



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura
Campo de conocimiento de Tecnologías

Estrategias de mantenimiento aplicadas a la alberca olímpica universitaria

**Tesis para optar por el grado de
Maestro en arquitectura**

PRESENTA:

Arq. Oreste Carbajal Hernández

DIRECTOR DE TESIS:

Dra. Gemma Luz Sylvia Verduzco Chirino.
(Facultad de Arquitectura)

COMITÉ TUTOR:

Mtro. Leonardo B. Zeevaert Alcántara
(Facultad de Arquitectura)

Dr. Fidel Sánchez Bautista
(Facultad de Arquitectura)

M en I Verónica Flores García
(Facultad de Ingeniería)

Dra. Angelica Sánchez Flores
(Facultad de Arquitectura)

Ciudad Universitaria, Cd. Mx. Enero 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo, amor y comprensión, a mi esposa e hijas por ser el motor de mi vida, a mis padres por inculcarme este amor a la UNAM.

A la Dra. Gemma Luz S. Verduzco Chirino, por su invaluable tiempo, paciencia y por ser la principal guía en esta etapa de mi vida académica.

Al Mtro. Leonardo B. Zeevaert Alcántara por su apoyo, y orientación para centrar la investigación en la alberca olímpica universitaria.

A mis profesores del posgrado, con especial atención al Dr. Fidel Sánchez Bautista, a la M. en I. Verónica Flores García, y a la Dra. Angelica Sánchez Flores por su apoyo en la realización de este proyecto.

A la UNAM por darme la oportunidad de formar parte de su comunidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1.	Marco teórico	3
1.1.	Mantenimiento	3
1.2.	Administración	14
1.3.	Estrategias de mantenimiento	27
1.4.	Gestión	35
1.5.	Teoría General de Sistemas (TGS)	43
2.	Proceso de análisis de Gestión de mantenimiento	47
2.1.	Ciclo de proceso de pronósticos	47
2.2.	Evaluación de la gestión de mantenimiento	48
2.3.	Indicadores	49
3.	Alberca Olímpica Universitaria	55
3.1.	Generalidades	55
3.2.	Instalaciones	57
3.3.	Operación	59
3.4.	Equipos y áreas sin uso	65
3.5.	Análisis de ahorro	68
3.6.	Evaluación de la gestión de mantenimiento y planeación estratégica	69

4.	Análisis y discusión de resultados preliminares.....	87
4.1.	Resultados preliminares:.....	90
4.2.	Soluciones propuestas:	90
4.3.	Tareas de mantenimiento propuestas.....	93
	Conclusiones.....	109
	Glosario.....	115
	Referencias.....	117
	Tablas de Ilustraciones.....	121

INTRODUCCIÓN.

A partir de la segunda guerra mundial comienzan a desarrollarse técnicas organizativas, coordinación de recursos para lograr un objetivo común, y al igual que la carrera espacial entre Estados Unidos y Rusia fueron desarrolladas técnicas especiales de organización que requerían eficiencia en control de plazos, calidad y recursos.

En la actualidad existe una gran cantidad de actividades que requieren la necesidad de controlar con distinto nivel de rigor, tiempo, calidad y eficiencia, y la arquitectura no es la excepción.

En arquitectura existen investigaciones enfocadas a la administración de proyectos, principalmente a la obtención de un producto o servicio, sin embargo, el proceso posterior a la construcción, que por lo general tiene un ciclo de vida más duradero, se ha dejado desatendido en este sentido, y el modo de preservar estos productos dependerá de la forma de abordar las tareas de operación y mantenimiento.

En la época actual la prestación de servicios profesionales de mantenimiento industrial llegó a una madurez tal que existen no solo distintos tipos, modelos o formas de realizar estas tareas específicas, sino que ha llegado a existir una serie de filosofías y concepciones que tienen como finalidad diferentes objetivos prioritarios que involucran: confiabilidad, bajo costo, producción, etc.

Esta investigación está enfocada a proporcionar un panorama de la evolución y aplicación del mantenimiento explicando sus conceptos y formas de aplicarlos a la arquitectura con el ejemplo de uno de los conjuntos emblemáticos de la UNAM, la Alberca Olímpica Universitaria.

Desde el punto de vista estratégico esto hace pensar en un proceso ordenado lógico y sistemático para cumplir el o los objetivos de mantenimiento, buscando una reflexión acerca de la importancia de analizar, plantear estrategias, evaluar las decisiones y acciones tomadas. Para este punto importante la información y el manejo de esta a tal grado que esta misma determina el nivel de éxito de la gestión de recursos.

Este documento no es un manual de mantenimiento de albercas, ayuda a identificar el proceso a seguir para evaluar las condiciones de una edificación o un espacio arquitectónico, está enfocado primordialmente a identificar el ¿qué? ¿Cómo? y ¿cuándo?, fijar un objetivo, plantear estrategias y líneas de acción, seleccionar y medir los indicadores que permiten evaluación de resultados.

“A nivel mundial día a día se otorga mayor atención a las actividades de estímulo a la economía y crecimiento organizacional de los países en desarrollo. Sin embargo, el progreso no se reduce solo a la inversión de nuevas instalaciones y a la transferencia tecnológica extranjera, sino que es indispensable utilizar efectivamente las instalaciones existentes, donde uno de los requisitos primordiales sea garantizar un servicio sistémico y técnico de mantenimiento eficiente, eficaz, seguro y económico de los activos de una empresa”. (García Palencia, 2012).

Debido a la falta de interés en actividades de mantenimiento, a lo largo de generaciones de trabajadores operadores de distintas áreas del CAMPUS central de la Universidad Nacional Autónoma de México se han heredado formas de trabajar, en espacios que se van modernizando o actualizando a través del tiempo, y con esto los cambios en la operación de instrumentos y equipos, sin existir programas de capacitación integrales para los operarios, lo que lleva a un desconocimiento y operación errónea o incompleta por su parte.

En cada uno de los departamentos involucrados en las actividades de mantenimiento realizan un esfuerzo por cumplir con sus objetivos primordiales sin estar vinculados unos con otros, como ejemplo el área de bienes y suministros busca realizar la compra que permita reducir costos, el de ingenierías, que las estructuras cumplan con su función, sin embargo el trabajar por separado ha dejado en claro que el objetivo inicial no se cumple, porque en ocasiones se adquieren equipos que el departamento de operación no solicitó por alguna característica especial o los espacios que proyectan no son los indicados debido a la falta de la gestión de mantenimiento.

A través de la aplicación de un modelo de análisis detallado de la gestión de mantenimiento en un inmueble, podrán generarse indicadores e identificarse y prevenir fallas que pueden provocar interrupciones parciales o totales de funcionamiento, además de permitirá elaborar un plan de mantenimiento que conserve o incremente el ciclo de vida y la rentabilidad en los sistemas de calentamiento de agua para la alberca universitaria.

La investigación generara el programa de mantenimiento para el sistema de calentamiento de la alberca olímpica universitaria, con la intención de identificar indicadores, además de realizar y aplicar un modelo de análisis de gestión de mantenimiento, se ha seleccionado este inmueble debido al consumo energético que este representa, y las posibilidades de ahorro económico, energético por lo tanto de reducción de gases de efecto invernadero (GEI).

La alberca ha sido de interés para distintas áreas de la Universidad y se han realizado estudios y propuestas principalmente por la facultad y el posgrado de ingeniería buscando la disminución en el consumo energético, debido a que el combustible utilizado es un derivado de petróleo (gas L.P.) como ejemplo de esto el inventario de GEI.

Las propuestas han sido resueltas de manera parcial y dejando de lado el análisis del costo del ciclo de vida, y los procesos de operación y mantenimiento que hacen que estas soluciones puedan funcionar o se queden como intentos de resolver algún problema aislado.

El estudio enfocado al mantenimiento de edificios es escaso, la mayor parte de las investigaciones de administración enfocadas a arquitectura tienen un enfoque dirigido a la planeación y construcción de proyectos arquitectónicos dejando de lado la actividad de mantenimiento de lado, siendo que esta ocupa en tiempo una etapa mucho mayor que la etapa de construcción, lo que hace que la operación y uso de los edificios pueda ser más costosa de lo planeado si no se realiza una correcta gestión.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. MARCO TEÓRICO

Este capítulo es un conjunto de reglas, principios y conocimientos acerca de una ciencia, una doctrina o una actividad, prescindiendo de sus posibles aplicaciones prácticas; Es un conjunto organizado de ideas que explican un fenómeno, deducidas a partir de la observación, la experiencia o el razonamiento lógico.

El objetivo de este capítulo es proporcionar las bases teóricas a la tesis, que plantea la aplicación de un proceso administrativo, aplicado al mantenimiento de edificios con el caso de estudio de la Alberca Olímpica Universitaria.

1.1. MANTENIMIENTO

¿Qué es el mantenimiento?

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene o se reestablece a un estado en el que puede realizar las funciones designadas (Duffuaa, 2002).

Mantenimiento son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa (García Palencia, 2012).

Mantenimiento es la actividad que cuida del adecuado comportamiento de los bienes físicos de la empresa, y su aprovechamiento, máxima disponibilidad, alta fiabilidad y al menor costo, no quiere decir que sea barato, mucho menos que signifique un riesgo para los usuarios finales o empleados.

Por lo tanto, el mantenimiento debe trascender mediante la implantación de un sistema que considere la aplicación de tareas técnicas y económicas oportunamente, para lo cual habrá de contar con una sólida administración y una competente ingeniería (Espinosa, 1987).

El mantenimiento abarca todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden, lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva, económica, los equipos de producción, herramientas, y de más activos físicos de la empresa (García Palencia, 2012).

En la literatura se encuentra la mayoría de los conceptos de mantenimiento centrados en la ingeniería industrial, debido a la necesidad en esta rama de hacer cada vez más eficientes los recursos como: tiempo, costos, productividad y calidad, estos conceptos pueden ser adoptados y adaptados a la arquitectura con el fin de buscar la conservación de los espacios arquitectónicos y edificios en buen estado durante un periodo prolongado, igual o mayor para el que fueron diseñados.

Desde el punto de vista de la administración de mantenimiento industrial, su principal fin es la conservación del servicio. Esto es, el activo recibe mantenimiento para garantizar su función dentro de un sistema. En términos económicos un eficiente mantenimiento significa (Morrow, 1986):

- La protección y la conservación de las inversiones
- La seguridad de un servicio
- La garantía de la productividad o servicio

Desde hace mucho tiempo se ha tomado en cuenta el papel de los sistemas de mantenimiento en las empresas manufactureras; sin embargo, es claro que las funciones del mantenimiento también son esenciales en las empresas de servicios como hospitales, bancos, instituciones educativas, tiendas departamentales, etc (Duffuaa, 2002).

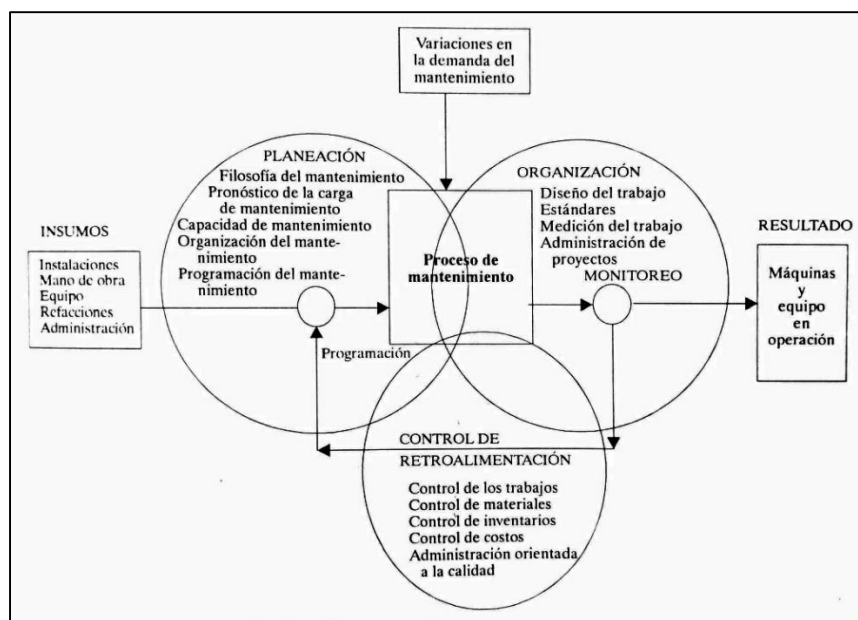


Fig. 1 Sistema de mantenimiento fuente:(Duffua,2002)

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, administración, herramientas, refacciones, equipo, etc., y la salida es equipo funcionando, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada. Esto permite organizar los recursos para aumentar al máximo las salidas de un sistema típico de mantenimiento (Duffuaa, 2002).

Evolución del mantenimiento

A lo largo del tiempo las empresas han realizado intervenciones de mantenimiento en sus instalaciones, resolviendo de distintas formas. Las primeras máquinas eran atendidas por los propios operarios, las técnicas eran poco evolucionadas y se realizaban posterior a la falla, o previo a generarse, la producción, el correcto funcionamiento y la responsabilidad de los equipos era del operario mismo.

A medida de del crecimiento y la complejidad de los equipos y sistemas, los operadores fueron requiriendo de ayuda de especialistas para poder reparar fallas y afrontar los nuevos problemas en la industria. Este hecho dio lugar a la aparición de los talleres o servicios dentro de las plantas

productivas, estos talleres disponían de personal y herramientas adecuadas para realizar reparaciones.

Con el incremento en tamaño de las industrias y necesidades crecientes de mantener el equipamiento en buen estado, los talleres fueron convirtiéndose en una función de servicio dentro de las empresas e incorporándose a la estructura administrativa de las mismas.

Posteriormente fue necesario diferenciar entre el personal de mantenimiento y personal de operación, por consecuencia los operarios intervenían en menor forma en las tareas de mantenimiento o reparación de los equipos.

A principios del siglo XX se transforman los sistemas productivos con particularidades propias de la denominada “Revolución Industrial”. Luego con motivo de las dos guerras mundiales, el servicio de logística de mantenimiento se vuelve indispensable para asegurar el máximo funcionamiento de los equipos productivos (Torres, 2015).

En diferentes etapas se comienzan a estudiar las averías y sus soluciones dando lugar a un gran avance técnico. Se determinan índices entre las horas de funcionamiento y la aparición de fallas, permitiendo realizar la reparación previa a dicha falla, dentro del personal que se dedica a realizar las tareas de mantenimiento se comienzan a diferenciar especialidades, en particular las eléctricas y las mecánicas.

El desarrollo tecnológico en los últimos años se ha buscado cambiar la filosofía de trabajo, incorporando nuevas técnicas y estrategias enfocadas a la gestión.

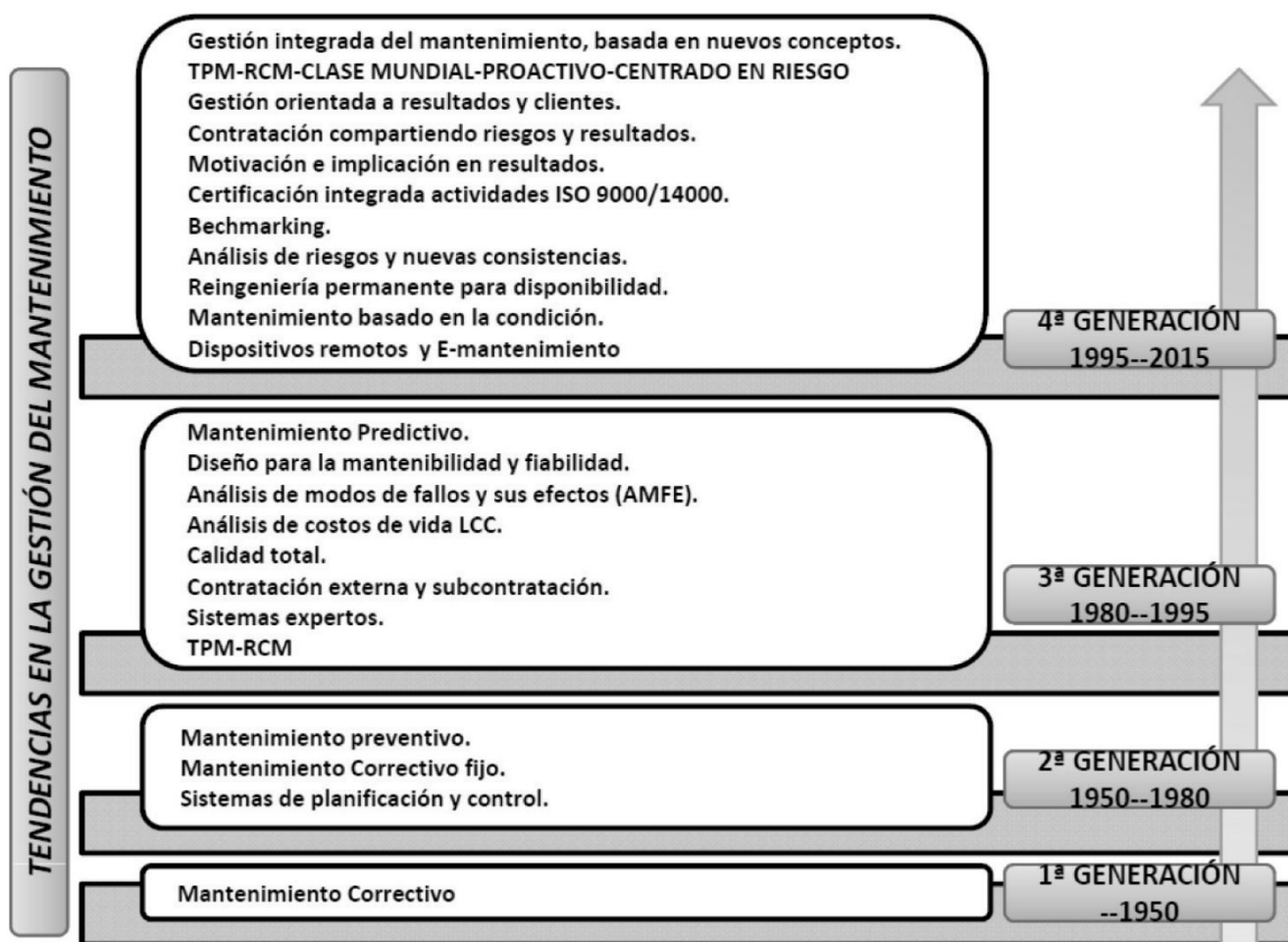


Fig. 2 Evaluación de mantenimiento fuente:(Carrasco, 2016)

Objetivos del mantenimiento

Son distintos los objetivos del mantenimiento dentro de estos se encuentran:

Proteger la inversión patrimonial de cualquier edificación, conservando y prolongando la vida útil de la infraestructura física de los establecimientos con la finalidad de brindar un mejor servicio de calidad a los usuarios.

Mejorar la capacidad operativa de los servicios proporcionados por la edificación para brindar una atención en forma permanente e ininterrumpida.

Disminuir las causas de deterioro de la infraestructura física, evitando altas pérdidas de inversión del capital y elevados costos de operación.

Ya que el mantenimiento se define como el conjunto de actividades que tratan de compensar la degradación que el tiempo y el uso provocan en equipos e instalaciones. Los departamentos de mantenimiento, teniendo en cuenta esta definición, tratan de asegurar cuatro objetivos básicos: disponibilidad, fiabilidad, vida útil y costo.

El objetivo fundamental de mantenimiento no es lo que se cree y se practica en muchos departamentos de mantenimiento, reparar urgentemente las fallas que surjan. El departamento de mantenimiento tiene cuatro objetivos que deben dirigir su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización del edificio.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

El objetivo de disponibilidad

La disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico

De igual manera se define como la proporción del tiempo que dicha instalación ha estado en disposición de producir, con independencia de que finalmente lo haya hecho o no por razones ajenas a su estado técnico.

El objetivo más importante del mantenimiento es asegurar que la instalación estará en disposición de producir un mínimo de horas determinado del año. Conseguir el objetivo marcado de disponibilidad con un costo determinado es generalmente suficiente.

La disponibilidad es un indicador que ofrece muchas posibilidades de cálculo y de interpretación. La definición de la fórmula de cálculo de la disponibilidad tendrá un papel vital para juzgar si el departamento de mantenimiento está realizando su trabajo correctamente o es necesario introducir algún tipo de mejora.

Los principales factores a tener en cuenta en el cálculo de la disponibilidad son los siguientes:

- N° de horas totales de producción.
- N° de horas de indisponibilidad total para producir, que pueden ser debidas a diferentes tipos de actuaciones de mantenimiento:
- Intervenciones de mantenimiento programado que requieran de un paro del sistema.
- Intervenciones de mantenimiento correctivo programado que requieran paro del sistema o reducción de carga.
- Intervenciones de mantenimiento correctivo no programado que detienen la producción de forma inesperada y que por tanto tienen una incidencia en la planificación.
- Número de horas de indisponibilidad parcial, es decir, número de horas que el sistema está en disposición para producir, pero con una capacidad inferior a la nominal debido al estado deficiente de una parte de la instalación, que impide que ésta trabaje a plena carga.
- En cuanto a los valores aceptables de disponibilidad, muchos tipos de instalaciones industriales consiguen objetivos de disponibilidad superiores al 92% de forma sostenida, un año o varios puede obtenerse, pero no de forma continua.

El objetivo de fiabilidad

La fiabilidad o confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales está diseñada, durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno.

La fiabilidad es un indicador que mide la capacidad de un sistema para cumplir su plan de producción previsto. En una instalación industrial se refiere habitualmente al cumplimiento de la producción planificada, y comprometida en general con clientes internos o externos. El incumplimiento de este programa de carga puede llegar a acarrear penalizaciones económicas, y

de ahí la importancia de medir este valor y tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento de una instalación.

Los factores a tener en cuenta para el cálculo de este indicador son dos:

- Horas anuales de producción, tal y como se ha detallado en el apartado anterior.
- Horas anuales de parada o reducción de carga debidas exclusivamente a mantenimiento correctivo no programado.

La vida útil

El tercer gran objetivo de mantenimiento es asegurar una larga vida útil para la instalación. Es decir, las instalaciones deben presentar un estado de degradación acorde con lo planificado de manera que ni la disponibilidad ni la fiabilidad ni el costo de mantenimiento se vean fuera de sus objetivos fijados en un largo periodo de tiempo, normalmente acorde con el plazo de amortización de la instalación.

Un mantenimiento mal gestionado, con una baja proporción de horas dedicadas a tareas preventivas, con bajo presupuesto, con falta de medios y de personal y basado en reparaciones provisionales provoca la degradación rápidamente de cualquier sistema. Es característico de instalaciones mal gestionadas como a pesar de haber transcurrido poco tiempo desde su puesta en marcha inicial el aspecto visual no se corresponde con su juventud (en términos de vida útil).

El cumplimiento del presupuesto

Los objetivos de disponibilidad, fiabilidad y vida útil no pueden conseguirse a cualquier precio. El departamento de mantenimiento debe conseguir los objetivos marcados ajustando sus costos establecidos en el presupuesto anual. Este presupuesto ha de ser calculado con sumo cuidado, ya que un presupuesto inferior a lo que la instalación requiere empeora irremediablemente los resultados de producción y hace disminuir la vida útil de la instalación; por otro lado, un

presupuesto superior a lo que la instalación requiere, empeora los resultados de la cuenta de explotación (reporteroindustrial.com, 2017).

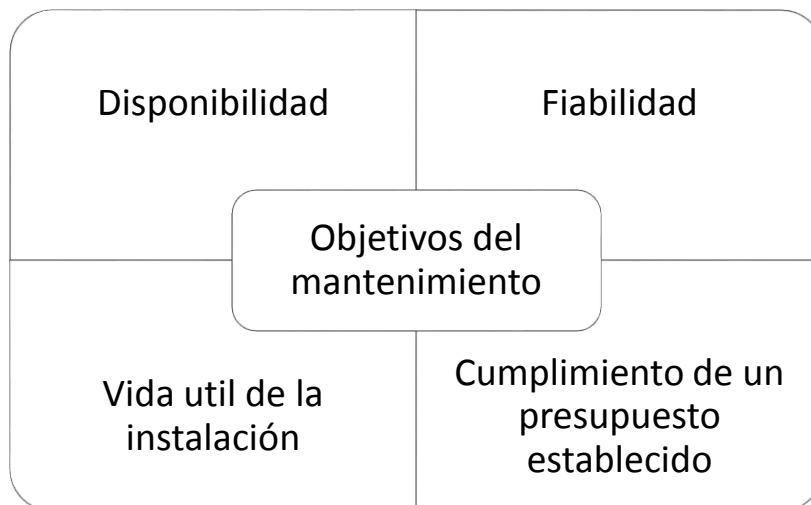


Fig. 3 Objetivos de mantenimiento.

Los objetivos del mantenimiento en la gestión de activos de una empresa son cada vez más exigentes y complejos, deben alinearse con los de la empresa misma, deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área, estos objetivos son los siguientes (Torres, 2015):

Máxima disponibilidad

- Asegurar máxima disponibilidad y fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos.
- Reparar las averías en el menor tiempo posible.

Mínimo costo

- Reducir los mantenimientos correctivos.
- Manejo óptimo del stock.
- Manejarse dentro de los costos anuales regulares.

