la maquinaria y equipo en general, la cual se efectúa en forma de solicitud de mantenimiento, mediante tarjetas de registros en donde se deberán asentar las reparaciones.

El registro del historial del equipo es un concentrado de información que nos permite:

- Identificar los equipos, maquinas y aparatos que ocasionaron mayores problemas.
- Conocer como se actuó ante lo sucedido
- Cuantificar los gastos producidos.

Con este tipo de registros se logra un gran ahorro económico, ya que ayuda a retirar aquel equipo que no se encuentre en las mejores condiciones para su operación, identificando a aquellos que causaron el mayor tiempo de paro, que a la vez causan los gastos mayores y los que estuvieron fuera de operación durante un tiempo más prolongado.

### **5.7.2 Registro de datos del equipo**

Es el documento en el cual se registraran los datos primordiales de cada equipo, maquinaria, motor, etc. Con los que cuenta el área de maquinas, dichos documentos contienen las siguientes información.

Especificación del equipo, maquinaria, motor, etc.

- Marca
- Modelo
- No. De serie
- Datos del proveedor

El registro de datos de los equipos es de gran ayuda, ya que con ellos el personal conoce que tipo de maquinaria, equipo o aparato manejan, así también es muy útil para efectuar un adecuado sistema de inventarios.

Esta información es de gran ayuda para los trabajadores de la empresa, porque permite conocer y tener las referencias necesarias para identificar la maquinaria y equipo con que se cuenta.

## **5.8 PERSONAS ENCARGADAS DE IMPLEMENTAR EL TPM**

Para este punto y sobretodo el más importante se tiene contemplado que los mismos operarios realicen esta tarea ya que son las personas indicadas para realizar y llevar a cabo el manual de mantenimiento, ya que ellos tiene un contacto directo con la maquinaria y ven los que está fallando y reportarlo para su posterior mantenimiento.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN**

## 6.1 CONCLUSIÓN

En la actualidad para que la empresa se pueda enfrentar a un nuevo entorno de desarrollo y a competencia laboral cada vez mas fuertes deben adoptar las estrategias más convenientes, por lo que es favorables que las sociedades apliquen un programa de mantenimiento productivo total para mantener en condiciones optimas sus maquinaria, equipos, instalaciones y herramientas y así poder aumentar sus productividad y competitividad.

Ya que al aplicar un programa de mantenimiento productivo total de forma adecuada en cualquier empresa traerá consigo grandes beneficios pues este busca el mejoramiento permanente de la productividad con la participación de todos los que lo conforman. Hoy en día se ha comprobado que este sistema esta dando resultados eficaces y eficientes para el ogo de un rápido proceso de optimización industrial.

El TPM es muy claro en sus objetivos generales en cada uno de los pilares y en cada uno de sus pasos, este modelo va mas allá, enfoca sus objetivos y desarrollo de acuerdo a las necesidades de la empresa.

El TMP es un programa de largo plazo que requiere un involucramiento de todos los niveles organizacionales, así mismo se debe realizar un seguimiento y evaluación que permita retroalimentar y fortificar sus debilidades, en este caso el mantenimiento planeado.

En general el personal de producción toma conciencia de que cada dia hay que mejorar mas y que hay que aumentar la productividad del equipo y de la planta; pero en un alto porcentaje, hace falta más acompañamiento por parte de sus superiores, sean superiores o jefes para que se sientan guiados y comprometidos con el programa.

## **6.2 Recomendaciones**

Para obtener los resultados esperados de este proyecto se pide que se tomen en cuenta las siguientes recomendaciones, para no perder los objetivos que se quieren alcanzar con la implementación de este programa y así se logre el beneficio para la planta.

Dar seguimiento a la implementación del programa de mantenimiento productivo total y mantenerlo actualizado.

Se recomienda equilibrar cargas de responsabilidad en los diferentes sistemas de gestión, ya que constantemente el personal operativo se queja de que no realiza tareas en TPM por que también tiene que cumplir con otras tareas.

La falta de conocimiento técnico es alta en el personal operativo, por eso se recomienda una serie de entrenamientos que contribuyen a la formación y al logro de los objetivos del paso de mantenimiento planeado.

Es importante contar con el personal comprometido para que las mejoras se puedan llevar acabo de manera eficiente, esto se logra creando incentivos económicos, días libres, para disminuir las resistencia al cambio que pueda presentar el persona.

## BIBLIOGRAFIA

- **SEAPAL Vallarta** ; marzo 20 del año 2013,  
[http://www.seapal.gob.mx/templates/it\\_factory/favicon.ico](http://www.seapal.gob.mx/templates/it_factory/favicon.ico)
- **Rincón del vago**; marzo 25 del año 2013  
[http://html.rincondelvago.com/mantenimiento-productivo-total\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/mantenimiento-productivo-total_1.html)
- **Wikipedia, la enciclopedia libre**; abril 20 del año 2013  
[es.wikipedia.org/](http://es.wikipedia.org/)
- MANUAL TECNICO DEGREMONT 4<sup>A</sup> EDICION
- GUIAS PARA MANIPULACION Y USO DEL CLORO. EUROCHLOR GEST 92/169
- REGLAMENTACION TECNICO SANITARIO AGUAS POTABLES CONSUMO PUBLICO BOE N° 226
- REAL DECRETO 140/2003, BOE N° 45 DE 21/02/13