Conservación de la energía

- Conservar el buen estado de las instalaciones auxiliares.
- Eliminar paros y puestas en marcha continuos
- Controlar el rendimiento de los equipos

Conservación de los activos físicos

- Realizar las reparaciones en las máquinas, equipos e instalaciones, pensando en mantener la vida útil de los mismos.
- Tener presente al realizar la programación de mantenimiento, la fiabilidad de los activos.

¿A quién le corresponde realizar y ejecutar los programas de mantenimiento?

La clasificación internacional uniforme de ocupaciones (OIT) indica que los arquitectos, ingenieros y afines, investigan y perfeccionan o desarrollan conceptos, teorías y métodos o aplican los conocimientos de su especialización en campos como la arquitectura, la ingeniería o la tecnología o en la determinación de la eficiencia económica de procesos de producción (OIT, 2017).

Las tareas desempeñadas por lo común incluyen las siguientes: realizar investigaciones y brindar asesoramiento pertinente, proyectar y dirigir la arquitectura, construcción, mantenimiento y reparación de edificios, obras públicas, ciudades y zonas urbanas o verdes, sistemas de tránsito y otras obras de ingeniería civil... Sus tareas pueden incluir la supervisión de otros trabajadores.

Importancia del mantener a un edificio

Es posible reconocer en los edificios un conjunto de valores, los que vamos a fijar según algunos parámetros.

Valor de uso o funcional: capacidad o adecuación del edificio para satisfacer las necesidades humanas presentes y futuras (abrigo, seguridad, recreación, trabajo, descanso, etc.).

Valor de cambio: es el que adquiere un bien (edificio) por formar parte del mercado, es decir, el precio que se atribuye a una propiedad de acuerdo con circunstancias contextuales de oferta y demanda en un determinado momento histórico.

Valor administrativo: definido en función de la normativa que fijan entes estatales y que determinan cuánto pagan los edificios de impuestos y tasas.

Valor de renta: definido en función de la obtención de beneficio económico o capacidad de rentabilidad de los edificios a través de alquiler, venta, etc.

Valor de símbolo: valor que el edificio adquiere según sus cualidades históricas, culturales y/o estéticas, en un momento histórico determinado, conferido por la comunidad. Se trata de un valor patrimonial de carácter intangible (Falabella, 2009).

La importancia del mantenimiento nació de observar que todo activo sufre por una gran diversidad de causas, deterioro o desgaste, que fundamentalmente son 3 tipos (Morrow, 1986):

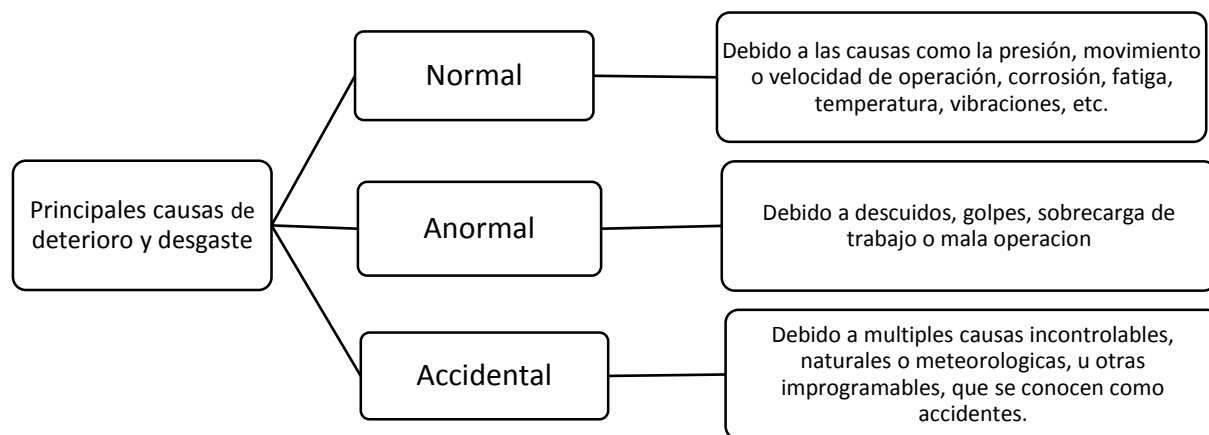
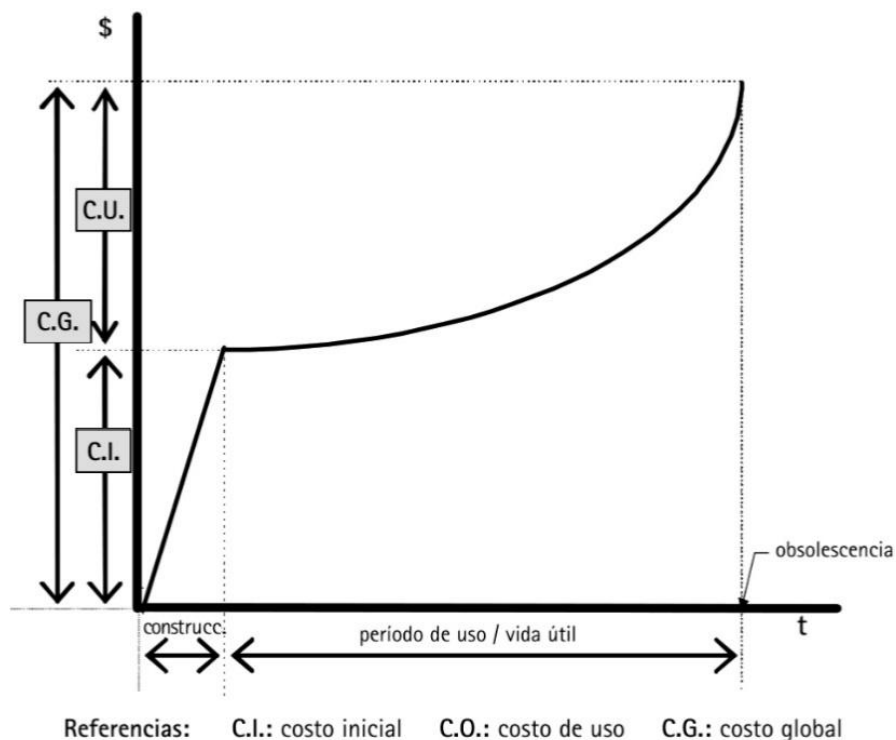


Fig. 4 Principales causas de deterioro y desgaste. Fuente:(Morrow, 1986)

Se puede observar también el mantenimiento de edificaciones desde un punto de vista sustentable ya que los edificios son recursos tangibles a ser conservados para generaciones futuras, y tomando en cuenta desde el punto de vista económico y profesional las tareas asociadas al mantenimiento se realizan durante periodos mucho más largos que los periodos de construcción, además de significar un desembolso de recursos para mantener el performance del edificio (Falabella, 2009).



Gráfica 1 Costo global. Cíclico preventivo y constante. Fuente: (Falabella, 2009).

El entender los distintos tipos de mantenimiento podría ser hasta cierto punto confuso, debido a la diversidad de tipos, estrategias y filosofías empleadas por profesionales del tema, la gran ventaja de las mismas es que al entender la razón de su existencia, facilita la elaboración de planes de mantenimiento con uno o varios objetivos que a su vez deben estar alineados con los de la organización a la que pertenece y no todos los objetivos de mantenimiento precisamente coinciden.

1.2. ADMINISTRACIÓN

Desde la antigüedad han existido necesidades humanas y ejemplos de proyectos arquitectónicos sin embargo hasta el siglo XIX se considera una disciplina científica, la arquitectura está ligada a la administración principalmente por la utilización de métodos, herramientas y técnicas que permiten tomar decisiones más pertinentes, además de hacer un uso adecuado de recursos con objetivos definidos, en nuestro caso una edificación.

El proceso administrativo es aplicable a la arquitectura al igual que muchas otras disciplinas el cual está compuesto por: previsión, planeación, organización, dirección y control. “El proceso de estos elementos determina relaciones humanas y un consumo de tiempo. Administrar es vivir en medio de las relaciones que constituyen y sustentan a una organización.” (Quijano Valdez, 2012).

Proceso administrativo

Planeación	Proceso para establecer metas y un curso de acción adecuado para alcanzarlas. Definir la misión, formular objetivos, definir los planes para alcanzarlos y programar las actividades.
Organización	Proceso para comprometer a dos o más personas para que trabajen juntas de manera estructurada con el propósito de alcanzar una meta o serie de metas específicas. Dividir el trabajo, asignar las actividades, agrupar las actividades en órganos y cargos, asignar los recursos, definir autoridad y responsabilidad.
Dirección	Proceso para dirigir e influir en las actividades de los miembros de un grupo o una organización entera, con respecto a una tarea. Designar las personas, coordinar los esfuerzos, comunicar, motivar, liderar y ordenar.
Control	Proceso para asegurar que las actividades reales se ajusten a las actividades planificadas. Definir los estándares, monitorear el desempeño, evaluar el desempeño y emprender acciones correctivas.



Fig. 5 Proceso administrativo.

Planeación

La administración sin planeación no tiene razón de ser, sin objetivos específicos que lograr y estrategias para alcanzarlos, la organización, dirección y control se vuelven innecesarios o carentes de sentido.

Como lo vimos en el apartado anterior la planeación siendo el primero de los procesos a través del cual una empresa analiza el ambiente externo, su situación interna, elabora objetivos de acuerdo con dichos análisis, diseña estrategias y cursos de acción para alcanzar dichos objetivos.

La planeación es el proceso administrativo que implica:

- Establecimiento de objetivos.
- Planteamiento de las acciones necesarias para cumplirlos.
- Apoyando la efectividad en la toma de decisiones.
- El manejo adecuado de los recursos organizacionales.

En la investigación haremos énfasis en este proceso debido a que la elaboración de un adecuado plan de mantenimiento es uno de los objetivos de la misma, este proceso administrativo favorece y da sentido de dirección facilita el control, reduce la incertidumbre y permite visualizar los posibles cambios durante los siguientes procesos, prevé las posibles contingencias, para que esta pueda ser efectiva es necesario contar con información adecuada, tener en cuenta factores externos e internos, establece un tiempo determinado para ejecución de actividades.

Elementos de la planeación

Objetivo el resultado que se pretende alcanzar

Cursos alternos determinar diversos caminos, formas de acción y estrategias para conseguir los objetivos

Elección seleccionar las ideas y caminos más adecuados

Futuro prever, anticiparse y preparar para posibles riesgos o entropía que se presente en la organización

Partes de la planeación

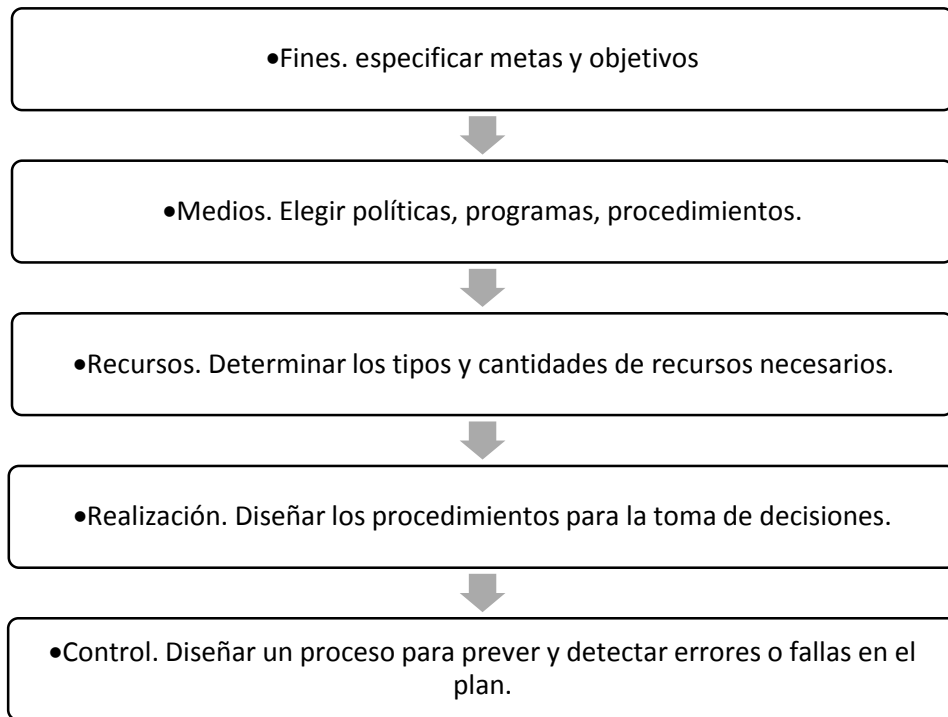


Fig. 6 Pasos de la planeación.

Planeación estratégica

La estrategia es la "determinación de objetivos y planes a largo plazo, acciones a emprender y asignación de los recursos necesarios para alcanzar lo propuesto" (Chandler, 1962).

Es en el inicio de la década de los 70's que se consideró que contar con una estrategia es de suma importancia para obtener el éxito empresarial deseado. La planeación estratégica es el proceso de desarrollar y mantener una adecuada estrategia entre metas y capacidades de una organización y los cambios en sus oportunidades de mercado; Buscando, de esta manera, lograr una ventaja competitiva sostenible en el largo plazo.

Pensamiento estratégico

Individual incluye la aplicación del juicio basado en la experiencia para determinar las direcciones futuras.

De empresa es la coordinación de mentes creativas dentro de una perspectiva común que le permita a un negocio avanzar hacia el futuro de una manera satisfactoria para todos.

El propósito del pensamiento estratégico es ayudarle a explotar los muchos desafíos futuros, tanto previsibles como imprevisibles.

Para llevar a cabo una planeación estratégica debe preguntarse lo siguiente:

- ¿A dónde se pretende llegar?
- ¿Que debe hacerse?
- ¿Cómo debe de hacerse?
- ¿Cuándo debe de hacerse?
- ¿En qué orden?

La toma de decisiones se debe de basar en:

- Experiencia.
- Experimentación.
- Investigación operacional (procesos).
- Árboles de decisión.

Objetivos e importancia de la administración estratégica

La administración estratégica permite a una organización ser proactiva en vez de reactiva, en la construcción de su futuro (Rodríguez Valencia, 2000).

Objetivo

- Pensar en términos de la misión de la empresa
- Organizar la información cualitativa y cuantitativa
- Permitir que los administradores dispongan de mayor tiempo para el pensamiento estratégico
- Investigar porque algunas de las organizaciones tienen éxito mientras otras fracasan.
- Basar las decisiones estratégicas en criterios y análisis objetivos más que en experiencias propias, juicio del pasado e improvisaciones

Importancia

Todas las organizaciones poseen una estrategia así sea informal, esporádica o sin estructura. Las empresas se dirigen hacia un rumbo, por ello requieren de una estrategia formal.

Dentro de las ventajas de la administración estratégica pretende lograr objetivos a largo plazo y establecer una ventaja competitiva sostenible tomando en cuenta el ambiente organizacional.

Proceso de la administración estratégica

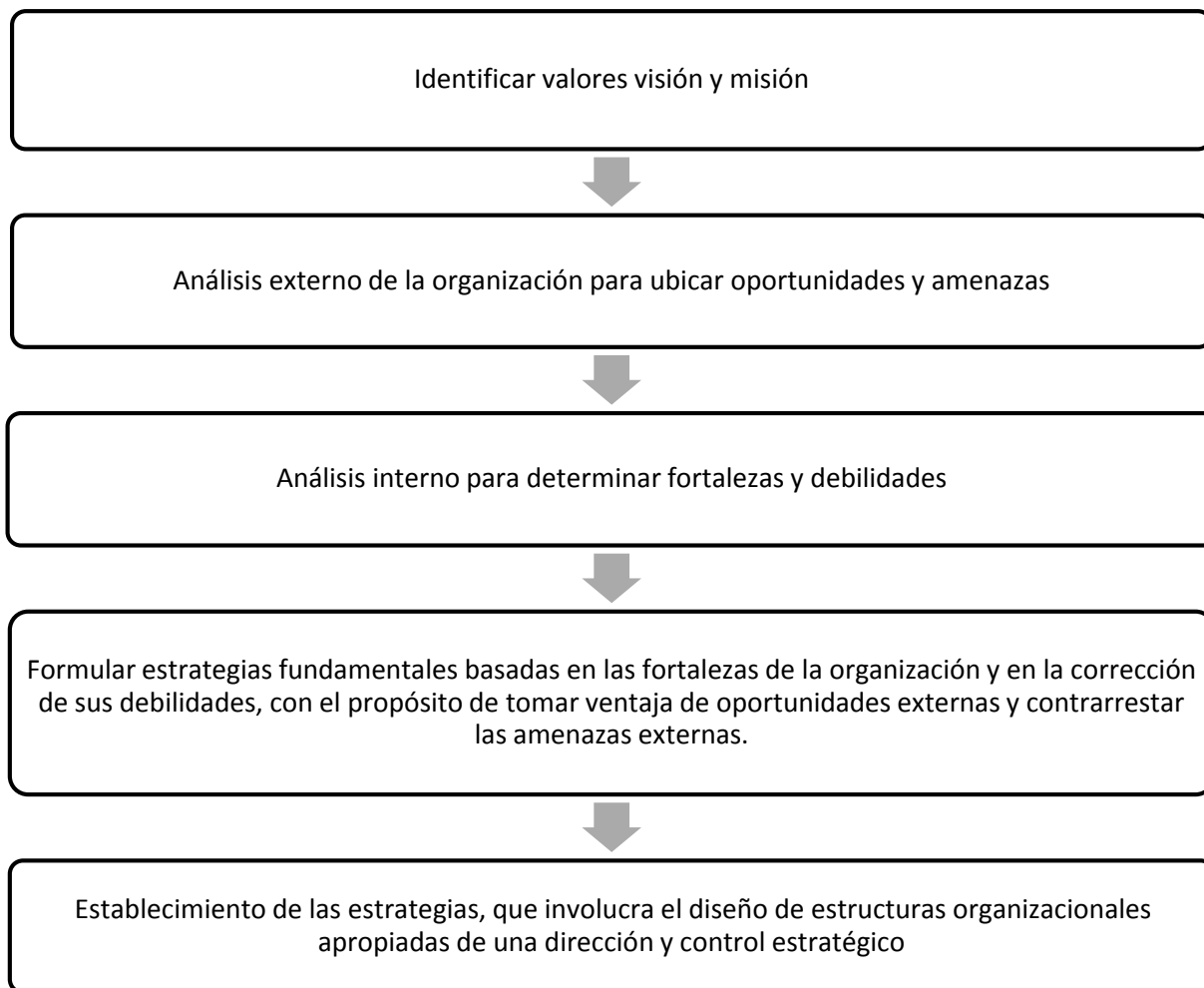


Fig. 7 Proceso de la administración estratégica Fuente: elaboración propia del proceso de AE (Rodríguez Valencia, 2000).

Cada organización está restringida por los recursos y habilidades del personal disponible.

“No importa que tan eficaz ha sido la planeación estratégica, esta no puede tener éxito si no se implanta adecuadamente.” (Rodríguez Valencia, 2000) Describe una serie de pasos a seguir para la adecuada planeación estratégica:

- **El primer paso** para los miembros del grupo de administración, es identificar la misión actual de la organización, sus objetivos y visión.

Cada organización tiene una misión que define su propósito y contesta la pregunta ¿En qué negocio estamos? Definir la misión obliga a la dirección a delimitar el campo de acción de sus productos.

Determinar la naturaleza del negocio es tan importante para las organizaciones lucrativas como para las no lucrativas.

- **El segundo** paso es que la dirección necesita analizar su ambiente externo (oportunidades y amenazas)

- **El tercer paso** es analizar el ambiente interno (Fortalezas y debilidades)

En el cuarto paso se necesita fijar estrategias para todos los niveles de la organización (estratégico, táctico y operativo). La dirección desarrolla y analiza estrategias alternas y después selecciona un conjunto compatible a cada nivel, lo que permite a la organización aprovechar mejor los recursos y las oportunidades disponibles en el ambiente, este paso se completa cuando el grupo de administración desarrolla un conjunto de estrategias que darán a la organización una ventaja competitiva.

El proceso de administración estratégica no concluye cuando la dirección llega a un acuerdo sobre las estrategias a seguir.

- **El quinto paso** requiere traducir las ideas estratégicas a la acción. La ejecución de estrategias es un proceso con orientación operativa, debido a que los objetivos y políticas deben fijarse, y deben asignarse los recursos.

Las empresas necesitan adoptar una estructura organizacional correcta (asignar responsabilidades de tareas y autoridad) para la toma de decisiones.

La dirección administrativa es una función necesaria para llevar al éxito una estrategia, así como un liderazgo estratégico del grupo de administración motivara a los administradores medios y operativos para que efectúen planes específicos de acción. La ejecución estratégica requiere cambios en la responsabilidad de jefes de departamento y gerentes de área; debe establecer sistemas apropiados de control, debe decidir cómo evaluar el desempeño de la mejor manera y controlar las acciones de diversas áreas funcionales. Los

resultados deben evaluarse para determinar qué tan efectivas han sido las estrategias y que ajustes es necesario hacer.

Tipos de planes

Categoría	Tipo de planes
Amplitud	Estratégico: Abarca toda la organización Tácticos: Enfatizan las operaciones de las diversas áreas funcionales Operativos: Especifican detalles de cómo lograr los objetivos
Periodo	A corto plazo: Cubren hasta un año A largo plazo: Se extienden más allá de 5 años
Específicos	Específicos: Están definidos con claridad y no dejan lugar a una libre interpretación. Direccionales: son flexibles y señalan directrices generales

Tabla 1 Tipos de planes fuente: (Rodríguez Valencia, 2000)

Planeación y niveles de la organización

La administración tiene la responsabilidad principal de vigilar que la función de la planeación de realice. Aunque todos los niveles de la organización están implicados en el proceso, los administradores de nivel superior generalmente invierten más tiempo en la planeación que los administradores de nivel bajo, estos últimos se encuentran altamente involucrados en las operaciones diarias de la empresa y, por lo tanto normalmente tienen menos tiempo para contribuir a la planeación que los directivos.

Alcance de la planeación

El tipo de planeación realizada cambia a medida del nivel organizacional, usualmente los administradores de nivel inferior planean a corto plazo; los de nivel medio planean a mediano plazo y los de nivel superior a largo plazo.

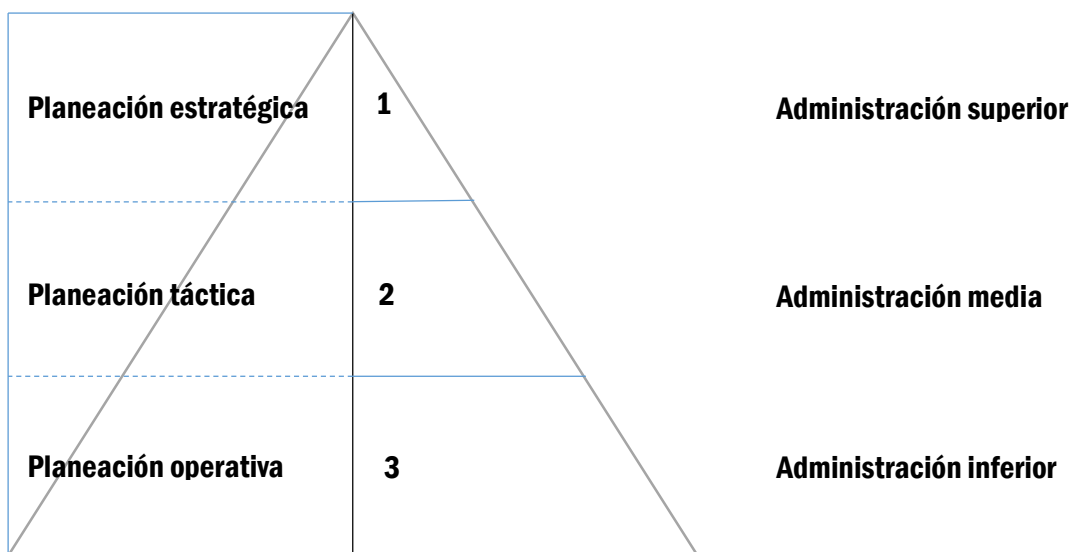


Fig. 8 Planeación en la jerarquía de las organizaciones fuente: (Rodríguez Valencia, 2000)

Características de la planeación estratégica

La planeación estratégica es la más importante y la de mayor alcance, este tipo de planeación proporciona también la estructura de la planeación táctica y operativa, ambas para poner en práctica la estrategia (Rodríguez Valencia, 2000).

Características	Descripción
Actividad en que tiene que intervenir la dirección superior	En la primera instancia, solo esta tiene acceso a la información necesaria para considerar todos los aspectos de la empresa. Además es necesario el compromiso de la dirección superior para generar un compromiso en los niveles inferiores.
Trata con cuestiones básicas	Da respuesta a interrogantes como: ¿En dónde está la empresa ahora? Y ¿En dónde debería estar? ¿A quién se presta el servicio?
Ofrece un marco para la planeación detallada y para decisiones gerenciales cotidianas	Frente a tales decisiones, un gerente debe preguntarse: ¿Qué alternativas están más acorde con la estrategia?
Se trata de una planeación de largo alcance	Implica un tiempo más largo que otros tipos de planeación
Analiza el ambiente interno y externo de la empresa	Presupone estudiar el entorno externo para prevenir amenazas y aprovechar oportunidades: estudiar el entorno interno para contemplar debilidades y fortalezas.

Tabla 2 características de la planeación estratégica.

En arquitectura estos procesos son aplicables también a la etapa posterior a la construcción de un edificio, en el caso de instalaciones como en este caso de estudio es necesario analizar la operación y el mantenimiento, con el fin de preservar y prolongar la vida útil, así como la eficiencia del mismo.

La operación y el mantenimiento adecuados permiten que una instalación sea costeable, y/o sistema mantenga su rentabilidad a través del tiempo.

El propósito de una organización para el mantenimiento puede ser definido como un conjunto de elementos básicos que caracterizan aquello que la organización gustaría de ser, en el futuro, su disposición, su deseo de ser y actuar. El mantenimiento es una combinación de acciones administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un sistema con la intención de mantenerlo o retornarlo al estado donde pueda cumplir su función.

En tiempos de cambio, innovación tecnológica, aumento de la complejidad de los sistemas y exigencias ambientales cada vez más rigurosas, deben ser abordados como desafíos en las organizaciones, como un todo y con los recursos con los que se cuenta, nadie y ninguna función administrativa y/o productiva debe quedar fuera de esta filosofía.

Las funciones administrativas y operacionales ya sea de producción o mantenimiento tienen la misión de mantener funcionando y mejorando la estructura productiva de la organización y la confiabilidad del sistema ya sea producto o servicio (calidad, tiempo y cantidad) y reducir costos.

Para cumplir la función de mantenimiento de una manera satisfactoria su objetivo y tornarse competitiva debe adoptar los principios de administración contenidos en los conceptos de la gestión estratégica, desarrollarse al mismo ritmo que las demás funciones administrativas de la organización. De esta forma entregar un servicio eficiente a sus clientes. Debe tener una visión, una misión y un alcance bien definido, o sea, lo que la función mantenimiento quiere ser en el futuro dentro de la organización, cual es la necesidad básica que la función pretende suplir y, finalmente, cuáles son las limitaciones reales o autoimpuestas para la actuación de la función (Espinosa Fuentes, 2012).

Actividades de Planeación de mantenimiento

Las actividades de planeación generalmente incluyen las siguientes actividades (Duffuaa, 2002):

- Filosofía del mantenimiento
- Pronóstico de carga del mantenimiento
- Capacidad de mantenimiento
- Programación del mantenimiento

1.3. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

Tipos de mantenimiento

La filosofía del mantenimiento es básicamente la de tener un nivel mínimo indispensable de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad sin comprometer la seguridad. Para lograr esta filosofía, los siguientes tipos de mantenimiento pueden desempeñar un papel eficaz si se aplican en la combinación y de forma correcta.

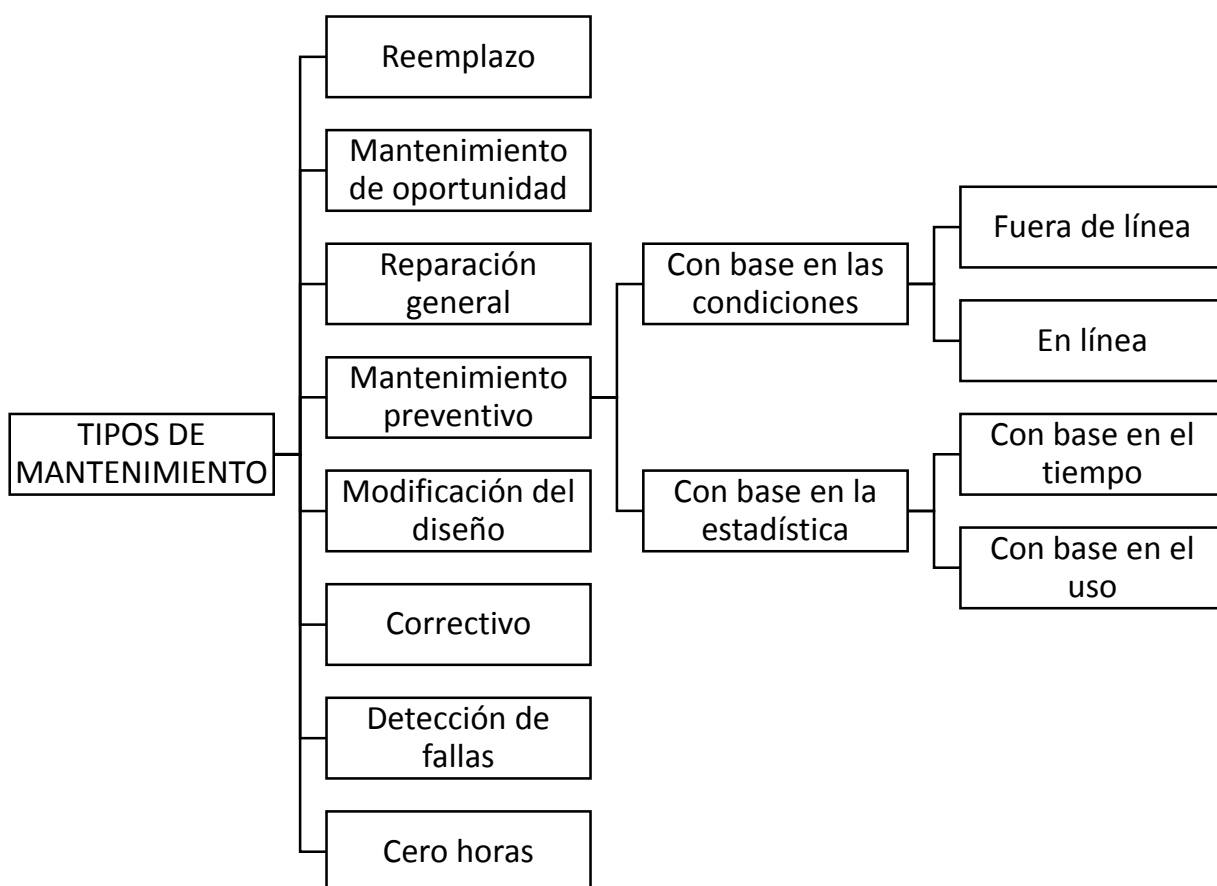


Fig. 9 Tipos de mantenimiento, adaptado de (Duffuaa, 2002)

Correctivo

Es una acción necesaria tomada para corregir o reparar un equipo o equipos, maquinaria, sistemas, herramientas, componentes y accesorios de una planta productiva o una edificación

Mantenimiento correctivo se refiere a las acciones técnicas que se realizan cuando ha ocurrido una falla o lesión en un subsistema o hay presunción de su pronta ocurrencia, que ocasiona el mal desempeño o afecta la esencia funcional del mismo. Demandan acciones inmediatas. Existen dos posibilidades: que los trabajos deban ejecutarse inmediatamente ante la ocurrencia de la falla o lesión, en ese caso estamos en presencia de un correctivo de emergencia o en crisis, (no se puede programar a priori); o bien el mantenimiento correctivo común, el que se refiere a trabajos que deben efectuarse ante una falla y no necesariamente de inmediato, pudiendo postergarse porque no alteran la funcionalidad del subsistema momentáneamente.

Preventivo

Mantenimiento preventivo es la acción técnica que se realiza a efectos de prevenir la ocurrencia de una falla o lesión en un subsistema. Se basa en la detección precoz de síntomas o anomalías patológicas mediante inspecciones periódicas y la sistematización de las tareas preventivas pertinentes. Dichas tareas son programadas. Se refiere a ejecutar planificadamente un sistema de inspecciones cíclicas y programadas y un sistema de trabajos de mantenimiento previstos o detectados como necesarios.

Preventivo con base en tiempo o en uso

Mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a las fallas potenciales. Puede realizarse con base en el uso o tiempo. Se lleva cabo de acuerdo a las horas de funcionamiento o un calendario establecido, requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de fallas o la confiabilidad del equipo.

Preventivo con base en las condiciones (Predictivo)

Se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determinará vigilando los parámetros clave del equipo, cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A este también se le conoce como mantenimiento predictivo.

Mantenimiento predictivo comprende aquellas acciones técnicas cuya necesidad de realización se puede prever y programar en función del seguimiento de estándares de durabilidad y parámetros de performance cuya tendencia al deterioro constituye un indicio que permite predecir la oportunidad en que los respectivos trabajos de corrección serán convenientemente necesarios desde el punto de vista técnico-económico. Estos trabajos son programados.

Programar el mantenimiento posibilita la reducción en costos y tenderán a quedar limitados y factibles a ser presupuestados, si partimos de esta perspectiva las relaciones económicas, sociales y su relación con el costo y eficiencia del sistema juegan papeles importantes con la rentabilidad de los edificios.

Cero horas

El mantenimiento cero horas también conocido como *Overhaul*: Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste (Renovetec, 2017).

Conductivo (detección de fallas)

Este tipo de mantenimiento comprende aquellas tareas realizadas por el personal de operación, como inspecciones continuas. Es un acto de inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia de fallas.

Modificativo

El mantenimiento modificativo consiste ir más allá de preservar una instalación, buscando la mejora, modificar la instalación para evitar que se produzcan fallos. Se lleva a cabo para hacer que un equipo alcance una condición que sea aceptable en ese momento. Esta estrategia implica mejoras y ocasionalmente, expansión de fabricación y capacidad. La modificación del diseño requiere una coordinación con la función de ingeniería y otros departamentos dentro de la organización.

De oportunidad

Se llevan a cabo como su nombre lo dice, cuando surge una oportunidad, Tales oportunidades pueden ser presentarse durante los periodos de paros generales programados de un sistema en particular, y pueden utilizarse para efectuar las tareas de mantenimiento.

Las técnicas, estrategias y herramientas pueden ser las mejores, pero sin una correcta administración los resultados pueden llegar a ser negativos.

Pronóstico de la carga del mantenimiento

Es el proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento. La carga de mantenimiento varía aleatoriamente y, entre otros factores, puede ser en función de la edad del equipo, el nivel de uso, la calidad del mantenimiento, factores climáticos y la destreza de los trabajadores de mantenimiento.

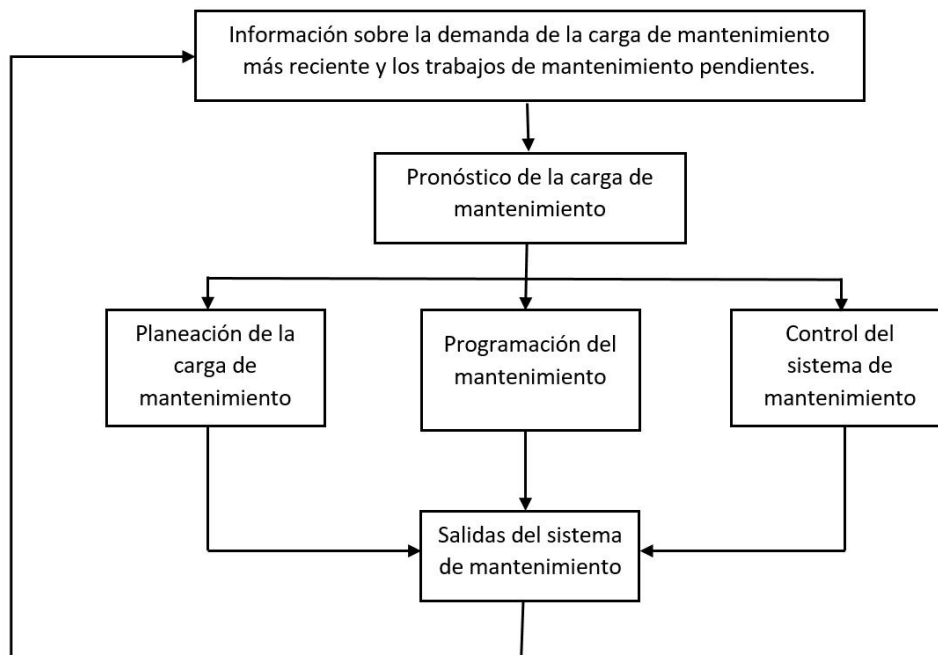


Fig. 10 Cargas de mantenimiento (Duffuaa, 2002).

Planeación de la capacidad de mantenimiento

Determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajo de mantenimiento. Estos recursos incluyen: Mano de obra, materiales, refacciones, equipo y herramientas. Entre los aspectos fundamentales se incluyen la cantidad de trabajadores de mantenimiento, sus capacidades y herramientas necesarias para la realización del trabajo.

Organización del mantenimiento

Dependiendo de distintos factores como la carga del mantenimiento, el tamaño del sistema, destreza de los trabajadores, etc., el departamento puede organizarse por departamentos, por áreas o de forma centralizada. Cada tipo tiene sus pros y sus contras.

Actividades de organización

La organización de los trabajos de mantenimiento incluye lo siguiente (Duffuaa, 2002):

- Diseño del trabajo
- Estándares de tiempo
- Administración de proyectos

Diseño del trabajo

Comprende el contenido del trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y trabajadores necesarios requeridos.

Estándares de tiempo

Una vez concluida la etapa de diseño es necesario establecer un tiempo estimado de cada tarea para completar dicho trabajo. Los estándares de tiempo realistas representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y de esta forma reducir el tiempo muerto. No es necesario tener estándares para todos los trabajos realizados.

Administración de proyectos

En el caso de sistemas de gran tamaño, las reparaciones generales llegan a ser de gran envergadura o el mantenimiento preventivo se ha realizado de forma periódica, durante estos trabajos es necesario el paro completo o parcial. Debido a lo antes mencionado es de suma importancia emplear la administración de proyectos, esto implica el desarrollo de redes de actividades y luego el empleo de técnicas como el método de ruta crítica o la técnica de evaluación y revisión de programas.

Programación del mantenimiento

La programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario que todos los recursos necesarios estén disponibles antes de programar una tarea de mantenimiento. El equipo crítico se refiere al equipo cuya falla detendrá un proceso o pondrá en riesgo vidas humanas y la seguridad. El trabajo de estos equipos debe ser jerarquizado.

Actividades de control

El control es una parte esencial de la administración científica, el control tal como se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente (Duffuaa, 2002):

- Control de trabajos
- Control de inventarios
- Control de costos
- Control de calidad

Control de trabajos

La administración y el control del trabajo son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo (OT) es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una OT bien diseñada con un adecuado sistema de informes es el corazón de un sistema de mantenimiento.

Control de inventarios

Con anterioridad se mencionó que es necesario contar con los recursos necesarios requeridos para la elaboración de un trabajo de mantenimiento. El control de inventarios es la técnica de mantener refacciones y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de

refacciones que disminuya el costo de tener el artículo en existencia y el costo en el que se incurre si las refacciones no están disponibles; también proporciona información para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para realización de trabajos de mantenimiento.

Control de costos

El costo de mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los costos de mantenimiento excesivo. El control de costos en mantenimiento optimiza cada uno de los costos mencionados, logrando al mismo tiempo, los objetivos fijados por la organización, como la disponibilidad, calidad y otras medidas de eficiencia y eficacia.

Administración orientada a la calidad.

La administración orientada a calidad es responsabilidad gerencial. La clave para lograrlo se encuentra en primer lugar en la conciencia en la necesidad de mejorar y, en segundo lugar, seleccionar las técnicas adecuadas para la mejora continua.

Comportamiento humano

En el desarrollo de funciones de planeación, organización y control, los gerentes de mantenimiento deben considerar la forma en que sus acciones afectan el comportamiento humano. Deberán entender de qué manera el comportamiento de los subordinados puede afectar las acciones del proceso administrativo. En la toma de decisiones sobre el mantenimiento, el comportamiento de los subordinados debe ser de interés de la gerencia (Duffuaa, 2002).

1.4. GESTIÓN

La innovación de la gestión del mantenimiento es un proceso sistemático, planeado, gerenciado, ejecutado y acompañado bajo el liderazgo de la alta administración, involucrando y comprometiendo a todos los gerentes, responsables y personal operacional de la organización (Arantes da Costa, 2007). El punto de inicio es una evaluación de la importancia de la función mantenimiento dentro de la empresa, y debe ser analizada en confrontación con los requisitos que son impuestos para atender el conjunto de equipos de acuerdo con el nivel de confiabilidad requerido. Esto debe conducir a la definición de la concepción del mantenimiento (Espinosa, Dias, & Back, 2008).

La palabra gestión se relaciona con la dirección de empresas, aplicada a un sistema técnico y social cuya función básica es crear bienes o servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la humanidad (Mora Gutiérrez, 2009).

La eficiencia con que la gestión de mantenimiento contribuye para alcanzar la producción total mediante la dotación de capacidades y la fiabilidad del parque industrial, se plasma al maximizar la disponibilidad de los equipos (Rey Sacristan, 1996).

En mantenimiento es necesario reconocer dos aspectos básicos: gestión y operación. La primera se refiere al manejo de los recursos, a su planeación y a su control, mientras que la segunda es la realización física del servicio de mantenimiento.

La implementación de un proceso sistémico se requiere establecer una organización que permita gerenciar el sistema de mantenimiento, de tal forma que se pueda tener una planeación holística de las rutas y actividades del mantenimiento a realizar. Implementar métodos que permitan una mejora continua de las actividades como de la gestión. Conformar grupos interactivos de análisis y operación del mantenimiento. Desarrollar sistemas de monitoreo de todas las actividades y del control de la gestión global, incluidos sus costos, con permanentes reportes de indicadores de toda índole. Indudablemente todo esto contribuye a elevar la eficiencia. El esquema moderno de Mantenimiento implica la vinculación de herramientas propias de la gestión. Y el concepto integral se maneja desde la base de utilizar en forma eficaz y eficiente los factores productivos en forma individual y conjunta (Mora Gutiérrez, 2009).

Cuando existe un deterioro físico en un edificio no solo se da por envejecimiento natural o paso del tiempo, sino también por la no intervención de profesionales en la conservación. La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los sistemas y equipos en buen estado a través del tiempo, se puede definir como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

Las estrategias de intervención positiva para la conservación y el mantenimiento de edificios se deben a la correcta toma de decisiones durante el periodo de vida útil del edificio, en las que es necesario tomar en cuenta variables de carácter tecnológicas, sociales, económicas, administrativas inclusive jurídicas.



Fig. 11 Triángulo estratégico para la gestión de mantenimiento (Espinosa, 2008).

El esquema moderno de Mantenimiento implica la vinculación de herramientas propias de la gestión y el concepto integral se maneja desde la base de utilizar en forma eficaz y eficiente los factores productivos en forma individual y conjunta.

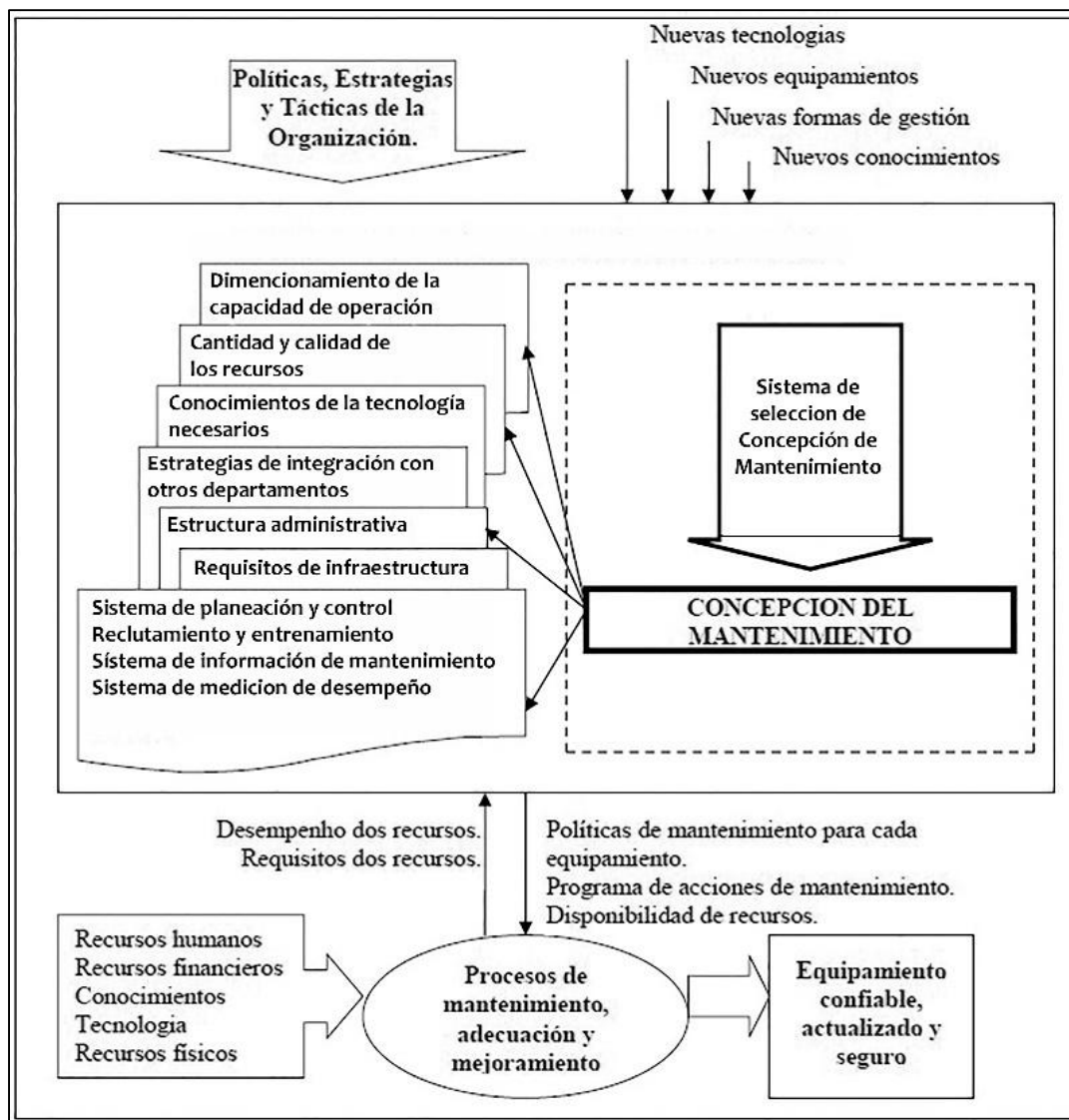


Fig. 12 Contexto de la gestión de mantenimiento. (Espinosa, 2012).

Concepción de mantenimiento

Dentro de las funciones operativas tienen una alta relevancia producción y mantenimiento, ya que ambas tienen que mantener funcionando y mejorando la infraestructura productiva de la organización. Este tema refleja la importancia del mantenimiento en la estructura estratégica de las empresas (Muller, Suhner, & Jung, 2008).

La innovación de la concepción o filosofía de mantenimiento dentro de las empresas es un proceso de aprendizaje por medio del cual se genera un flujo de nuevo conocimiento, competencias y

capacidades. El conocimiento acumulado es el capital que posee la organización en el momento de enfrentar el desafío de implementar una nueva concepción (Johannsen, 2000).

Es necesario tener en mente las características organizacionales presentes en la empresa como también las características propias del proceso de innovación (Nieto, 1998). Todo esto por el hecho de que puede actuar de forma negativa factores como: no tener en cuenta las variables relacionadas con la preparación organizacional, no conocer la dinámica del proceso de innovación, o no proyectar de manera adecuada el proceso (Espinosa, Dias, & Back, 2008).

La concepción del mantenimiento se refiere, en esencia, a tener criterios, delineamientos administrativos y procedimientos para enfrentar y gerenciar las tareas de mantenimiento que indican como conseguir el mejor rendimiento de los equipamientos y recursos definidos, múltiples formas de concepción han sido analizadas, desarrolladas y sus aplicaciones son diversas entre ellas las siguientes:

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (Carretero 2003; Fleming y Oliveira, 1997)

Mantenimiento Productivo Total (Tsuchiya, 1992)

Mantenimiento Basado en el Riesgo (Khan y Haddara, 2003)

Tero-Tecnología Avanzada (Sherwin, 2000)

Concepción Estratégica del Mantenimiento (Murthy et al., 2002)

Mantenimiento Centrado en el Negocio (Waeyenberg y Pintelon, 2002)

Apoyo Logístico Integrado (Waeyenberg y Pintelon, 2002)

Mantenimiento con Calidad Total (Sherwin, 2000; Al-Najjar, 1996).

Tero-tecnología

La tero-tecnología plantea el cuidado integral de la tecnología y su propósito es plantear las bases para la creación de un modelo de la gestión y operación de mantenimiento orientada por la técnica y la logística integral de los equipos.

La tero-tecnología se apoya en varias ciencias y en diversas áreas del conocimiento, como: la logística, la administración, las finanzas, las necesidades, los deseos y los requerimientos del usuario, la ingeniería, las características del diseño, los costos de fabricación y sostenimiento de equipos, los ciclos de vida de los equipos y de la tecnología, la construcción, etc. (Mora Gutiérrez, 2009).

Esta nueva filosofía se asocia primordialmente con los costos del ciclo de vida de un sistema. Abarca desde su concepción puesta en marcha, operación hasta quedar obsoleto, incluyendo la adquisición, instalación, explotación, los costos del consumo energético, medioambientales, de mantenimiento, de la puesta fuera de servicio y de eliminación.

Siendo esto un enfoque netamente económico. El mantenimiento desde esta perspectiva lleva a la ingeniería de mantenimiento a una visión técnico-económica más amplia integrado prácticas gerenciales, financieras, de ingeniería, de logística y de producción a los activos físicos buscando costos económicos del ciclo de vida (CCV). Es decir, su objetivo principal de esta práctica es mejorar y mantener la efectividad técnica y económica de un proceso o equipo a lo largo de todo su ciclo de vida. Combinando la experiencia y conocimiento (los intangibles) para lograr una visión integral del impacto del mantenimiento sobre la calidad de los elementos que constituyen un proceso de producción de mejora continua tanto técnica como económica (Vargas, 2017).

La gestión del mantenimiento es un proceso sistemático, planeado, gerenciado, ejecutado y acompañado bajo el liderazgo de la alta administración, involucrando y comprometiendo a todos los gerentes, responsables y personal operacional de la organización (Arantes, 2002).

La innovación de la concepción del mantenimiento en las empresas es un proceso de aprendizaje por medio del cual se genera un flujo de nuevos conocimientos, competencias y capacidades. El

conocimiento acumulado es el capital que posee la organización en el momento de enfrentar el desafío de implementar una nueva concepción (Espinosa, Dias, & Back, 2008).

La Terotecología es una alternativa técnica capaz de combinar los medios financieros, estudios de confiabilidad, evaluaciones técnico-económicas y métodos de gestión para obtener ciclos de vida de los equipos cada vez menos dispendiosos y costosos. Por ser un órgano que relaciona directamente a proveedores, usuarios, diseñadores, oferentes y demandantes de insumos, parece lógico afirmar que la terotecología es centro vital del mantenimiento (Mora Gutiérrez, 2009).

Entre los inconvenientes que presenta la dependencia de mantenimiento de producción están:

El desconocimiento del área técnica y de la no disponibilidad de tiempo para profundizar en los problemas y en la ciencia requerida para atender niveles tecnológicos altos.

La falta de una visión de largo plazo en las decisiones de mantenimiento, pues su interés prioritario es la explotación de los equipos, lo cual genera frustración en los funcionarios de mantenimiento y normalmente se ve a mantenimiento como un componente pasivo, generador de gastos en la empresa.

TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un enfoque administrativo de gestión del mantenimiento industrial, que permite establecer estrategias para el mejoramiento continuo de las capacidades y procesos actuales de la organización, para tener equipos de producción siempre listos.

El TPM es una expresión ideada por la General Electric en los años 50, pero que se descuidó en Norte América, hasta cuando algunas empresas japonesas la acogieron, desarrollaron y han obtenido resultados sorprendentes. Actualmente se considera a Seiichi Nakajima como al padre de TPM, cuyo sistema en bases técnicas japonesas de gestión de mantenimiento ha demostrado ser realmente exitoso.

Cuando nacieron los diferentes sistemas de calidad de una o de otra manera todos y cada uno enfocaba su atención en una o más de las llamadas “5 M”:

- Mano de obra
- Medio ambiente
- Materia Prima
- Métodos
- Máquinas

Sin embargo, el occidente nunca se concentró en la última de las cinco “M”, las máquinas; sino que por el contrario se olvidaron de este aspecto y se concentraron en los otros primeros 4, lo que nunca permitió que sus sistemas alcancen el máximo de su potencial. Es aquí donde entra en escena un nuevo método que toma en cuenta a las “5 M” y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas y eliminando las pérdidas.

La misión de toda empresa es obtener un rendimiento económico, sin embargo, la misión del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico creciente en un ambiente agradable como producto de la interacción del personal con los sistemas, equipos y herramientas.

Los enfoques actualizados, con base en los desarrollos japoneses están de acuerdo en que el Mantenimiento Productivo Total para lograr una buena aplicación debe incluir cinco elementos básicos:

- Optimizar la efectividad y disponibilidad de los equipos.
- Programar mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo para toda su vida útil.
- Implementarse multidisciplinariamente por los departamentos interesados.
- Incluir a todos los miembros de la organización.
- Fundamentarse en la actividad integrada de pequeños grupos.

Según Nakajima los elementos básicos del TPM son:

- Mantenimiento Autónomo.
- Mantenimiento Programado.

- Administración del Equipo.
- Participación Total de los Equipos.
- Entrenamiento.

Estrategias de mantenimiento

Una estrategia de mantenimiento es la decisión que adoptan los responsables de la gestión de una planta para dirigir su mantenimiento, haciendo que un grupo de tareas sean la base de la actividad de mantenimiento, y el resto de las tareas esté supeditadas a ese conjunto básico de actividades (Renovetec, 2018).

Para la ingeniería industrial existen diferentes tipos de mantenimiento que se aplican dependiendo de la complejidad y rigor requerido en cada planta o tipo de instalación, el ingeniero Santiago García define 5 políticas de mantenimiento:

Estrategia correctiva, en la que la reparación de fallas es la base del mantenimiento

Estrategia condicional, en la que es la realización de determinadas observaciones y pruebas la que dirige la actividad de mantenimiento.

Estrategia sistemática, en la que el mantenimiento se basa en la realización de una serie de intervenciones programadas a lo largo de todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación.

Estrategia de alta disponibilidad, en la que se busca tener operativa la instalación para producir el máximo tiempo posible, y por tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse necesariamente en unos periodos de tiempo muy determinados, con poca afección a la producción.

Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad, en la que no solo se confía el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas en otros campos (la ingeniería, el análisis de averías, etc.) para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad y una alta fiabilidad de las previsiones de producción.

1.5. Teoría general de sistemas (TGS)

La teoría de sistemas (también conocida con el nombre de teoría general de sistemas, abreviado con la sigla TGS) consiste en un enfoque multidisciplinario que hace énfasis en las particularidades comunes a diversas entidades. El biólogo de origen austriaco Ludwig Von Bertalanffy (1901–1972), fue quien se encargó de introducir este concepto a mediados del siglo XX.

Es una teoría que busca reglas de valor general que puedan ser aplicadas a toda clase de sistemas y con cualquier grado de realidad. Cabe destacar que los sistemas consisten en módulos ordenados de piezas que se encuentran interrelacionadas y que interactúan entre sí.

Pese a que la teoría de sistemas surgió de la mano de un especialista en biología, con el paso del tiempo se extendió a diferentes campos de estudio, como la cibernética, la ingeniería y la información.

Entre los principios de la teoría de sistemas, se pueden mencionar la utilización de los mismos conceptos para describir los rasgos principales de sistemas diferentes, la búsqueda de leyes generales que facilitan la comprensión de la dinámica de cualquier sistema y la formalización de las descripciones de la realidad. Puede resaltarse que posee un carácter dinámico, multidimensional y multidisciplinario.

Sistemas abiertos y cerrados

Un sistema se considera abierto cuando se relaciona permanentemente con su medio ambiente, intercambiando energía, materia e información. En cambio, es cerrado si esta interacción es mínima, ya que se vale de su propia reserva de recursos; como consecuencia de esta falta de comunicación, sus componentes no sufren modificación alguna.

Los sistemas a los que pertenecen las células, las plantas, los insectos, el hombre mismo, son abiertos; presentan una constante tendencia hacia la evolución y presentan un orden estructural. Los cerrados, por el contrario, no establecen un orden o diferenciación de sus elementos; por consiguiente, distribuyen de manera uniforme la energía.

Propiedades de un sistema abierto

Totalidad: un sistema es un todo comprendido por sus componentes y sus propiedades, una organización en la que el comportamiento y la expresión de cada uno repercute y es afectada por los demás. Este tipo de sistema es mucho más que la mera suma de cada una de sus partes, por lo tanto, podemos adoptar el edificio como un sistema abierto compuesto por subsistemas y elementos que lo componen e interactuando con el entorno.

Básicamente los subsistemas identificados son: el subsistema Estructural, el Periférico horizontal, el Periférico vertical, el subsistema Interno horizontal, el subsistema Interno vertical y el subsistema Instalaciones (Falabella, 2009).

Esquema de subsistemas de un edificio.

Tabla 3 Propia, adaptada de Falabella, María Teresita.

Subsistema Estructural (SE)	Cimentación	Cimentación.
	horizontal	Trabes, cadenas, losas.
	vertical	Columnas, Muros de carga.
Subsistema Arquitectónico (SA)	horizontal	Pisos y plafones
	vertical	Muros, cancelerías, protecciones, acabados.
	envolvente	Cubiertas, fachadas.
Subsistema Circulaciones (SC)	horizontal	Veredas, caminos
	vertical	Escaleras, elevadores.
Subsistema Instalaciones (SI)	Hidráulica	tuberías y muebles
	Sanitaria	desagüe
	Eléctrica	luminarios y cableado
	Gas	Suministro y tuberías
	Calefacción	aire y agua
	Refrigeración	aire
	Telecomunicaciones	cableado, líneas, aparato telefónico
	Seguridad	contraincendios, alarmas
Especiales		

“La tecnología y la sociedad se han vuelto tan complejas que los caminos y medios tradicionales no son ya suficiente, y se imponen actitudes de naturaleza Holística, o de sistemas, y generalista, o interdisciplinarias”

– Ludwig Von Bertalanffy

CAPÍTULO II

PROCESO DE ANÁLISIS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

2. PROCESO DE ANÁLISIS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El objetivo de este procedimiento es obtener un diagnóstico que orienten al líder de proyecto o gerente de mantenimiento en la selección de la concepción de gestión de mantenimiento a emplear, con un conocimiento preciso de la situación actual y la proyección del futuro con mayor probabilidad de éxito.

Se podrán obtener los antecedentes básicos de la empresa, los que ayudarán a comprender la situación actual del funcionamiento del mantenimiento, y servir de referencia para la comparación del funcionamiento de las posibles modificaciones.

2.1. CICLO DE PROCESO DE PRONÓSTICOS

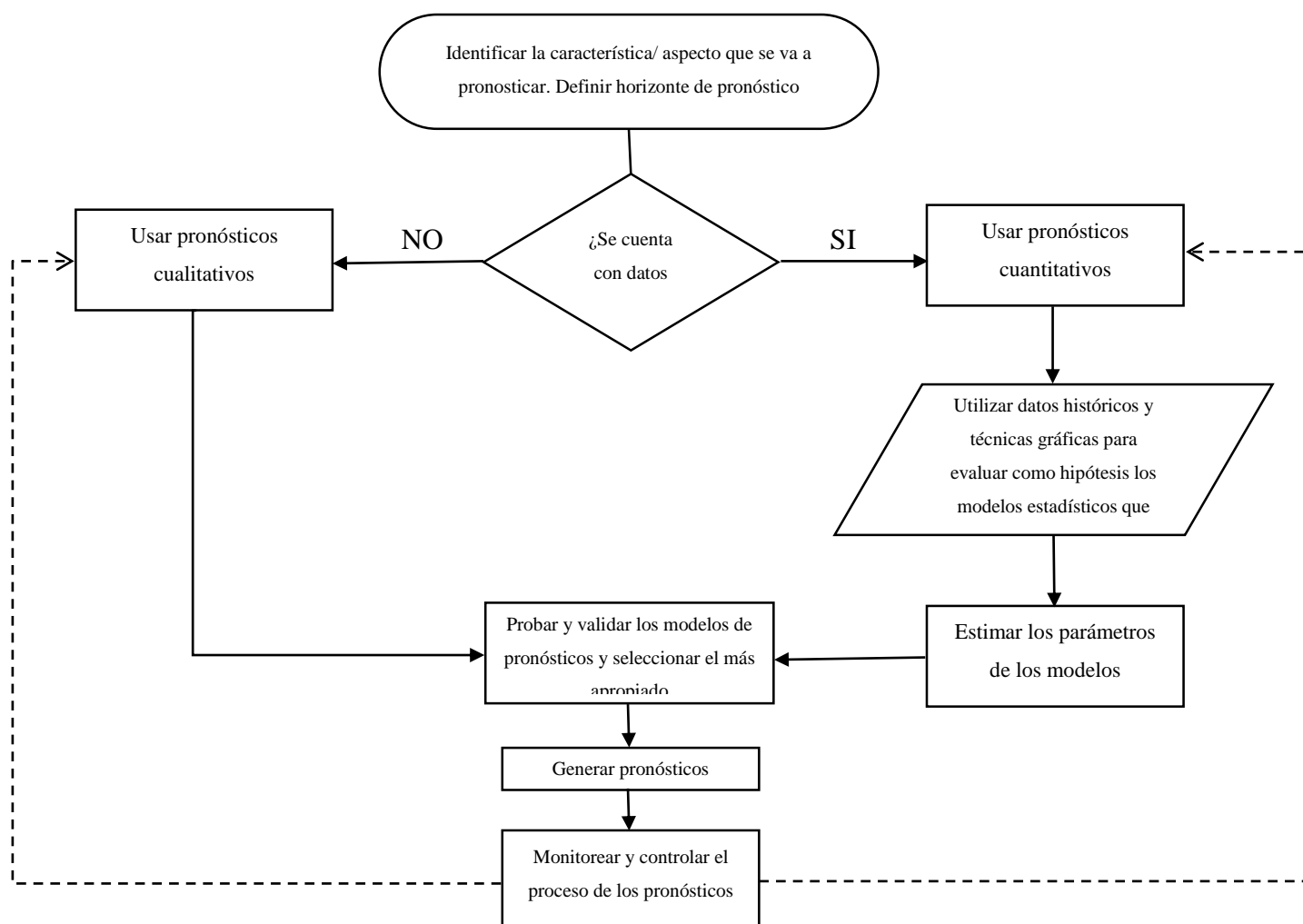


Diagrama 1 Pronóstico de mantenimiento.

2.2. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Para esta etapa de la investigación se emplearán algunos aspectos de la propuesta presentada en 2008 como: “Proceso de evaluación de las condiciones necesarias para innovar la gestión de mantenimiento” elaborada por Fernando F. Espinosa, Acires Días y Nelson Back en el cual se analizan distintos módulos de evaluación

El análisis de los resultados obtenidos por medio de la aplicación de las reglas, las cuales son definidas con un objetivo, permite sugerir acciones a implementar ya que todo el análisis está basado en el conocimiento que el especialista posee (R. Balachandra, 2000).

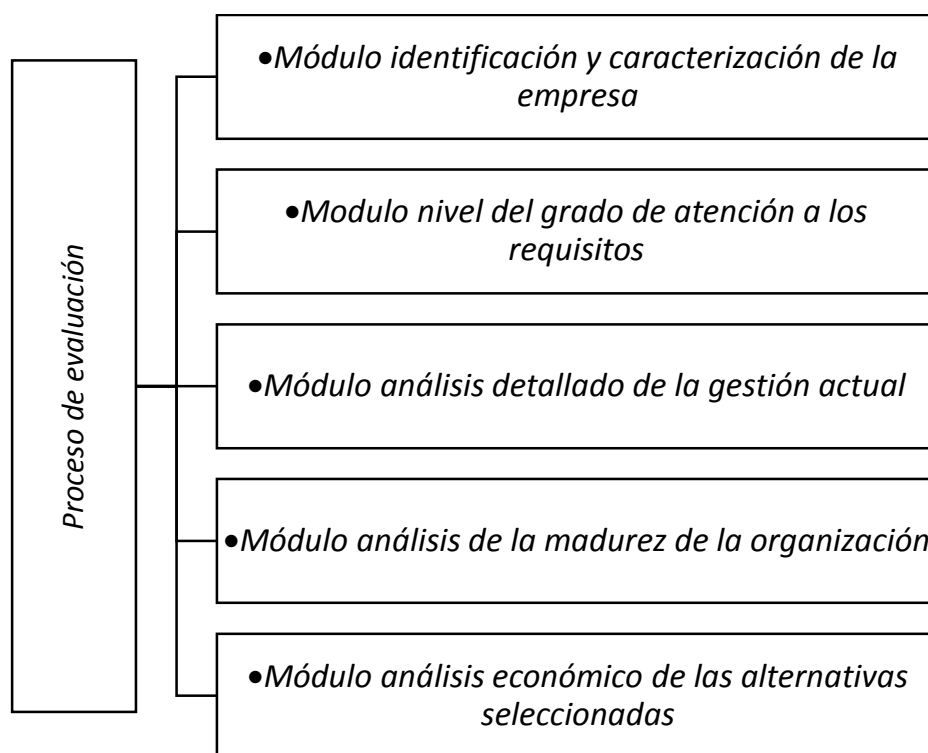


Fig. 13 Procedimiento de evaluación, (Espinosa, 2008)

2.3. INDICADORES

El departamento de mantenimiento necesita y genera abundante información, por lo cual es necesario prestar atención al sistema que se empleará para recopilar datos que se conviertan en información.

Los datos son un conjunto de números y anotaciones sobre todos los aspectos relacionados con mantenimiento que se generan o se pueden obtener a partir de la actividad diaria. La información la componen también datos, pero ordenados de tal manera que nos permiten tomar decisiones.

A partir de una serie de datos, nuestro sistema de procesamiento debe devolvernos una información, una serie de indicadores en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento (García Garrido, 2003).

Disponibilidad total

Es uno de los indicadores más importantes de la planta. Es el cociente de dividir el número de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales de un periodo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de paro por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Una vez obtenida la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos, debe calcularse la media aritmética, para obtener la disponibilidad total de la planta.

$$\text{Disponibilidad Total} = \frac{\Sigma \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{Número de equipos significativos}}$$

Disponibilidad por averías

Es el mismo índice anterior, pero teniendo en cuenta tan solo las paradas por averías, las intervenciones no programadas:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de paro por averia}}{\text{Horas Totales}}$$

MTBF (MID Time Between Failure, Tiempo Medio Entre Fallos)

Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías:

$$MTBF = \frac{\text{Número de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Numero de fallas o averias}}$$

MTTR (MID Time To Repair, Tiempo Medio De Reparación)

Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

$$MTBF = \frac{\text{Número de horas por averia}}{\text{Numero de averias}}$$

$$\text{Disponibilidad por fallos} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Indicadores de Gestión de Órdenes de Trabajo

Número de órdenes generadas en un periodo de trabajo.

Es discutible si el número de Órdenes de Trabajo es un indicador muy fiable sobre la carga de trabajo en un periodo, ya que 100 Órdenes de Trabajo de una hora pueden agruparse en una sola Orden de Trabajo con un concepto más amplio. No obstante, dada la sencillez con que se obtiene este dato, suele ser un indicador muy usado (García Garrido, 2003).

Numero de órdenes de trabajo generadas por sectores o zonas

Igual que en el caso anterior, solo la sencillez de su cálculo justifica emplear este indicador.

Numero de órdenes de trabajo acabadas

Suele ser útil conocer cuál es el número de Órdenes de Trabajo acabadas, sobre todo en relación con el número de órdenes generadas. Es muy importante, como siempre, seguir la evolución en el tiempo de este indicador.

Numero de órdenes de trabajo pendientes

Este indicador nos da una idea de la eficacia en la resolución de problemas. Es conveniente distinguir entre las O.T. que están pendientes por causas ajenas a mantenimiento (pendientes por la recepción de un repuesto, pendientes porque producción no da su autorización para intervenir en el equipo, etc.) de las debidas a la acumulación de tareas o a la mala organización de mantenimiento.

Por ello, es conveniente dividir este indicador en otros tres:

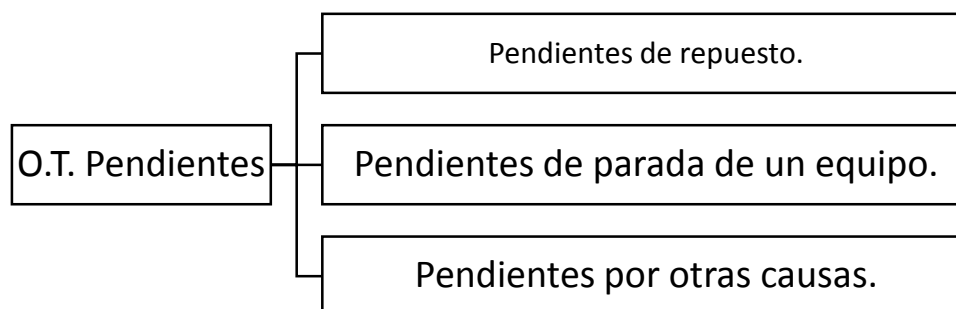


Fig. 14 Indicadores de Órdenes de Trabajo.

Número de órdenes de trabajo de emergencia (PRIORIDAD MÁXIMA)

Una referencia muy importante del estado de la planta es el número de O.T de emergencia que se han generado en un periodo determinado. Si ha habido pocas o ninguna, tendremos la seguridad de que el estado del sistema es fiable. Si, por el contrario, las órdenes de prioridad máxima que se

generan son muchas, se podrá pensar que el estado del sistema es malo. Como siempre, es igualmente importante observar la evolución de este indicador respecto a periodos anteriores.

Horas estimadas de trabajo pendiente

Es la suma de las horas estimadas en cada uno de los trabajos pendientes de realización. Es un parámetro más importante que el número de órdenes pendientes, pues nos permite conocer la carga de trabajo estimada por realizar.

Índice de cumplimiento de la planificación

Es la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales. Mide el grado de acierto de la planificación.

$$\text{Índice de cumplimiento de la planeación} = \frac{\text{N. de O.T. acabadas en fecha planificada}}{\text{N. de O.T. Totales}}$$

CAPÍTULO III

ALBERCA OLÍMPICA UNIVERSITARIA

3. ALBERCA OLÍMPICA UNIVERSITARIA

3.1. GENERALIDADES

Una de las instalaciones más emblemáticas, no sólo deportivas sino en general, del campus de CU, es la Alberca Olímpica Universitaria, recinto que abrió sus puertas el 10 de marzo de 1954. En ella se practican natación, clavados y polo acuático, buceo, nado con aletas, nado sincronizado, volibol de playa y deporte adaptado. Promedia anualmente a cerca de 120 mil usuarios y es una de las más grandes en una universidad (Gaceta UNAM, 2017).

La alberca está ubicada en el circuito escolar de Ciudad Universitaria UNAM, frente a las facultades de arquitectura e ingeniería, Conjunto de aproximadamente 20895m² con 2 gimnasios, 2 canchas de voleibol y 1 de basquetbol, vestidores, área administrativa, clínica y ludoteca, cuenta con 3500m² de superficie de alberca y capacidad para 6,000,000 de litros, el casco está rodeado por una trinchera perimetral de piedra braza para registro y mantenimiento de instalaciones de succión y suministro, con un ancho aproximado de 1m y profundidades distintas. Por su función está conformada por 4 zonas: alberca olímpica, área de prácticas, fosa de clavados y chapoteadero, con la profundidad requerida para cada actividad.



Fotografía 1 Alberca Olímpica Universitaria UNAM.

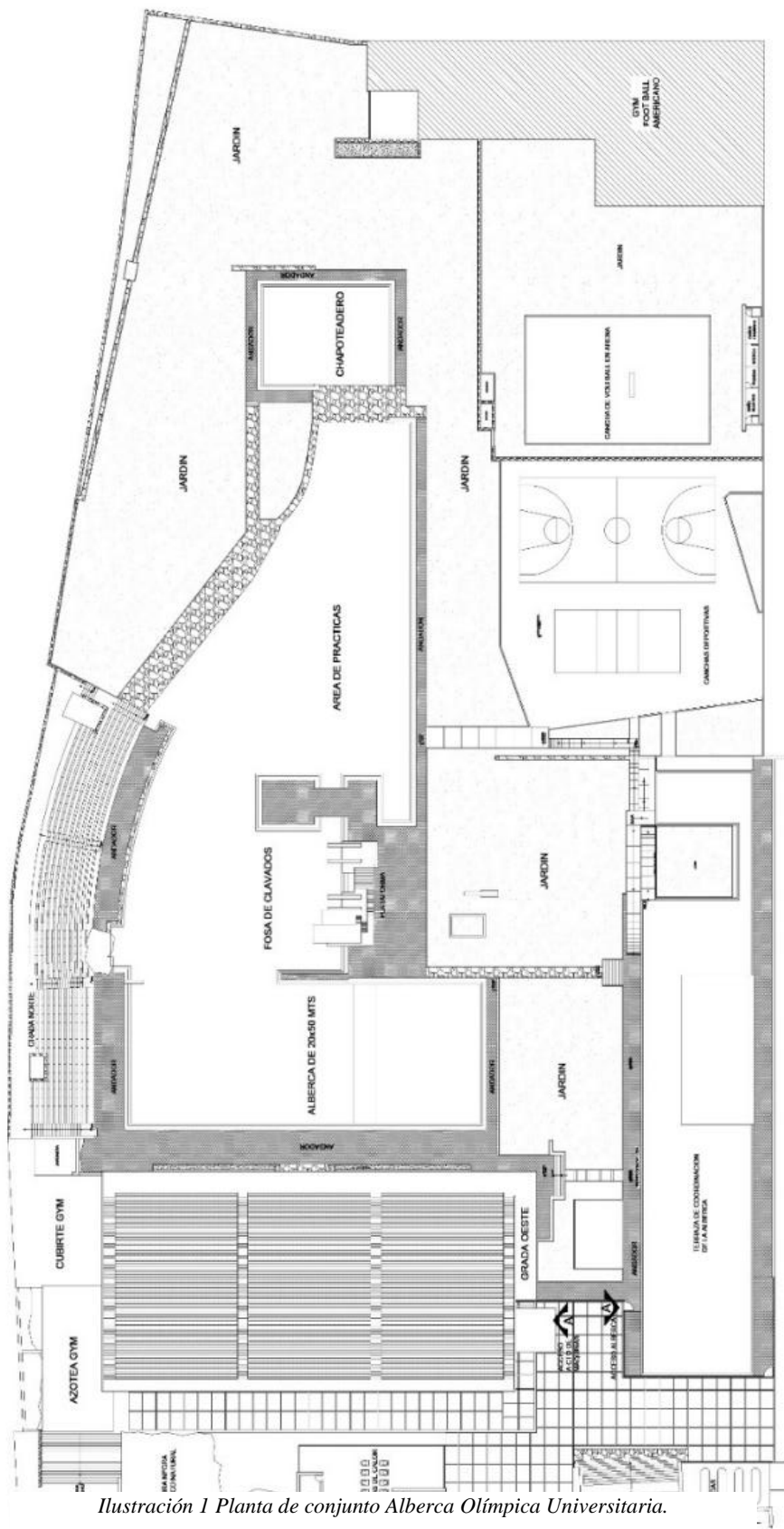


Ilustración 1 Planta de conjunto Alberca Olímpica Universitaria.

3.2. INSTALACIONES

Para el funcionamiento de la alberca, es necesario contar con sistemas de calentamiento de agua, originalmente este trabajo se lograba con el funcionamiento de un par de calderas de combustión de diésel, estas fueron sustituidas el año 2002 por calderas MYRGO de mayor rendimiento y de combustión de Diésel o de gas LP, que es el sistema principal con el que se mantiene operando la alberca.

En abril del año 2005, cuando el entonces Rector el Dr. Juan Ramón de la Fuente, creo el PROGRAMA TRANSDISCIPLINARIO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA FACULTADES Y ESCUELAS DE LA UNAM, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Institucional, cuya titular era la Dra. Rosaura Ruiz. El Programa constaba de siete macroproyectos uno de ellos fue “La Ciudad Universitaria y la Energía”, coordinados por la Unidad de Apoyo a la Investigación en Facultades y Escuelas cuyo jefe era el Dr. Alipio Calles Martínez.

Por lo anterior, los objetivos del macroproyecto fueron: diseñar y desarrollar de manera integral infraestructura, tecnología y cultura para transformar el campus universitario en un modelo de utilización inteligente de la energía y en un aula de enseñanza del tema; convertir al campus universitario en un modelo de utilización inteligente de las diferentes formas de energía necesarias para la satisfacción de sus necesidades, principalmente las energías renovables disponibles en el campus. Para lograr los objetivos, este macroproyecto se sustentó en las siguientes líneas de investigación: energía solar (6 proyectos), uno de ellos *La Alberca Olímpica Universitaria*; energía de biomasa (3 proyectos); energía del hidrógeno (3 proyectos); diagnóstico y ahorro de energía (5 proyectos); utilización y ahorro de energía (5 proyectos); y cultura energética (1 proyecto).

Dentro de los estudios realizados en la alberca por personal del posgrado de ingeniería, se realizaron las propuestas definidas en la ilustración 3, en esta tabla se analizaron las opciones viables para reducir las emisiones de GEI además de reducir el consumo de gas LP utilizado por las calderas.

En el marco de dichos estudios La UNAM recibió una donación de 10 bombas de calor HEAT SIPHON, para reducir el consumo de combustible e implementar tecnologías que reduzcan la producción de GEI por combustión de gas LP, cabe mencionar que los equipos no funcionaron

hasta 2017 (en el transcurso de esta investigación) por no contar con la infraestructura eléctrica para su operación.

Opción	Inversión (miles de pesos)	Vida útil	Inversión anualizada (pesos)	Consumo de				Costo de combustible (miles de pesos/año)	Factor de emisión (kg/TJ)	Emisiones de CO ₂ (ton)	Costo total anual (miles de pesos)
				GLP (lt/año)	GLP (TJ/año)	Electricidad (kWh/año)	Electricidad (TJ/año)				
Actual											
Calentadores gas				1,350,000	31.78			7,384.5	63,100	2005	7,384.5
Propuesta 1											
950 paneles solares	11,514.9	10	2,038.0								2,038.0
20 bombas de calor (10 ya existentes) + bombas hidráulicas	3,206.1	10	567.4			825,151	2,971	1,072.7	153,100	455	1,640.1
Calderas de respaldo	450.0	10	79.6	173,625	4.09			949.7	63,100	258	1,029.4
Total	15,171.0		2,685.0		4.09			2,022.4		713	4,707.4
Propuesta 2											
550 paneles solares	5,158.1	10	912.9								912.9
28 bombas de calor (10 ya existentes) + bombas hidráulicas	4,610.9	10	816.1			1,205,275	4.34	1,566.9	153,100	664	2,382.9
Calderas de respaldo	450.0	10	79.6	134,250	3.16			734.3	63,100	199	814.0
Total	10,219.0		1,808.6	134,250	3.16	1,205,275	4.34	2,301.2		864	4,109.8
Propuesta 3											
950 paneles solares	11,514.9	10	2,038.0								2,038.0
Calderas de respaldo				626,250	14.74			3,425.6	63,100	930	3,425.6
Total	11,514.9		2,038.0	626,250	14.74			3,425.6		930	5,463.5
Propuesta 4											
950 paneles solares (donados)	6,060.0	10	1,072.5								1,072.5
Calderas de respaldo				626,250	14.74			3,425.6	63,100	930	3,425.6
Total	6,060.0		1,072.5		14.74			3,425.6			4,498.1

Tabla 4 Propuesta de modificaciones para calentamiento de agua, Fuente: (inventario GEI UNAM.)

En 2014 inicia la operación de la primera etapa de la instalación de colectores solares.

“La Alberca Olímpica de Ciudad Universitaria cuenta con un nuevo sistema de calentamiento de agua. Se trata de 500 colectores de energía solar que elevan la temperatura y cubiertas térmicas auto flotantes para conservar el calor durante el tiempo en que no se ocupan las instalaciones, lo anterior como parte de la Estrategia de Universidad Sustentable Eco Puma.

En el marco del Día Internacional del Medio Ambiente, el Rector de la UNAM, José Narro Robles, inauguró las nuevas instalaciones que se encuentran listas en su primera etapa. En ésta, el Sistema Solar consta de 500 colectores de polipropileno de alta densidad, que se complementarán con una segunda fase de 500 colectores para sumar un área total de 3,800 metros cuadrados que calentarán un volumen de seis millones de litros de agua a una temperatura de 27 grados centígrados. El más grande sistema instalado en México en una sola alberca.

Con esta primera fase del sistema de calentamiento, basado en energía renovable y tecnologías eficientes, se reducirán en 58 por ciento las emisiones de gases de efecto invernadero producidas con la tecnología anterior.

El sistema completo operará con mil colectores solares y 24 bombas de calor, con lo que se reducirá 80 por ciento el consumo actual de gas LP” (UNAM, 2017).

Calentamiento solar de la Alberca Olímpica de Ciudad Universitaria



Se solarizó el sistema de calentamiento de la alberca, para sustituir hasta 80% del consumo anual actual de gas LP



Beneficios

Reducción del 42% de las emisiones de GEI

21,200 ton de CO₂ eq./ año dejarán de emitirse

6 millones de litros de agua mantendrán una temperatura constante de 27°C

10,370 personas inscritas disfrutarán de este servicio

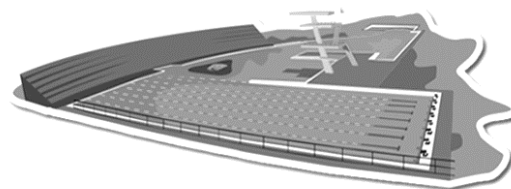


Ilustración 2 Publicación del Programa Universitario de Medio Ambiente, (PUMA).

3.3. OPERACIÓN

En la actualidad están funcionando el sistema de generación de vapor mediante las calderas, sumado al sistema de respaldo con los colectores solares y las bombas de calor.



Fotografía 2 Cuarto de máquinas, caldera 1 y 2.



Fotografía 3 Colectores solares, pasillo sur.

Los colectores HELIOLHC-40 reciben la radiación solar y transmiten el calor al interior de las venas de polipropileno de alta densidad del dispositivo de manera instantánea, posteriormente el agua caliente es bombeada dentro de un circuito hacia un intercambiador de calor donde se reduce su temperatura al agua procedente de los filtros que recirculan hacia la alberca después de pasar por el intercambiador de calor con vapor generado por las calderas.



Fotografía 4 Cuarto de máquinas filtrado mayor.

En las ilustraciones 9 y 10 podemos observar el área de filtrado mayor e intercambiador de calor, localizados en el área oriente del cuarto de máquinas, en esta área se lleva a cabo la succión, bombeo, filtrado e intercambio de calor entre el fluido portador de calor (vapor generado en las calderas) y la línea de alimentación de agua ya clorada hacia la alberca.

Durante la realización de la investigación inicio un programa llamado “Trabajos de dignificación y mantenimiento a recintos de la Dirección General del Deporte Universitario (DGDU)” en el cual participaron: La Dirección General de Obras y Conservación (DGOC), la DGDU, el Instituto de Ingeniería, el Instituto de Energías Renovables (IER) y el Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad (PUES). Se anexa un informe fotográfico en este documento, proporcionado por la Dirección de Conservación, de la DGOC.

Los trabajos realizados a finales del 2016 y principios del 2017 fueron los siguientes:

1. Sustitución de tanques de 5000 lts. de gas LP, incluidos tubería y válvulas.
2. Dignificación de baños vestidores de profesores.
3. Instalación de regaderas anti-vandalismo en baños generales.
4. Sustitución de válvulas de acumulación en baños generales.

5. Reacondicionamiento de clínica médica.
6. Sustitución de filtro #3 del filtrado mayor.
7. Sustitución de anclas de carriles del área de competencia de la alberca.
8. Sustitución del filtrado menor incluyendo tuberías.
9. Mantenimiento a las calderas 1 y 2 (desincrustante químico).
10. Sustitución de luminarios y cableado de postes perimetrales.
11. Instalación de medidores de gas L.P.
12. Mantenimiento a bomba#1 de 60HP.
13. Sustitución de bomba #2 de 60HP.
14. Aislamiento térmico a tanque e intercambiador de calor del sistema principal.
15. Modificación de cubierta del cuarto de control de colectores solares.



Fotografía 5 Cuarto de máquinas, intercambiador de calor.

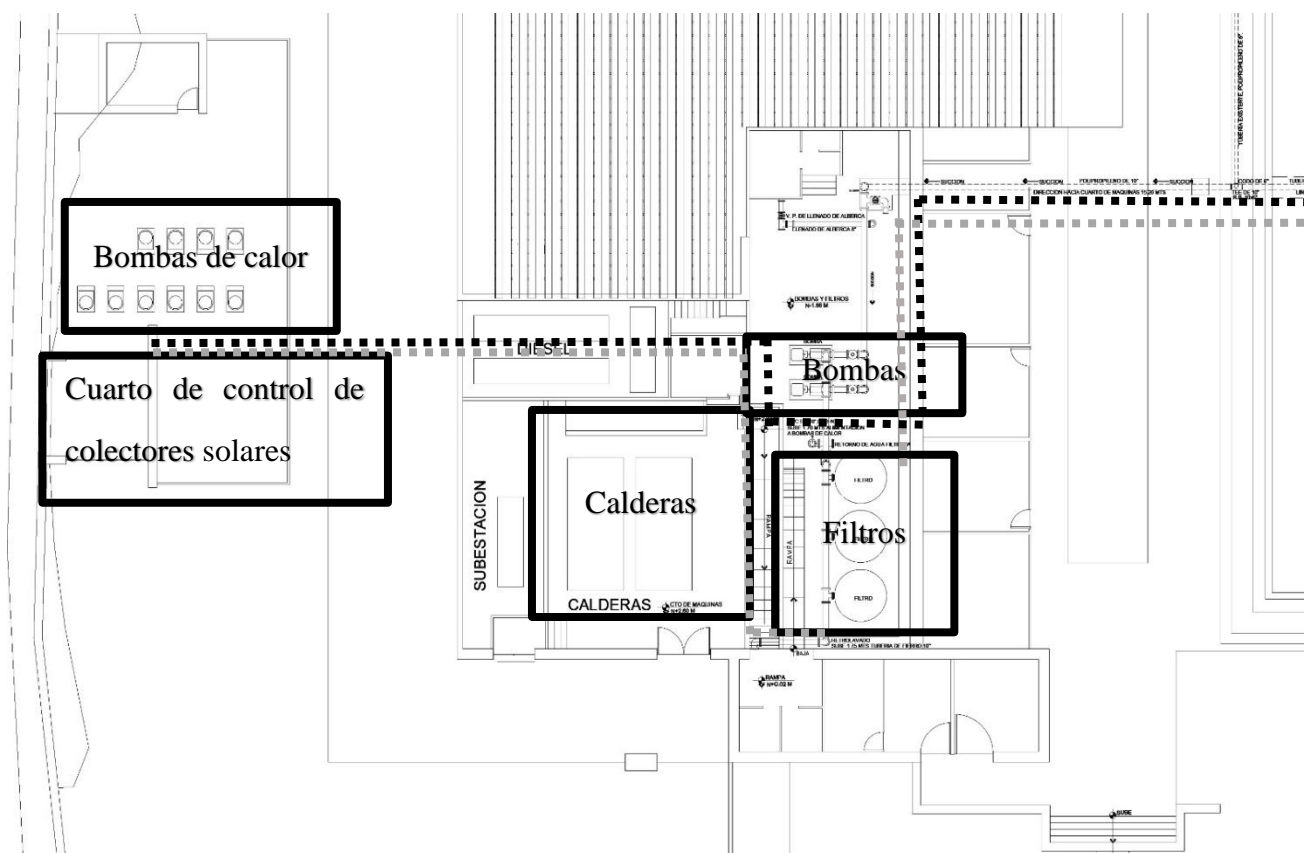


Ilustración 3 Sistemas de calentamiento de agua.

Durante 2017 fueron retirados los tanques de Diesel ya sin uso por más de 10 años, este espacio puede ser reutilizado para complementos del sistema actual, o algún subsistema de tratamiento de agua o de cloración distinto al existente (gas cloro).

Hasta la fecha de la investigación están funcionando dos de cuatro circuitos de colectores solares independientes entre sí, de los cuales se presenta un diagrama de funcionamiento en el diagrama 2, compuesta por 267 y 217 colectores respectivamente, con un intercambiador de calor y 1 bomba para cada subsistema, estos se conectan al intercambiador general para posteriormente llegar a la línea de alimentación de agua caliente de la alberca.



Fotografía 6 Tanques de Diésel y control eléctrico.

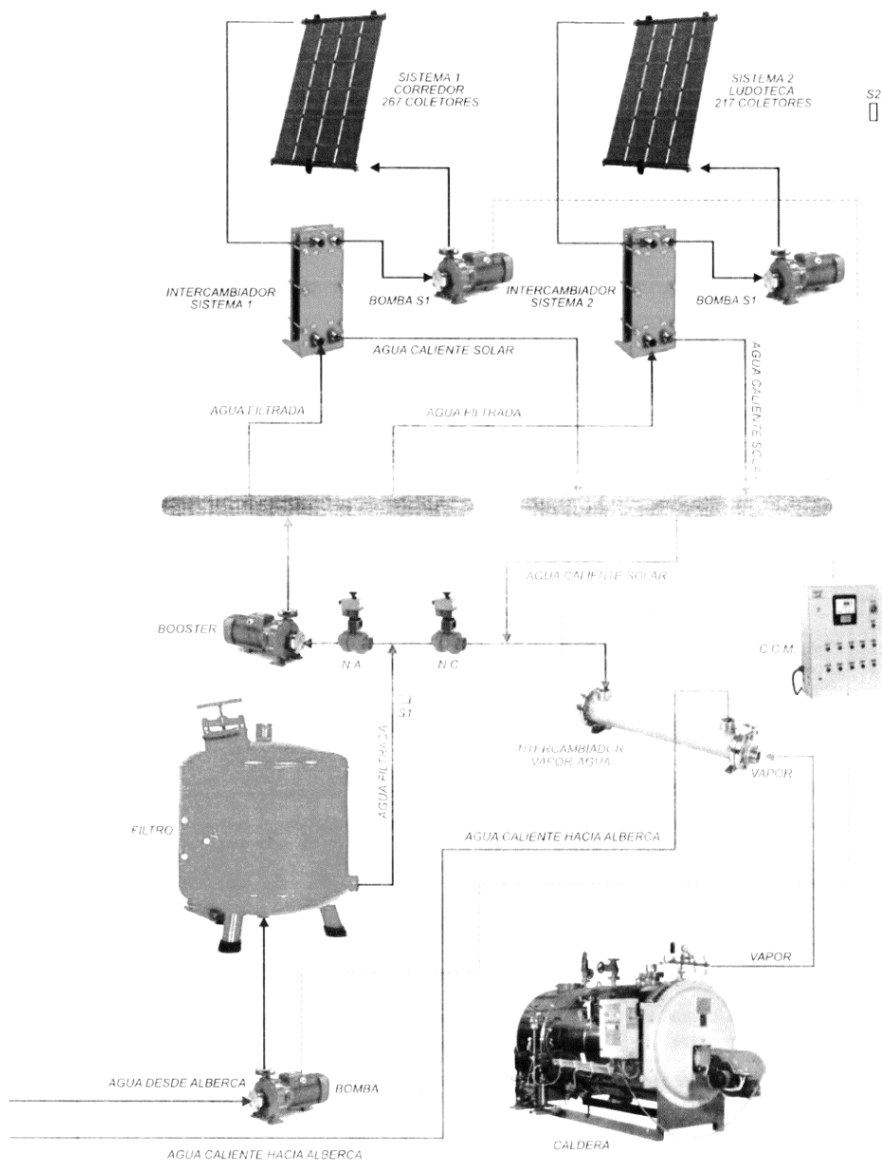


Diagrama 2 Operación y funcionamiento, Fuente: Heliocol.

3.4. EQUIPOS Y ÁREAS SIN USO.

Para evitar la pérdida de calor por la noche fueron adquiridas cubiertas auto flotantes, que se colocarían al terminar el uso de las instalaciones cada día, dichas cubiertas solo fueron colocadas en etapas de prueba ya que no existe personal que coloque las cubiertas en este horario.

La importancia de la gestión del mantenimiento permite tener resultados óptimos, sin tener soluciones aisladas, el tomar en cuenta la cantidad y tipo de recursos humanos para realizar las tareas necesarias, la colocación de la cubierta ayuda a reducir pérdidas de calor y reduce la evaporación de agua y químicos lo que se traduce en reducción de costo y producción de GEI.



Fotografía 7 Cubiertas auto flotantes.



Fotografía 8 a la izquierda dosificador de cloro, a la derecha ablandadores de agua.



Fotografía 9 Tanques de Diesel.

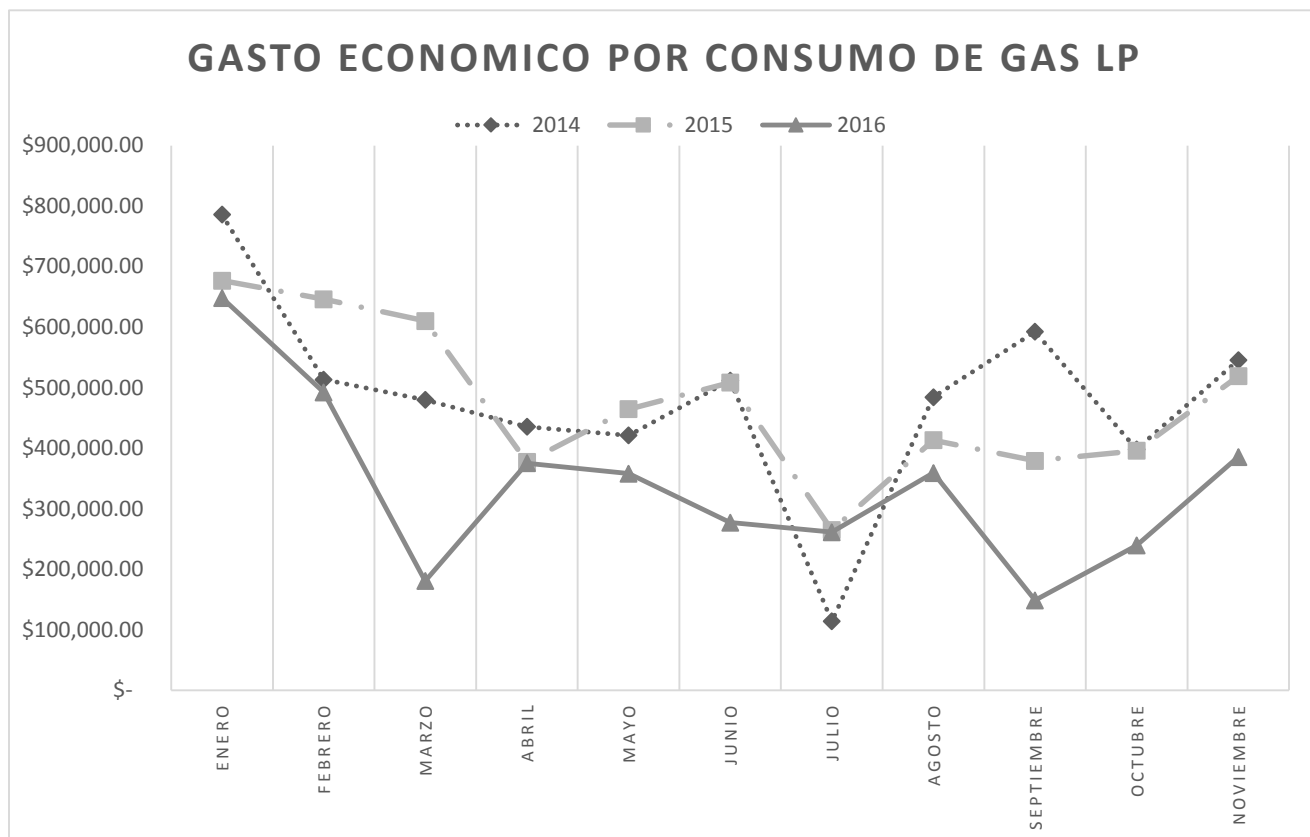


Fotografía 10 Instalación de bombas de calor.



Fotografía 11 Tapanco norte, bajo las gradas.

3.5. ANÁLISIS DE AHORRO



Gráfica 2 Gasto económico por consumo de combustible. fuente: Elaboración propia, datos de DGDU.

Lo que puede observarse en la Gráfica 2, es el comportamiento que se ha registrado por consumo de GLP a lo largo de los 3 años previos a la realización de este trabajo, datos recabados por parte de la Dirección General del Deporte Universitario, lo que registra el primer año (2014), es un gasto por consumo de LP, mayor al de los distintos años representados en la gráfica debido a que aún no existía la instalación de los colectores solares (50%) y en el último año se reduce más aun ya que durante este último año se realizaron reparaciones al sistema original y se dio mantenimiento a las calderas, esto nos demuestra la importancia del mantenimiento y las repercusiones positivas que este conlleva.

3.6. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

Gestión de mantenimiento

Para poder identificar la situación actual del mantenimiento en la alberca olímpica universitaria, es necesario la aplicación de una auditoria de mantenimiento con el fin de conocer si existen gammas protocolos específicos o genéricos para equipos o algún sistema en específico, para posteriormente proponer posibles modificaciones y entrar a la etapa de control, para realizar ajustes o modificaciones, determinar la existencia de pérdidas de energía innecesaria, identificar áreas sin uso y situaciones o procesos riesgosas.

Para que un sistema de mantenimiento pueda desempeñar su papel de una forma adecuada, todos los factores y elementos que lo componen deben estar bien diseñados y evaluados para poder lograr el propósito de mejora continua.

Dentro de los factores a controlar se incluyen:

- Control gerencial
- Instalaciones
- Almacenes
- Material
- Tipos de mantenimiento
- Políticas de la organización
- Capacitación
- Motivación
- Historial del equipo
- Sistemas de información
- Esta evaluación se realiza mediante el esquema de auditoria.

Para esta etapa de la investigación se emplearán algunos aspectos de la propuesta presentada en 2008 como: “Proceso de evaluación de las condiciones necesarias para innovar la gestión de

mantenimiento” elaborada por Fernando F. Espinosa, Acires Días y Nelson Back en el cual se analizan distintos módulos de evaluación

El análisis de los resultados obtenidos por medio de la aplicación de las reglas, las cuales son definidas con un objetivo, permite sugerir acciones a implementar ya que todo el análisis está basado en el conocimiento de las personas encargadas de las tareas de mantenimiento en las distintas etapas del proceso administrativo.

- Jefe de departamento de mantenimiento de la DGDU
- Coordinador de talleres centrales
- Director de conservación DGOC
- Asistente en procesos (encargado de mantenimiento del taller de calderas)
- Auditor

La evaluación se realiza mediante la utilización de matrices de carácter cualitativo que corresponden a los distintos módulos del proceso.

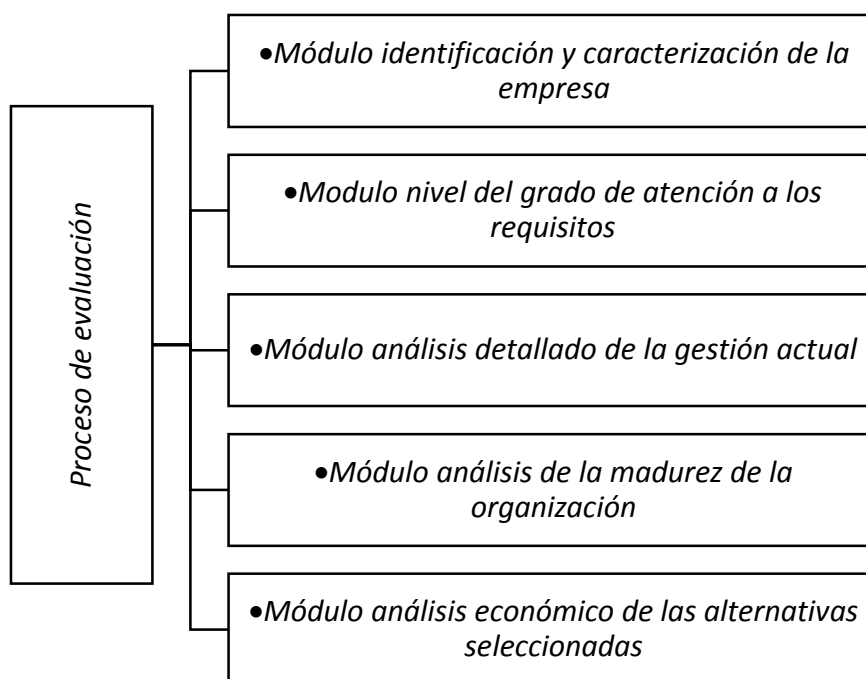


Fig. 15 Procedimiento de evaluación de las condiciones necesarias para innovar fuente:(Espinosa, 2018).

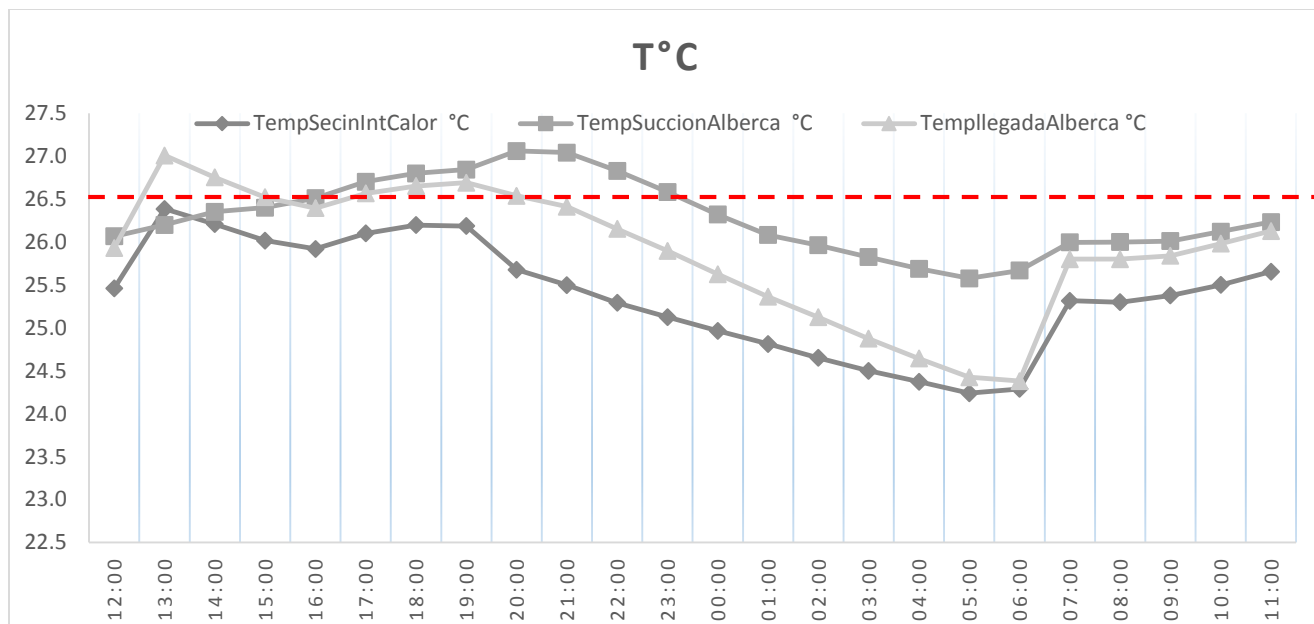
Con la finalidad de tener la información de los subsistemas que se analizaran, es necesario conocer el funcionamiento de los equipos y componentes que los conforman, así como la información obtenida de los instrumentos de medición, para poder establecer estrategias pertinentes en cuestión de mantenimiento como:

- A. Gamas de mantenimiento.
 - B. Ventanas de oportunidad.
 - C. Programa de mantenimiento preventivo.
 - D. Mantenimiento correctivo programado.
 - E. Análisis de la estructura administrativa.
- 1) Subsistema de calentamiento de agua (CA)
 - a. Calderas
 - b. Colectores Solares
 - c. Bombas de calor
 - 2) Subsistema de tratamiento de agua (TA)
 - a. Filtrado Mayor
 - b. Filtrado Menor
 - c. Tratamiento de agua para la caldera

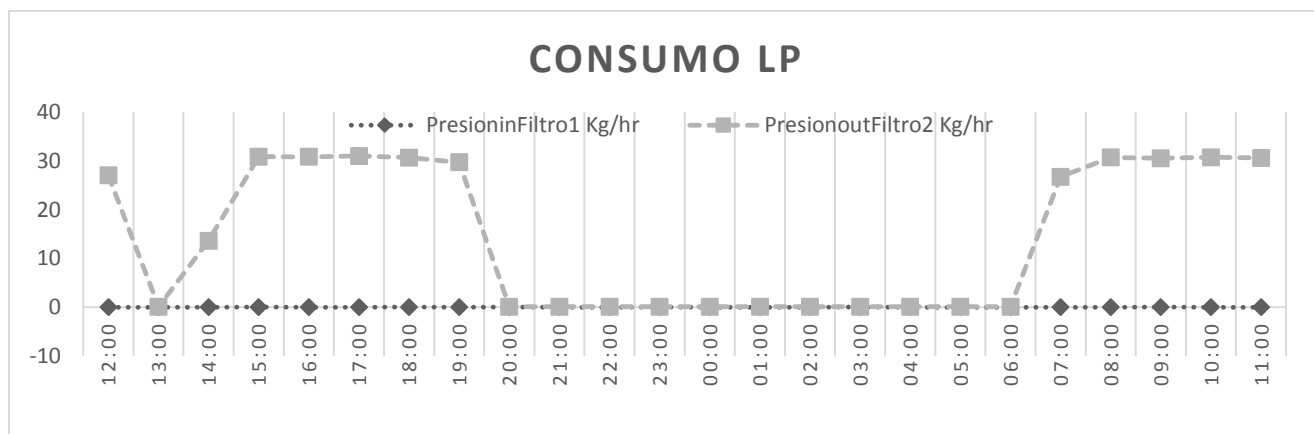
Las mediciones obtenidas de temperatura y de consumo de gas se obtuvieron gracias a la instrumentación realizada por personal del IER, correspondientes al mes de septiembre 2017, como el último periodo para conocer el comportamiento de los sistemas.

Promedio hr	PresioninFiltro1 Kg/hr	PresionoutFiltro2 Kg/hr	TempSecinInt Calor °C	TempSuccionAlberca °C	TempLlegadaAlberca °C
12:00	0	27	25.5	26.1	25.9
13:00	0	0.1	26.4	26.2	27
14:00	0	13.6	26.2	26.4	26.8
15:00	0	30.8	26	26.4	26.5
16:00	0	30.8	25.9	26.5	26.4
17:00	0	31	26.1	26.7	26.6
18:00	0	30.7	26.2	26.8	26.7
19:00	0	29.7	26.2	26.8	26.7
20:00	0	0.1	25.7	27.1	26.5
21:00	0	0.1	25.5	27	26.4
22:00	0	0.1	25.3	26.8	26.2
23:00	0	0.1	25.1	26.6	25.9
0:00	0	0.1	25	26.3	25.6
1:00	0	0.1	24.8	26.1	25.4
2:00	0	0.1	24.7	26	25.1
3:00	0	0.1	24.5	25.8	24.9
4:00	0	0.1	24.4	25.7	24.6
5:00	0	0.1	24.2	25.6	24.4
6:00	0	0.1	24.3	25.7	24.4
7:00	0	26.7	25.3	26	25.8
8:00	0	30.7	25.3	26	25.8
9:00	0	30.5	25.4	26	25.8
10:00	0	30.7	25.5	26.1	26
11:00	0	30.6	25.7	26.2	26.1
Max			26.4	27.1	27
Min			24.2	25.6	24.4
Diferencia			2.2	1.5	2.6

Tabla 5 Temperatura de sensores en instalaciones de la AOU. Fuente: Elaboración propia datos del IER,



Gráfica 3 comportamiento de la temperatura del agua de la alberca. fuente: elaboración propia datos IER.



Gráfica 4 Consumo de gas LP, septiembre 2017. fuente: elaboración propia datos IER.

Existen formatos de control de las distintas dependencias encargadas del mantenimiento de la AOU, de los cuales se obtuvo información necesaria para la evaluación de la gestión de mantenimiento, tales como Ordenes de Trabajo, formatos de control de calidad del agua (cloro y pH), análisis de consumo de gas L.P. y control interno del área de servicio. De igual forma se tomarán como referencia para tomar decisiones las mediciones de los equipos instalados recientemente por el Instituto de Energías Renovables IER, que se encuentra monitoreando variables como temperatura de agua de la alberca, consumo de gas, y una estación meteorológica

con datos en tiempo real, como humedad relativa, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, radiación solar, entre otras.

Planeación estratégica

Como se menciona anteriormente, cualquier actividad que se desarrolle en una empresa supone un ordenamiento lógico, que se alcanza a través de la acción, el proceso y la gestión administrativa. Desde el punto de vista común, crear un plan supone establecer un orden. Cuando se considera apropiadamente y se calcula adecuadamente cada paso que ha de darse, se está planificando y las personas se colocan, así, en condiciones de llevar a efecto lo pensado con las mayores probabilidades de éxito. Si no se actuara de esa manera, seguramente se incurriría en lo que ordinariamente se denomina desorden, imprevisión e improvisación, todo lo cual puede dar lugar a molestos contratiempos (Zabala Salazar, 2005).

El pensamiento estratégico garantiza un futuro de éxito cuando se tienen unas bases fuertes en los procesos administrativos, operativos y financieros, cimentados en los análisis que permitan decidir si el proyecto que desarrolla la organización es válido o no, si se justifican sus procedimientos y si el camino es el acertado para reducir la incertidumbre, minimizar los riesgos y maximizar las oportunidades (Román Muñoz, 2010).

Siguiendo este proceso se determinan objetivos, estrategias y líneas de acción, de esta manera alinear las tareas específicas de mantenimiento. En este caso la alberca que se está analizando forma parte de la Dirección General de Deporte Universitario (DGDU) y esta a su vez de la UNAM.

El Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2015-2019 es el punto de referencia del quehacer universitario. Permite determinar, orientar y dar seguimiento a las acciones que se requieren para que la marcha de la Institución atienda a las necesidades que se presentan en todos los órdenes, niveles y sectores, además de impulsar acciones decisivas para su devenir y refrendar, con ello, la calidad y fortaleza que distingue a la Universidad y su consecuente liderazgo en materia de educación superior, investigación y extensión de los beneficios de la cultura a la sociedad (Graue Wiechers, 2017).

El PDI 2015-2019 es el proyecto de trabajo que llevara a cabo la UNAM, durante el Rectorado que comprende los años mencionados, y como estructura principal presenta los siguientes pilares:

1. Una Universidad más integrada que sume esfuerzos y en constante mejoría.
2. Una Universidad que genere conocimiento y lo ponga al servicio del país.
3. Una Universidad a la vanguardia de las tecnologías de la información.
4. Una administración al servicio de los universitarios.
5. Una Universidad que crezca en forma organizada y sostenida.

Dentro de los cuales retomaremos como base para este trabajo los dos últimos puntos. Dentro del mismo plan se establecen los programas estratégicos y líneas de acción dirigidas que nos guiaran en este proceso, de las cuales se enlistaran la que fueron consideradas aplicables para este trabajo de investigación, con sus respectivos índices, tanto de plan estratégico, línea de acción general y específica.

5. DESARROLLO Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO

Dirigido a la integración, capacitación y mejora continua del personal administrativo para fortalecer su desempeño en beneficio de la vida universitaria.

El apoyo que el personal administrativo brinda en todos los ámbitos de la vida universitaria es indispensable para el ejercicio satisfactorio de las funciones sustantivas de la UNAM.

Como una parte fundamental de la comunidad, su labor cotidiana debe ser apreciada, reconocida y favorecida con acciones concretas, encaminadas a la formación integral del personal administrativo.

Reforzar y ampliar la visión de la administración al servicio de las funciones sustantivas de la Universidad, favorecer la capacitación y profesionalización del personal, fomentar el trabajo en equipo, y valorar y reconocer la eficiencia laboral de quienes realizan estas labores esenciales, son por lo tanto tareas que deben privilegiarse.

5.1 Fortalecer los programas de capacitación, presenciales y en línea, dirigidos a personal administrativo, mandos medios y superiores, y extender su cobertura hacia las unidades multidisciplinarias y foráneas.

10. DESARROLLO INTEGRAL DE LOS UNIVERSITARIOS

Dirigido al desarrollo integral de la comunidad universitaria para fomentar la cultura, la salud y la convivencia.

La cultura en general, y en particular las diversas manifestaciones artísticas son parte esencial de la formación del individuo, en la medida en que apelan a su sensibilidad para enriquecer su perspectiva sobre una realidad que, por este medio, es susceptible de transformarse y mejorar. Más todavía, la cultura es entendida en nuestra Universidad como un componente insustituible en la conformación de la identidad de toda colectividad, de ahí su relevancia y trascendencia, confirmadas por una larga trayectoria y una profunda tradición. De ahí la importancia para la UNAM de definir una política cultural y de comunicación, y establecer una programación renovable de la oferta artística.

A su vez, otro factor esencial para la formación integral es el de la activación física. Cultivar el conocimiento y el reconocimiento del cuerpo en el que habitan la inteligencia, la memoria y la sensibilidad es parte vital de nuestro desarrollo como seres humanos. Esa es la perspectiva desde la que la UNAM mantiene una importante oferta de actividades lúdicas y deportivas abiertas a su comunidad.

Por último, pero no menos importante, la salud es una condición sine qua non para la realización y el desenvolvimiento adecuado de toda persona. En este ámbito, es indispensable, entre otras cosas, acrecentar la calidad y poner al alcance de toda la comunidad servicios que permitan prevenir y atender situaciones médicas. Estos tres aspectos, considerados como elementos fundamentales para el desarrollo integral de los universitarios.

10.8 Cultura de activación física

5. Involucrar a un mayor número de universitarios en actividades de acondicionamiento o activación física o en la práctica del deporte.

10.9 Actividades deportivas

7. Robustecer la presencia de la Universidad en el deporte competitivo.

14. SOSTENIBILIDAD

Dirigido a la formulación de propuestas integrales para el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

La crisis ambiental del planeta ha sido ocasionada fundamentalmente por el modelo de desarrollo de la sociedad actual y ocupa uno de los lugares más relevantes entre las preocupaciones a nivel global.

El drástico deterioro de los ecosistemas, de donde se extraen los recursos que consume la sociedad, ha provocado alarma mundial, de ahí que sean múltiples las medidas que pretenden frenar la catástrofe ambiental con la que dio inicio el siglo XXI.

Se requieren mayores acciones y esfuerzos colectivos articulados en todos los niveles y sectores de la sociedad, y el ámbito educativo representa un agente fundamental para atender esta prioridad mediante el conocimiento.

La Universidad está llamada a responder a este compromiso de manera ejemplar, desarrollando medidas innovadoras para mejorar la eficiencia energética, integrando la visión de la sostenibilidad a sus tareas fundamentales, es decir, a la docencia, la investigación y la extensión de los beneficios de la cultura, así como a sus aspectos operativos y estructurales.

Con esta visión es que se plantea el despliegue de medidas entre la comunidad universitaria que integren acciones en torno a temas ambientales y de sostenibilidad.

14.2 Infraestructura e impacto ambiental

2. Garantizar la reducción del impacto ambiental en la proyección, diseño y construcción de nuevas obras y edificios universitarios.

16. PRESUPUESTO E INFRAESTRUCTURA

Dirigido a la optimización de los recursos presupuestales y a la mejora de los servicios y de la infraestructura

Es responsabilidad del Estado el dotar de apoyo y recursos financieros a la educación superior en el país, los cuales deben ser suficientes para generar y transmitir conocimientos y difundir y preservar la cultura, así como para permitir el ingreso y la fructífera trayectoria escolar de los alumnos, sin distinción de género, nivel socioeconómico, creencias o preferencias, teniendo como único límite la capacidad de la Institución.

Por su parte, la UNAM asume el compromiso de emplear dichos fondos cuidadosamente, con esfuerzo, dedicación y visión de largo plazo, para lo cual debe contar con un programa de optimización de los recursos presupuestales y de mantenimiento y acrecentamiento de la infraestructura, que le posibilite crecer en forma organizada y sostenida, a fin de que permanezca como una institución independiente, sólida, confiable e indispensable para el desarrollo del país.

La optimización en el uso del presupuesto, la mejora de las instalaciones, el perfeccionamiento de los servicios, la protección a los bienes universitarios, la actualización y modernización de equipos, entre muchos aspectos más.

16.1 Optimización de recursos en entidades académicas y dependencias universitarias

1. Reforzar los programas encaminados al ahorro y la racionalidad presupuestaria.

16.3 Mantenimiento y modernización de la infraestructura universitaria

15. Ampliar, mejorar y mantener la infraestructura universitaria para la práctica deportiva.

17. SEGURIDAD

Dirigido a la prevención, protección y salvaguarda para mejorar la seguridad de los universitarios

La enorme trascendencia de la UNAM, su compromiso con el país, su presencia y liderazgo, y el cumplimiento cabal de sus funciones sustantivas, no serían posibles si la comunidad universitaria no contara con instalaciones seguras para el desempeño de sus funciones. La UNAM es una institución que, con prudencia y firmeza, debe actuar conforme al marco legal que la rige.

Para alcanzar este objetivo, es necesario establecer un Plan Integral que prevea estrategias orientadas a resguardar el patrimonio y mejorar la seguridad dentro de los recintos universitarios, en sus alrededores y en los medios de transporte usados para trasladarse a los mismos.

Es preciso estrechar la comunicación y la coordinación con las instancias locales y federales responsables de la seguridad, prevenir, combatir y sancionar, en cualquiera de sus modalidades, la violencia de género y la discriminación, los actos ilícitos y el consumo de sustancias adictivas, y dar atención oportuna y expedita a las denuncias que se presenten al respecto.

17.1 Plan integral de seguridad

4. Atender las necesidades especiales de seguridad que requieren los laboratorios, talleres, observatorios, buques, entre otros, para prevenir accidentes y siniestros.

14. Fortalecer la cultura de prevención y autocuidado como estrategia para reforzar la seguridad de la comunidad universitaria y de sus instalaciones.

Por su parte la DGDU es la Dirección de la UNAM encargada de brindar orientación a toda la comunidad universitaria acerca de las actividades relativas a la práctica del deporte y empleo de tiempo libre que se llevan a cabo dentro de la universidad.

La DGDU es una dependencia administrativa universitaria que aglutinó varias Direcciones encargadas de hacer cumplir los objetivos de la Dirección General (DGDU, 2018).

Objetivos

Promoción de la práctica regular de actividades físicas.

Fomento de actividades físicas para obtener beneficios a la salud y el fortalecimiento de la educación integral de los estudiantes por medio del deporte.

Misión

Contribuir en la formación integral de la comunidad universitaria, en su desarrollo físico, psicológico, ético y social, a través del desarrollo de actividades deportivas y de la práctica de una cultura física, ofreciendo capacitación, formación y actualización en el ámbito de la activación física y el deporte, a través del conocimiento de sus ciencias aplicadas, así como el fomento entre los alumnos de la actividad física, desarrollando sus aptitudes hacia el deporte, fortaleciendo las estrategias de detección de talentos, a fin de atenderlos, reclutarlos como integrantes de los equipos representativos de la UNAM y potenciar sus capacidades hacia el alto rendimiento.

Visión

Generar una cultura deportiva que se constituya en elemento insoslayable en la formación integral de los universitarios, para favorecer el desarrollo de valores tales como la honradez, lealtad, autocuidado, disciplina, superación personal, trabajo en equipo, respeto, el uso inteligente del tiempo libre y el fortalecimiento del sentido de pertenencia y orgullo universitario, favoreciendo el tránsito exitoso de los alumnos por su Casa de Estudios y su compromiso con la sociedad y con México.

Antes de iniciar el proceso de planificación estratégica se debe atender a tres aspectos fundamentales (Pereda Marín & Berrocal Berrocal, 2011):

- a) Definir la visión de la empresa.
- b) Hacer una clara formulación de la misión de la organización.
- c) Definir los valores de la organización, dado que serán una de las variables que influirán en la definición del objetivo final de la empresa.

La importancia de llevar a cabo correctamente esta fase, radica en que es imprescindible que todas las personas de la organización sepan hacia donde se encamina ésta, sus valores fundamentales y adaptar a ellos las decisiones que se tomen, derivado de la información obtenida se presentan las siguientes estrategias y líneas de acción adoptadas y adaptadas al caso de estudio.

A. Fortalecer los programas de capacitación, presenciales y en línea, dirigidos a personal administrativo, mandos medios y superiores, y extender su cobertura hacia las unidades multidisciplinarias y foráneas.

- a) Capacitar y certificar al personal del taller de calderas con la finalidad de homogeneizar conocimientos y procesos de operación y mantenimiento de alta calidad.
- b) Analizar las ventajas en la mejora de la productividad, involucrando al personal de operaciones.
- c) Generar un ambiente de profesionalismo en las áreas de trabajo.
- d) Jerarquizar responsabilidades, respetando y fortaleciendo el ambiente laboral dentro de la legalidad particular.

B. Involucrar a un mayor número de universitarios en actividades de acondicionamiento o activación física o en la práctica del deporte.

- a) Preservar las áreas de servicio en funcionamiento óptimo durante las horas de uso.

C. Robustecer la presencia de la Universidad en el deporte competitivo.

- a) Seguir los lineamientos y normas establecidas por la FINA en cuestión de control de calidad y temperatura del agua en actividades de competencia.

D. Garantizar la reducción del impacto ambiental en la proyección, diseño y construcción de nuevas obras y edificios universitarios.

- a) Reducir en lo posible la utilización de combustibles (Gas L.P.)
- b) Asignar personal capacitado a la operación y mantenimiento del sistema de colectores solares y bombas de calor.
- c) Realizar monitoreo constante de los equipos (eficiencia y seguridad).

E. Reforzar los programas encaminados al ahorro y la racionalidad presupuestaria.

- a) Colocación de la cubierta de la alberca (reducir pérdidas de calor y evaporación de cloro en la alberca, durante periodos de inactividad)

- b) Mantener un stock de refacciones adecuado para realizar reparaciones a la brevedad (evitar gastos excesivos o compras inadecuadas por urgencias o premuras).
- c) Realizar trabajos de operación y mantenimiento con el personal de la Dirección General de Obras y Conservación dentro de la jornada laboral.
- d) Incentivar entre el personal, la actividad económica y uso eficiente de los recursos.

F. Ampliar, mejorar y mantener la infraestructura universitaria para la práctica deportiva.

- a) Establecer reuniones de trabajo con responsables de cada una de las dependencias involucradas en funcionamiento de la Alberca Olímpica Universitaria.

G. Atender las necesidades especiales de seguridad que requieren los laboratorios, talleres, observatorios, buques, entre otros, para prevenir accidentes y siniestros.

- a) Sustituir el sistema de cloración actual.
- b) Capacitar al personal de la DGOC en manejo de depósitos especiales (cloro y gas L.P.).
- c) Construir una cabina para el personal que labora en el cuarto de máquinas (libre del ruido constante generado por las calderas y sistema de bombeo).

H. Fortalecer la cultura de prevención y autocuidado como estrategia para reforzar la seguridad de la comunidad universitaria y de sus instalaciones.

- a) Instalar señalización adecuada dentro de las instalaciones del cuarto de calderas.
- b) Mantener libre y legible la señalización en piso del cuarto de máquinas.
- c) Realizar un diagnóstico en iluminación dentro de las áreas de trabajo.

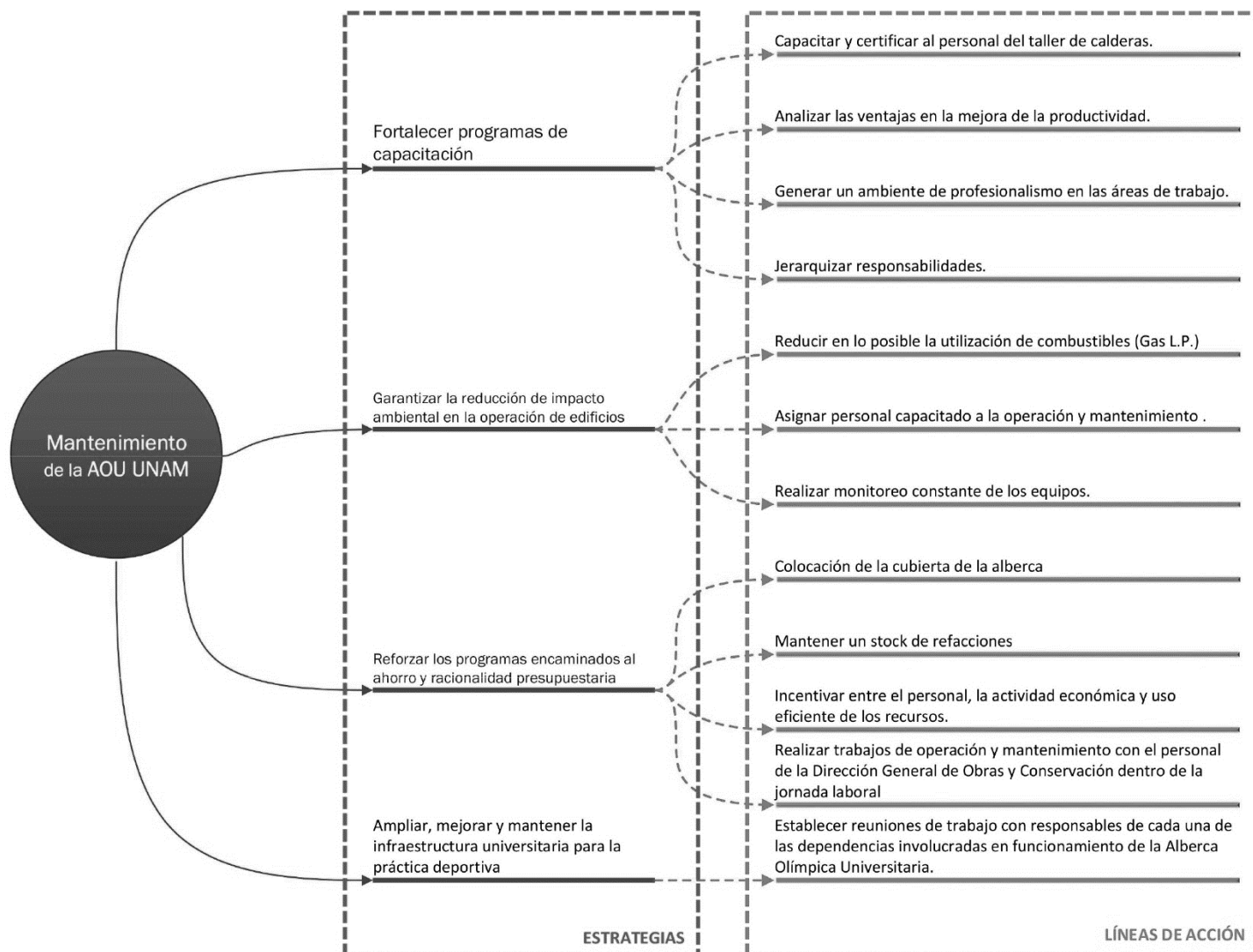


Fig. 16 diseño del plan estratégico. Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

PRELIMINARES

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS PRELIMINARES.

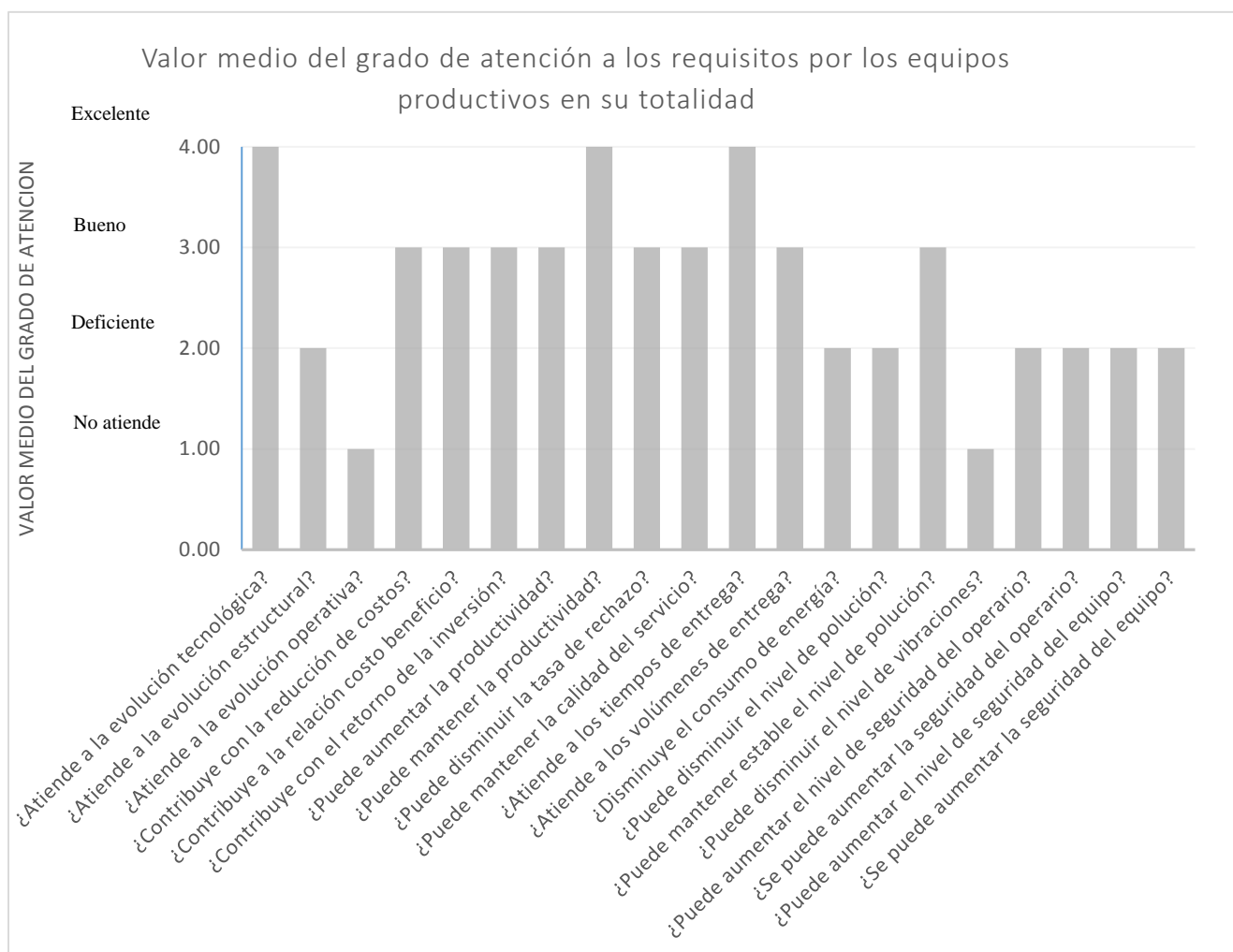
El primer módulo consiste en un informe breve de datos generales, y una descripción general del mantenimiento realizado en el edificio o conjunto a evaluar.

Informe de identificación	
Nombre de la empresa	Universidad Nacional Autónoma de México
Dirección	Circuito Escolar S/N, Del. Coyoacán, CDMX. C.P. 14240
Conjunto	Alberca Olímpica Universitaria
Edad del equipamiento	65 + años
Grado de automatización de los equipos	Bajo
Tipo de mantenimiento aplicado	Correctivo y correctivo programado
Para definir el tipo de mantenimiento preventivo	Criterio definido por la Dirección General de Obras y la Dirección General del Deporte Universitario

Percepción global sobre la forma de realizar el mantenimiento
<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión de mantenimiento descentralizada, al existir distintas dependencias encargadas de tomar decisiones y realizar el mantenimiento del conjunto se pierde información del proceso de control. 2. La mayoría de los equipos tienen una edad mayor a 10 años por lo que hace que la operación de estos sea de forma manual. 3. Las cargas de mantenimiento mayor son programadas en periodos vacacionales (semestralmente). 4. Existen formatos de control para distintos subsistemas de operación, de forma manual. 5. Existe más de una persona con las mismas tareas asignadas, y áreas sin personal responsable de ellas.

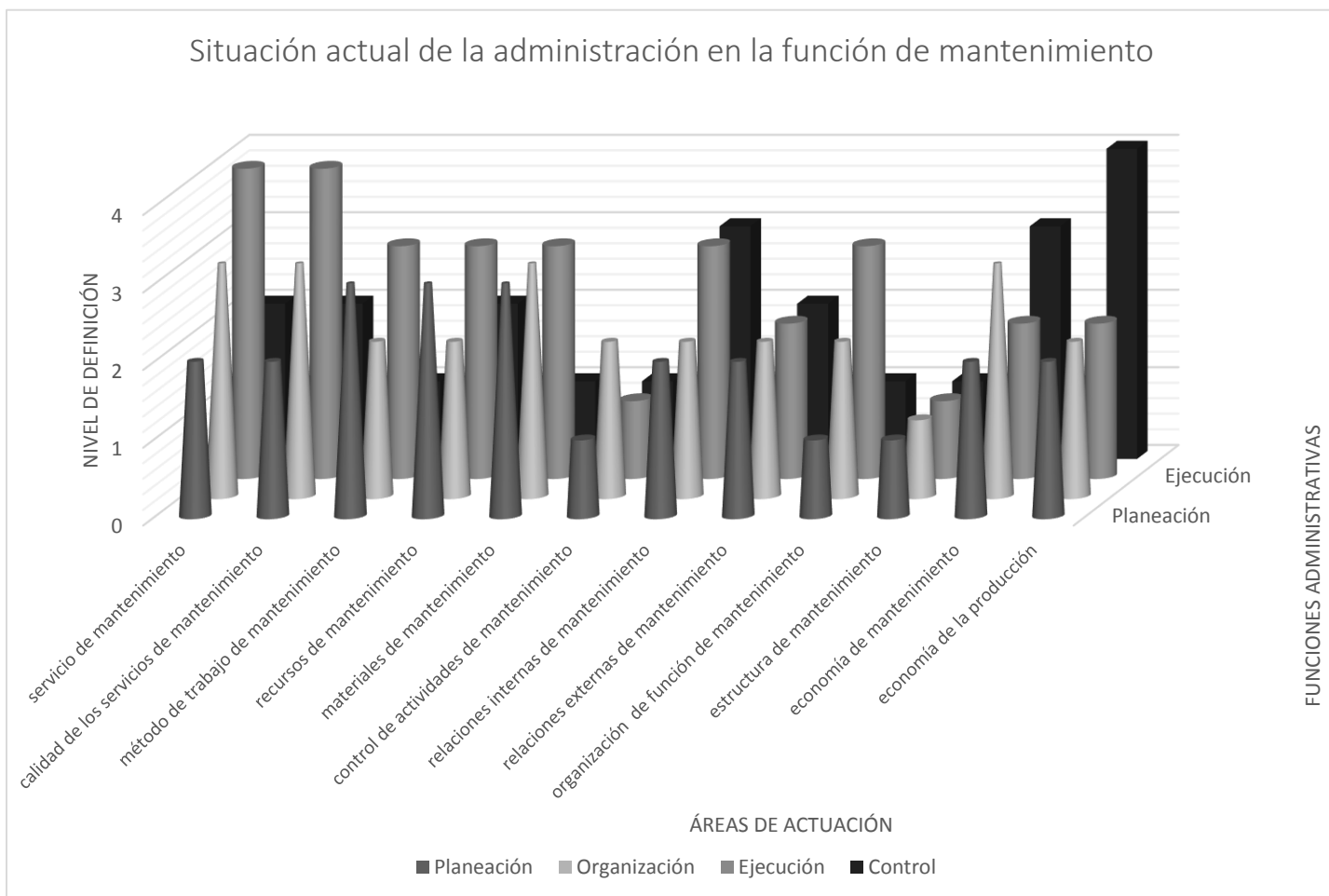
Tabla 6 Informe de Identificación AOU UNAM. Fuente: elaboración propia

El valor medio de atención responde a 4 distintos niveles (No atiende, Deficiente, Bueno y Excelente) de atención de distintos requisitos, tomando en cuenta la implementación de nuevas tecnologías, evolución en la estructura administrativa, operativa, si estas influyen en la economía, productividad, calidad y en condiciones como la seguridad del operario, ambiental o de los equipos.

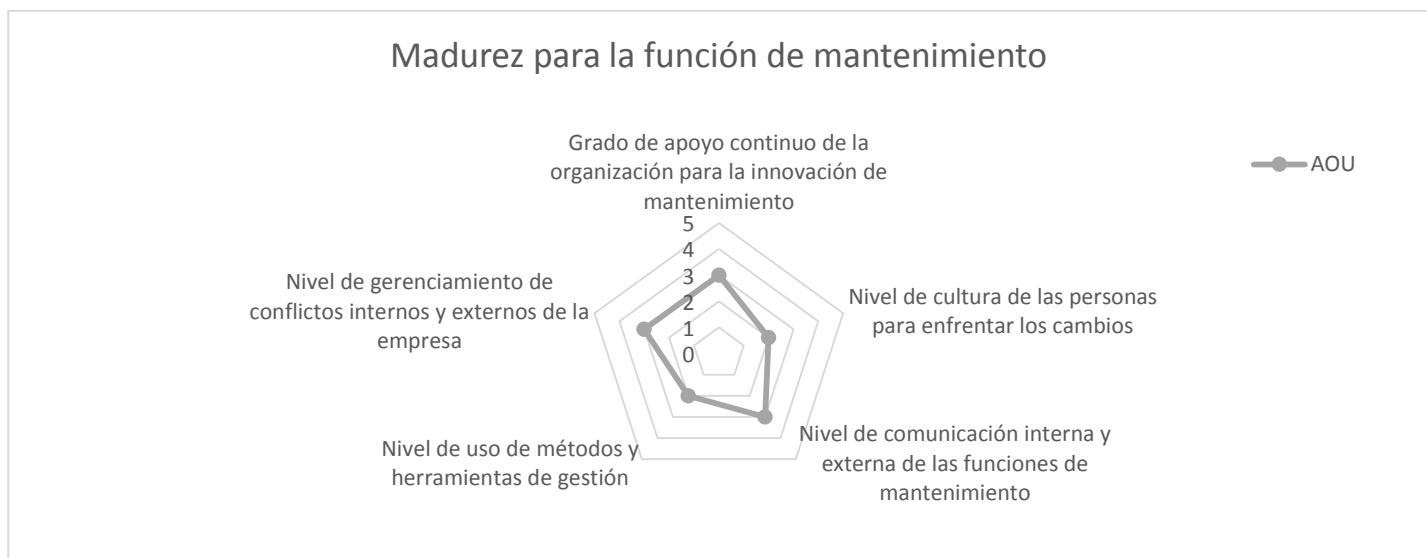


Gráfica 5 Atención a los requisitos de mantenimiento. Fuente: elaboración propia

En el siguiente modulo se evalúan dentro de las 4 etapas de proceso administrativo (Planeación, Organización, Ejecución y Control) diferentes aspectos dentro de las tareas de mantenimiento, estas graficas nos permiten observar, las oportunidades de mejora en la gestión de mantenimiento, logrando identificar el nivel de definición de cada una de estas tareas de cada una de las etapas mencionadas.



Gráfica 7 Administración actual de mantenimiento AOU UNAM. Fuente: elaboración propia



Gráfica 6 Análisis de madurez para la función de mantenimiento. Fuente: elaboración propia

4.1. RESULTADOS PRELIMINARES:

- No existen protocolos de mantenimiento genérico ni particular para los equipos.
- No se cuenta con manuales de procedimiento.
- Dentro de la plantilla de trabajadores tienen tareas repetidas y otras sin personal asignado.
- No hay programa establecido (anual, semestral o mensual).
- Inexistencia de información de seguridad para el personal.
- Los formatos de control son poco confiables.
- Solo hay 2 órdenes de trabajo del año anterior y falta información relevante.

4.2. SOLUCIONES PROPUESTAS:

- Elaborar protocolos basados en fichas técnicas de proveedores.
- Con base en la literatura y normatividad establecer procedimientos en cada uno de los subsistemas.
- Modificar la estructura administrativa en el sistema (general).
- Establecer un programa de mantenimiento (correctivo, predictivo y preventivo).
- Capacitar al personal en aspectos de seguridad y específico en las áreas de atención.
- Modificar la forma de captura de datos de control.
- Promover la utilización del sistema existente de Órdenes de Trabajo para obtener datos significativos.

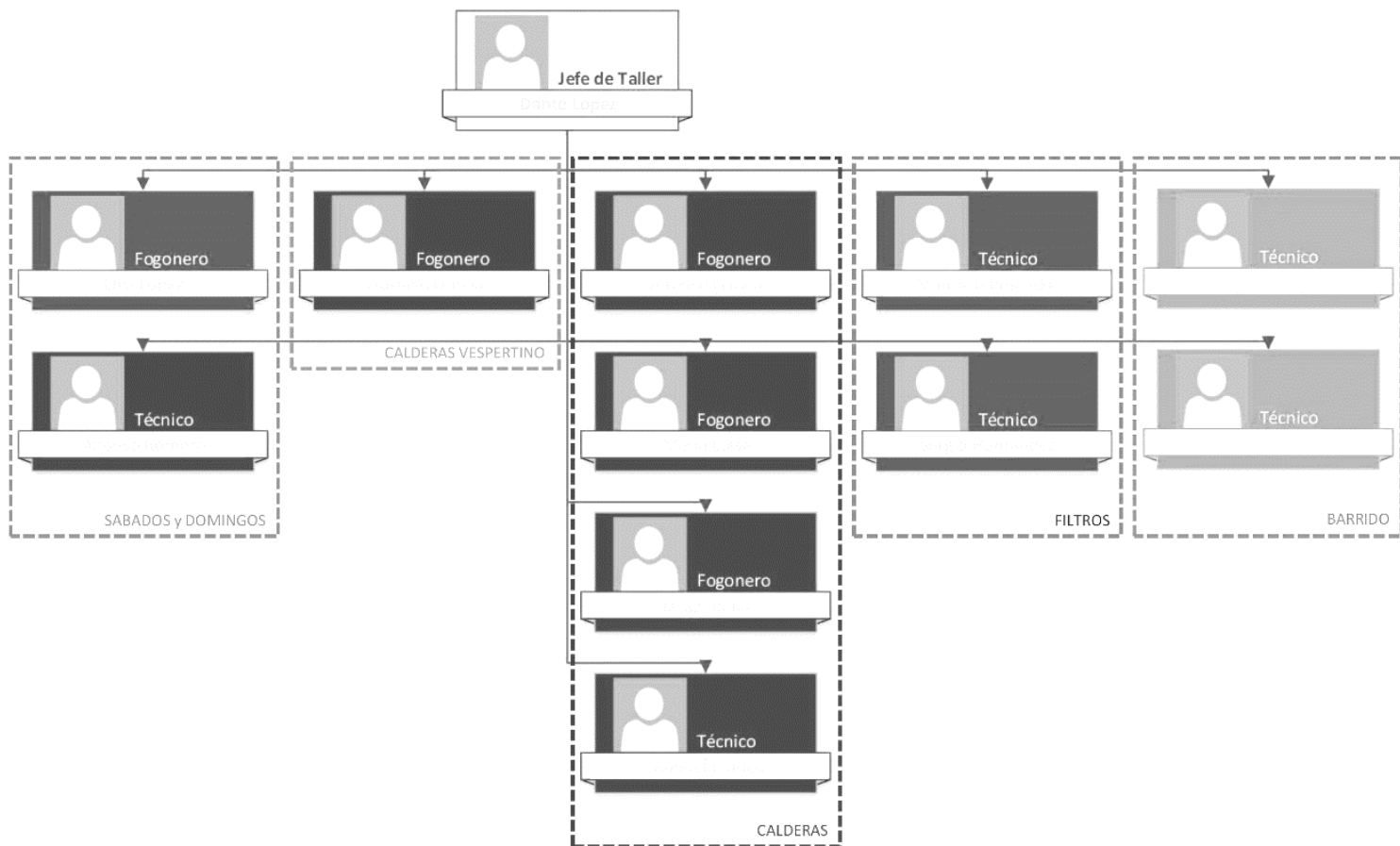


Diagrama 3 Organigrama actual, AOU UNAM.



Diagrama 4 Organigrama propuesto.

4.3. TAREAS DE MANTENIMIENTO PROPUESTAS

Protocolos de mantenimiento

Con base en los resultados de la evaluación de la gestión de mantenimiento existentes en la Alberca Olímpica Universitaria se recomienda actuar en los puntos críticos para su funcionamiento, en los subsistemas de calentamiento (CA) y tratamiento de agua (TA), quedarían de la siguiente manera:

1. Subsistema de calentamiento de agua (CA)

1.1. Calderas

El mantenimiento de una caldera consiste en que se encuentre en todo momento en perfectas condiciones de trabajo, pero no solo la caldera, sino también todos los elementos de control, seguridad y alarma, de forma tal que nunca sea necesario que nunca sea necesario realizar un puente que anule alguno de estos elementos, por el peligro que esto puede suponer para marcha y seguridad de la instalación.

El mantenimiento inicia con una buena limpieza del exterior de la caldera y de sus elementos auxiliares, cuyas superficies se deben mantener de forma continua exentas de humedad, suciedad, grasas y cualquier otro tipo de material extraño.

Cuando, durante el funcionamiento normal de la caldera, se dispara una válvula de seguridad, se debe comprobar que la presión indicada por el manómetro está acorde con la de actuación de la válvula, de lo contrario verificar la regulación de disparo.

Después de un paro prolongado de la caldera, para la nueva puesta en marcha, se debe tener en cuenta que se tiene que mantener la combustión relativamente baja, por un tiempo aproximado de una hora, con objeto de calentar lentamente el agua hasta llegar al punto de ebullición; ya que, al encontrarse el agua fría en el interior de la caldera, hace que la circulación sea lenta e irregular, y aumenta considerablemente al iniciarse la formación de vapor.

Si durante la operación normal de la caldera se produce algún problema de espumeo, se debe reducir la potencia generada por el quemador y abrir las válvulas de aireación del sobrecalentador

y de drenaje y al mismo tiempo cerrar la salida de vapor, para poder determinar el verdadero nivel del agua en el cristal, comprobando a continuación si el agua está contaminada. Si no se puede corregir la anomalía, se reduce la carga de la caldera hasta que el nivel del agua sea relativamente estable, o se pone la caldera fuera de servicio. Si el nivel del agua es suficientemente alto, se debe purgar y reponer el agua varias veces, y si la espuma continua se reduce la potencia de la caldera y se mantiene el proceso alternativo de purgas y reposición de agua.

En las calderas de vapor se debe realizar una purga cada cuatro horas de la caldera, niveles y los manómetros; y semanalmente se deben limpiar los filtros de la alimentación del agua, realizando al mismo tiempo el cambio de las bombas de alimentación si existen en forma dúplex. También se debe levantar manualmente la válvula de seguridad, para asegurarse que se encuentra en perfecto estado de funcionamiento; realizando a continuación el ajuste de las diferentes señales de consigna de presostatos, termostatos, niveles de agua, etc.

Con una periodicidad quincenal se deben anotar la alcalinidad p y m del agua de alimentación de la caldera y su grado hidrométrico. Los datos obtenidos a través del tiempo sirven para conocer la evolución del agua y saber si deben tomar medidas correctivas.

Se deben observar si se producen desplazamientos, asentamientos o movimientos anormales de la caldera que pongan en peligro su integridad; si existen fugas de vapor, agua o gases de combustión en la envolvente de la caldera, en las tuberías, en las válvulas, en las cajas de humos o en la chimenea, realizando las respectivas acciones correctivas en caso de ser necesario. Se debe comprobar el cierre de las puertas de acceso al hogar, sobre todo en calderas presurizadas, para evitar la salida de humos al ambiente.

Después del proceso de parada de una caldera se realizarán las siguientes operaciones:

- Se comprobarán deformaciones de los hogares y sus uniones a las placas tubulares, tomando en cuenta que la deformación máxima permitida en el diámetro del hogar es del 6%.
- Se revisarán las costuras y en caso de que existan resacas o hundimientos, se repasaran las soldaduras y se sustituirán los roblones necesarios.

- Se observarán, en definitiva, la existencia de corrosiones en las paredes y fondo del hogar, prestando especial atención al refractario, que debe quedar en perfecto estado.
- Con relación a las placas tubulares, tubos y cajas de humos, se sustituirán los tubos taponados por tubos nuevos y se limpiarán las que presenten obstrucciones.
- Las válvulas de seguridad se deben desmotar totalmente, comprobando que sus elementos estén en perfecto estado y que su interior se encuentre libre de incrustaciones, moho o sustancias extrañas, realizando una limpieza a fondo. Siempre que la caldera este en servicio, se debe comprobar la válvula de seguridad, llevándola manualmente a la posición completamente abierta y soltando bruscamente la palanca elevadora. Si no funciona se debe retirar la caldera de servicio y antes de volverla a poner en marcha, la válvula debe ser reparada o sustituida.
- Contrastar y ajustar los termómetros, manómetros, presostatos, termostatos, hidrómetros, etc.
- Se deben comprobar las conexiones de la caldera con los manómetros, niveles de agua y columnas de agua ya que se pueden obstruir a causa de los problemas que pueden producir el agua de alimentación por arrastres o precipitaciones, así como posibles espumas.

Anualmente se debe realizar una revisión general de:

- los tramos de la instalación visibles, comprobando su estado, que no existan fuga.
- Limpieza de los circuitos primarios y secundarios de los intercambiadores de calor, de los acumuladores de calor para eliminar lodos, junto con la revisión de ambos elementos y revisión en particular de aislamientos y pintura de los depósitos y acumuladores.

- La revisión anual concluirá con una revisión de la calidad del agua en los diferentes circuitos.

Diagrama 5 Programa de mantenimiento preventivo durante periodos vacacionales, basado en el monitoreo de actividades de la

Mantenimiento correctivo a cuarto de calderas ubicada en la Alberca Olímpica Universitaria																		
Concepto	Semana 1					Semana 2					Semana 3							
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
CALDERA 1 MARCA MYRGGO DE 200 C.C.																		
Apertura de tapas frontal y posterior																		
Limpieza de cañón 1er paso de la caldera																		
Resane con cemento refractario en tapas																		
Colado de tapa posterior (en caso de ser necesario)																		
Deshollinado																		
Desincrustación de flux																		
Instalación de cordón de asbesto para sellado de la caldera																		
Cambio de empaques metálicos para registros pasa mano y pasa hombre																		
Limpieza ajuste y carburación de quemadores de gas																		
Cierre de tapas frontal y posterior de la caldera																		
Colocación de registros de mano y hombre y prueba hidrostática																		
Limpieza exterior de caldera																		
Mantenimiento preventivo a válvula de seguridad de 2"																		
CALDERA 2 MARCA MYRGGO DE 200 C.C.																		
Apertura de tapas frontal y posterior																		
Limpieza de cañón 1er paso de la caldera																		
Resane con cemento refractario en tapas																		
Colado de tapa posterior (en caso de ser necesario)																		
Deshollinado																		
Desincrustación de flux																		
Instalación de cordón de asbesto para sellado de la caldera																		
Cambio de empaques metálicos para registros pasa mano y pasa hombre																		
Limpieza ajuste y carburación de quemadores de gas																		
Cierre de tapas frontal y posterior de la caldera																		
Colocación de registros de mano y hombre y prueba hidrostática																		
Limpieza exterior de caldera																		
Mantenimiento preventivo a válvula de seguridad de 2"																		
MC DONNAL																		
Cambio de empaques																		
Cambio de tubo de nivel																		
Válvulas de prueba																		
Cambio de válvulas de purga de la columna																		
CUARTO DE MAQUINAS																		
Limpieza de rejillas																		
Limpieza de trinchera perimetral																		
Pintar señalización sobre piso																		
Prueba de arranque y puesta en operación de calderas																		

DGOC.

El mantenimiento correctivo deberá realizarse durante los periodos fuera de servicio de la alberca. De manera alternada cada una de las calderas para evitar cualquier contingencia o conflicto en algún equipo, deberá concluirse por completo antes de iniciar con la segunda.

Para la realización de este trabajo se contempla una cuadrilla de 5 técnicos y un jefe de Taller en semanas laborables de 6 días.

Las condiciones que debe cumplir el cuarto de calderas y en particular la zona correspondiente a la central térmica, todos y cada uno de los equipos y accesorios deben ser perfectamente accesibles, de forma que pueda realizarse sin peligro y con seguridad todas las operaciones de mantenimiento y conducción de la instalación. Este criterio seguirá vigente en el caso de instalar nuevos equipos.

El cuarto de calderas deberá permanecer en perfecto estado de orden y limpieza, y no se puede utilizar para almacenar materiales, anualmente se debe verificar el estado de muros y pisos, así mismo dar una mano de pintura, en caso de manchas de humedad, se buscará inmediatamente la causa, con el objeto de realizar la correspondiente reparación y evitar que a humedad continúe, ya que supone un peligro que entre en contacto con instalación y equipo eléctrico.

Se comprobará que no existen impedimentos ni partículas extrañas que impidan la circulación por los diferentes desagües; que la red de agua se encuentre a presión normal y que sus válvulas funcionan correctamente.

Se verificará la existencia de los letreros reglamentarios de:

- Prohibición de acceso al cuarto de máquinas,
- Aviso de tanques de almacenamiento de combustible,
- Instrucciones de paro de la instalación en caso de emergencia,
- Nombre, dirección y teléfonos de servicio de asistencia técnica,
- Dirección y teléfono de los bomberos.

Comprobando que la información sea vigente. Lo anterior se completará: con una revisión de la documentación general existente sobre las calderas, quemador, centrales de regulación, bombas, esquemas eléctricos, etc., para renovar la documentación deficiente o extraviada.

Se desmontará y limpiará todas las válvulas del sistema de defensa contra incendios, eliminando las partículas de corrosión e incrustaciones que se encuentren en los diferentes elementos que lo constituyen, se comprobará la fecha de llenado de los extintores existentes.

Se revisará la red de iluminación, fuerza y todos los elementos de iluminación portátil, con objeto de eliminar reparaciones provisionales. Se debe tener en cuenta que en la ejecución de las uniones roscadas de la instalación de combustible no se deben emplear pastas que no resistan a los combustibles.

Debe prestarse atención a los soportes anti vibratorios sobre los que se encuentran montados los grupos de motobombas y ventiladores, así como las uniones elásticas de tuberías y conductos con los aparatos anteriormente mencionados, con el objeto de evitar la transmisión de ruidos y vibraciones, se analizará el desgaste mecánico de los elementos en movimiento, que, por esta causa, puedan aumentar el nivel de ruido del ambiente, que transmiten a los muros y desde ellas a habitaciones contiguas.

Con una periodicidad mensual, una vez parada la instalación y desconectada la alimentación eléctrica, se deben realizar el mantenimiento preventivo de los quemadores, eliminando depósitos de polvo sobre la superficie, y limpieza de filtros, ya que disminuyen su eficacia.

La misión del operario es que el equipo se encuentre en todo momento en las condiciones idóneas de trabajo y como complemento, debe conseguir: un buen rendimiento térmico, una baja emisión de contaminantes y reducir el ataque de los gases de combustión sobre los elementos de la instalación.

La condición para obtener un alto rendimiento es conseguir la combustión completa con el menor exceso de aire posible, acompañado de una temperatura de salida de los gases de combustión por la chimenea lo más bajo posible. Todos los meses se realizará limpieza del filtro de la acometida de gas, previo al cierre de las respectivas llaves de corte, revisando las juntas y comprobando que el circuito es estanco, mediante agua jabonosa u otro producto similar.

Verificar que las válvulas de corte de la acometida funcionan correctamente, principalmente las válvulas de cierre rápido (de un cuarto de vuelta). En caso de existir o detectar olor a gas o una fuga en la acometida, avisar a la compañía suministradora.

1.2. Colectores Solares

El mantenimiento de estos sistemas implicará, como mínimo:

- Una revisión anual para instalaciones de superficie de captación $\leq 20 \text{ m}^2$.
- Una revisión semestral para instalaciones de superficie de captación $> 20 \text{ m}^2$.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general.

Además, la instalación deberá contar con un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas.

- Preventivo

Operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras operaciones que, aplicadas a la instalación, deben permitir mantener dentro de los límites aceptables (definidos por el fabricante), las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

- Correctivo

Surge de las incidencias detectadas en las operaciones de vigilancia y mantenimiento preventivo cuando hay algún tipo de fallo en la instalación que es preciso subsanar o algún componente defectuoso que debe sustituirse.

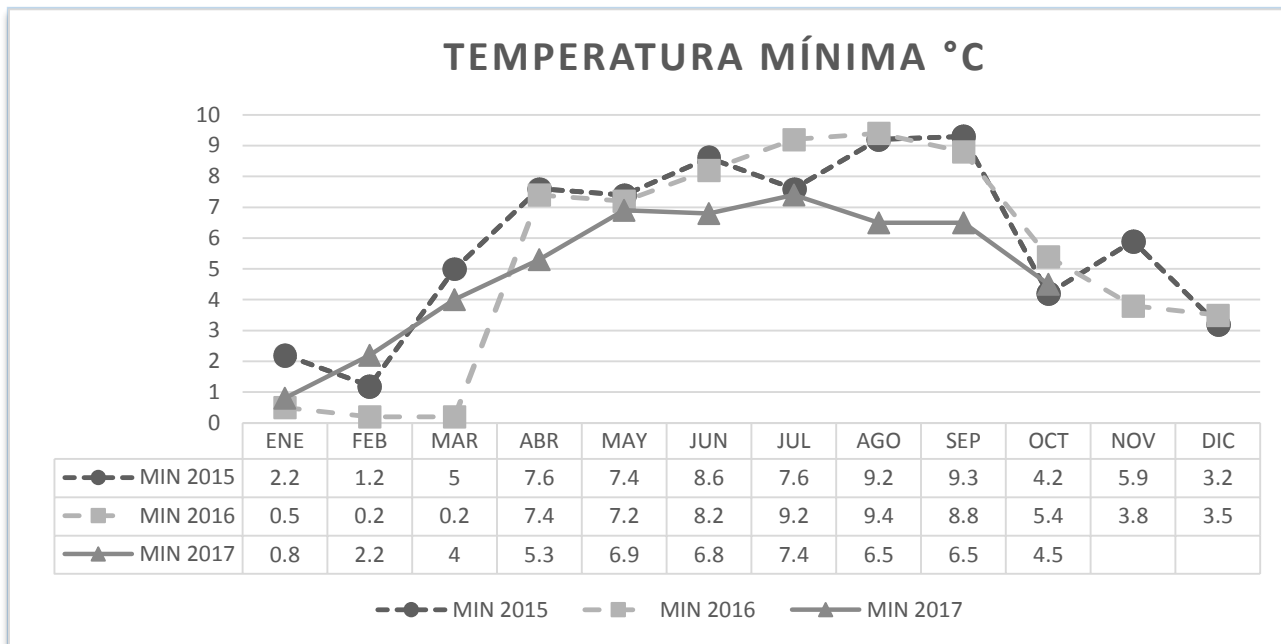
PLAN DE MANTENIMIENTO		
Número	Trabajos	Frecuencia
A) SISTEMAS DE CAPTACIÓN		
1	Inspección visual de diferencias en los captadores respecto a su estado inicial	Semestral/Anual
2	Inspección visual de diferencias en los cristales de los captadores	Semestral/Anual
3	Inspección visual de condensaciones y suciedad en las juntas	Semestral/Anual
4	Inspección visual del absorbedor: verificación de inexistencia de agrietamientos y deformaciones	Semestral/Anual
5	Inspección visual de la carcasa: corrosión y deformaciones	Semestral/Anual
6	Inspección visual de las conexiones: deformaciones, oscilaciones, ventanas de respiración	Semestral/Anual
7	Inspección de la estructura de los captadores: localización de fugas	Semestral/Anual
8	Inspección de la estructura de soporte: estado de degradación, indicios de corrosión, apriete de tornillos	Semestral/Anual
En caso de tener que realizar medidas de protección contra calentamientos:		
9	Tapado parcial del campo de captadores	Anual
10	Destapado parcial del campo de captadores	Anual
11	Vaciado parcial del campo de captadores	Anual
12	Llenado parcial del campo de captadores	Anual
B) SISTEMA DE ACUMULACIÓN		
13	Comprobación de existencia de lodos en el fondo del depósito	Anual
14	Verificación del estado de desgaste de ánodos de sacrificio y sustitución, si procede	Anual
15	Verificación del buen funcionamiento de los ánodos de corriente impresa	Anual
16	Inspección del aislamiento del acumulador, existencia de humedades	Anual
C) SISTEMA DE INTERCAMBIO		
17	Limpieza y verificación de eficiencia y prestaciones del intercambiador o serpentín primario	Anual
18	Verificación de la eficiencia y prestaciones de intercambiador de placas	Anual
D) CIRCUITO HIDRÁULICO		
19	Verificación de la densidad y el pH del fluido caloportador primario y corrección, si procede	Anual
20	Verificación de la estanqueidad del sistema de captación mediante la prueba de presión	Bianual
21	Verificación del aislamiento al exterior, degradación de la protección de uniones y ausencia de humedad	Semestral/Anual
22	Verificación del aislamiento al interior, estado de las uniones y ausencia de humedad	Anual
23	Verificación de la ausencia de humedad en el interior de los aislamientos y sustitución de éstos, si las hubiera	Anual
24	Verificación de estado y funcionalidad de purgadores automáticos. Limpieza de orificios	Anual
25	Verificación de estado y funcionalidad de purgadores manuales. Vaciado de botellines	Semestral/Anual
26	Verificación de estado y funcionamiento de las bombas de recirculación. Limpieza y estanquidad	Anual
27	Comprobación de la presión del vaso de expansión cerrado	Semestral/Anual
28	Comprobación de la presión del vaso de expansión abierto	Semestral/Anual
29	Verificación de estado y funcionamiento del sistema de llenado	Semestral/Anual
30	Verificación de estado y funcionalidad de válvulas de corte, comprobar la inexistencia de agarrotamientos abriendo y cerrando	Anual
31	Verificación de estado y funcionalidad de válvulas de seguridad y comprobación de actuación	Anual
E) SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL		
32	Verificación de estado de cuadros eléctricos: limpieza interior, verificación de juntas de puertas	Anual
33	Verificación del correcto funcionamiento del diferencial	Anual
34	Verificación del correcto funcionamiento del termostato	Anual
35	Verificación del sistema de medida	Anual
F) SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR		
36	Verificación del estado y funcionalidad del sistema de apoyo	Anual
37	Verificación y ajuste de las sondas de temperatura	Anual

Tabla 7 Mantenimiento de colectores solares.

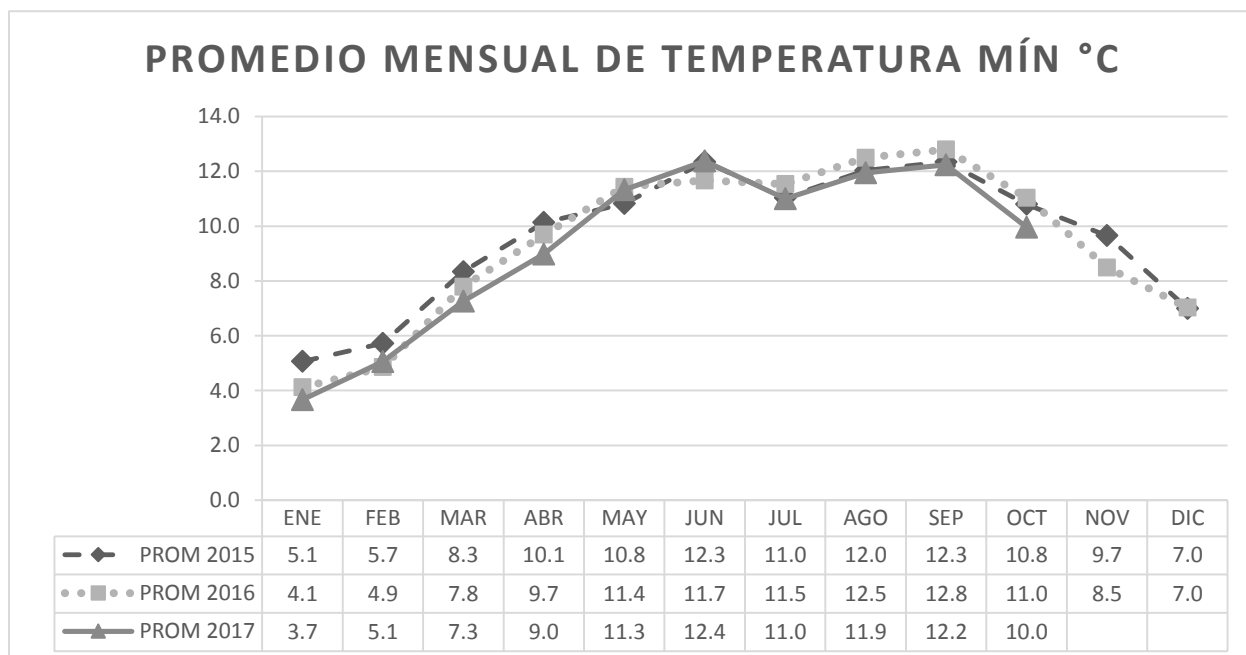
Con la finalidad de reducir las pérdidas de calor identificadas en la *gráfica 8* se investigaron los datos de temperatura mínima a la intemperie, en el observatorio meteorológico "MTRO. FRANCISCO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ", ubicado a un costado de la AOU y que obtiene sus datos y mantiene calibrados los instrumentos utilizados, basados en códigos internacionales; mediante el análisis de estos datos se pretende identificar el periodo o periodos críticos en los que se tendría que hacer el uso de la cubierta auto flotante, con esto reducir la combustión de GLP, de la mano de la reducción de producción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y reducción en gasto económico por la compra de combustible.

Los periodos críticos identificados son:

1. Durante la segunda mitad del mes de diciembre y la primera semana de enero, periodo en el que no hay actividades y se realiza el mantenimiento de los subsistemas analizados, puede colocarse de forma permanente.
2. Durante las semanas restantes de enero y hasta el mes de marzo, diariamente, la colocación durante el turno vespertino y retiro antes del inicio de actividades (Barrido de la alberca).



Gráfica 8 Temperatura mínima a la intemperie.



2. Subsistema de tratamiento de agua (TA)

2.1. Filtrado Mayor

Realizar una vez por semana el retro lavado del filtrado mayor, con el fin de mantener un flujo continuo y mantener la eficiencia del sistema.

Sustituir el sistema de cloración actual de la alberca, ya que el sistema actual de gas cloro resulta ser un riesgo para el manejo y la comunidad en general por su agresividad al ambiente y a la salud humana, los equipos dosificadores y el proceso actual es totalmente manual y funciona a percepción del operario, por lo que lo hace poco fiable y con variaciones.

Puede ser sustituido por un sistema que funciona mediante electrolisis salina, que implica un cambio en el funcionamiento de cloración, ya que este tipo de sistemas trabaja automáticamente, no requiere de un depósito de cloro y es de monitoreo constante, que requiere, mantenimiento mayor cada año, y mantenimiento menor bimestralmente, y el cambio de consumibles, con un costo de \$850,000.00 anuales y con una garantía de hasta 3 años, con un costo aproximado de los equipos necesarios de \$3,000,000.00 y es necesario capacitar al personal que lo tendrá que operar.

2.2. Tratamiento de agua para la caldera

Para el correcto funcionamiento de las calderas son requeridos accesorios y equipos con funciones específicas, como en el caso de los suavizadores o ablandadores de agua, evita la formación de incrustaciones dentro de los flux, ya que las calderas existentes son acuatubulares.

Estas incrustaciones generan una capa interna de los ductos y reducen la eficiencia de intercambio calórico. Los ablandadores de agua tienen la finalidad de remover dureza del agua. Esto quiere decir que el calcio y magnesio, que producen la dureza, serán removidos casi por completo del agua que se va a tratar.

El suavizador o descalcificador hace su función a través de resinas de intercambio iónico de tipo catiónicas que sustituyen el calcio y magnesio del agua por sodio. Para esto las resinas requieren una regeneración con sal (industrial) para recuperar su capacidad de intercambio. En la actualidad existen equipos automáticos con el mínimo mantenimiento con un costo de entre \$250,000 y

\$1,000,000.00 incluyendo la instalación, esto depende de las condiciones y calidad del agua de alimentación del sistema.

Tuberías

Las tuberías tienen por misión establecer una red que permita la circulación del fluido caloportador desde la central de producción de frío o calor hasta las unidades terminales y el retorno a aquellas una vez cedida o absorbida la cantidad de calor precisa.

Los materiales usualmente más empleados son: el acero negro, acero galvanizado, cobre, PVC, plásticos especiales y asbesto-cemento.

El buen funcionamiento de una red de tuberías puede ser afectado por los siguientes factores:

- Corrosión.
- Incrustaciones.
- Golpes de ariete.
- Estanquidad.
- Soportes.
- Dilataciones.
- Aislamiento térmico.

Capacitación del personal

- Los Cursos en Sitio tienen los mayores beneficios para las empresas.
- Los temarios de los cursos en sitio siempre son de acuerdo con las prioridades y las necesidades del cliente correspondiente para obtener los máximos beneficios. Por lo tanto, cada uno de estos cursos es especial.
- Los participantes deben aprender los porqués de toda la información para entenderla a fondo para después poder explicarla e implementar las acciones correctivas requeridas para incrementar la confiabilidad de los rodamientos en sus plantas.
- Los conocimientos adquiridos durante los cursos deben ser cuantificados e informados a las personas relevantes

A continuación, se enlistan dos cursos de capacitación en el mercado buscando la estandarización de los procesos y conocimientos de los operarios de las calderas.

MANEJO Y OPERACIÓN DE ZONA DE APROVECHAMIENTO DE GAS L.P

TEMAS:

- Gas L.P.
- Vaporización natural.
- Cálculo de capacidad de tanques de almacenamiento.
- Vaporización mecánica.
- Tuberías para igualación de presiones.
- Operación de vaporizadores.
- Operación de la zona de aprovechamiento en su conjunto.
- Operación por parte del personal directamente en la instalación.
- Medidas de seguridad durante el suministro de combustible.
- Reglas de seguridad.
- Primeros Auxilios.

COSTO..... \$ 12,000.00 M.N. más IVA. (Hasta doce personas)

MANEJO Y OPERACIÓN DE ZONA DE APROVECHAMIENTO DE GAS L.P.

TEMAS:

- Agua de alimentación
- Tratamiento de agua
- Niveles de agua de la caldera
- Control de nivel de agua
- Suministro de combustible
- Combustión
- Calentamiento caldera
- Generación de vapor de agua

- Purgas
- Suministro de vapor a sistemas
- Retorno de condensados

COSTO..... \$ 22,000.00 M.N. más IVA. (Hasta doce personas)

Monitoreo de los procedimientos de mantenimiento

Con la finalidad de analizar la confiabilidad de los equipos y los sistemas, se recomienda la obtención y registro de datos, obtener los históricos para tomar decisiones y establecer nuevas estrategias, con base a los procesos revisados en el marco teórico, con el objetivo de mejorar las condiciones analizadas mediante el siguiente esquema:

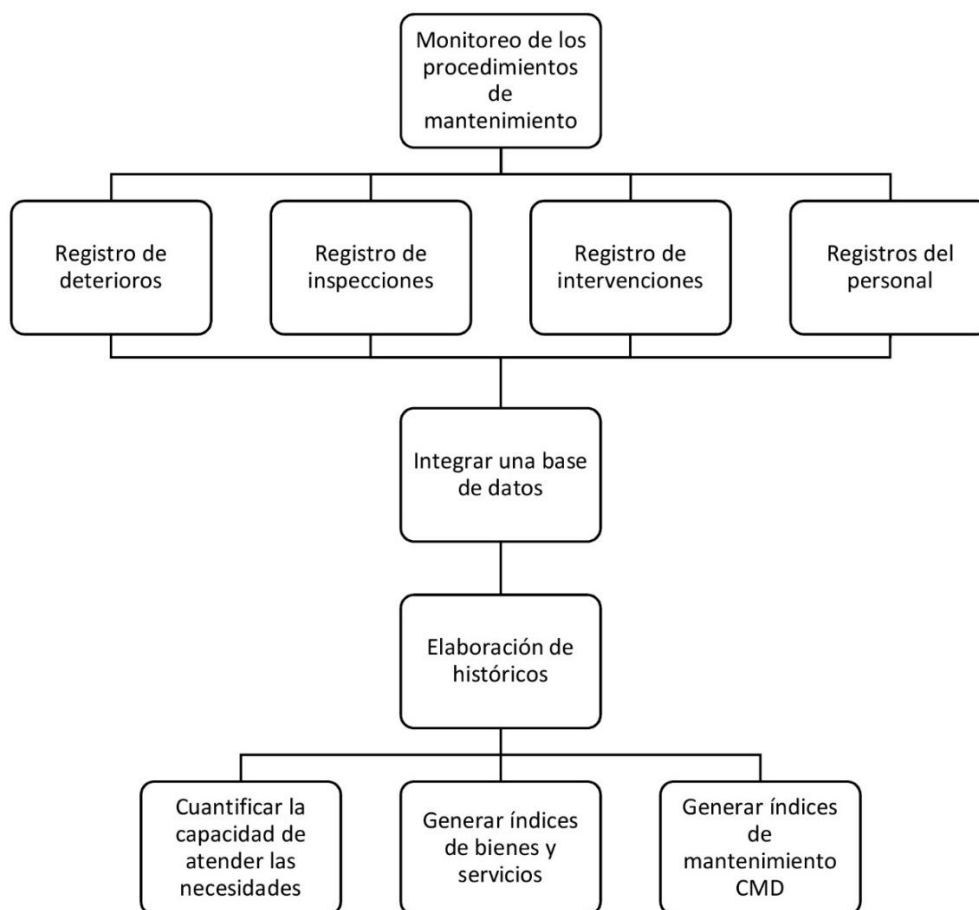


Fig. 17 Monitoreo y control de mantenimiento.

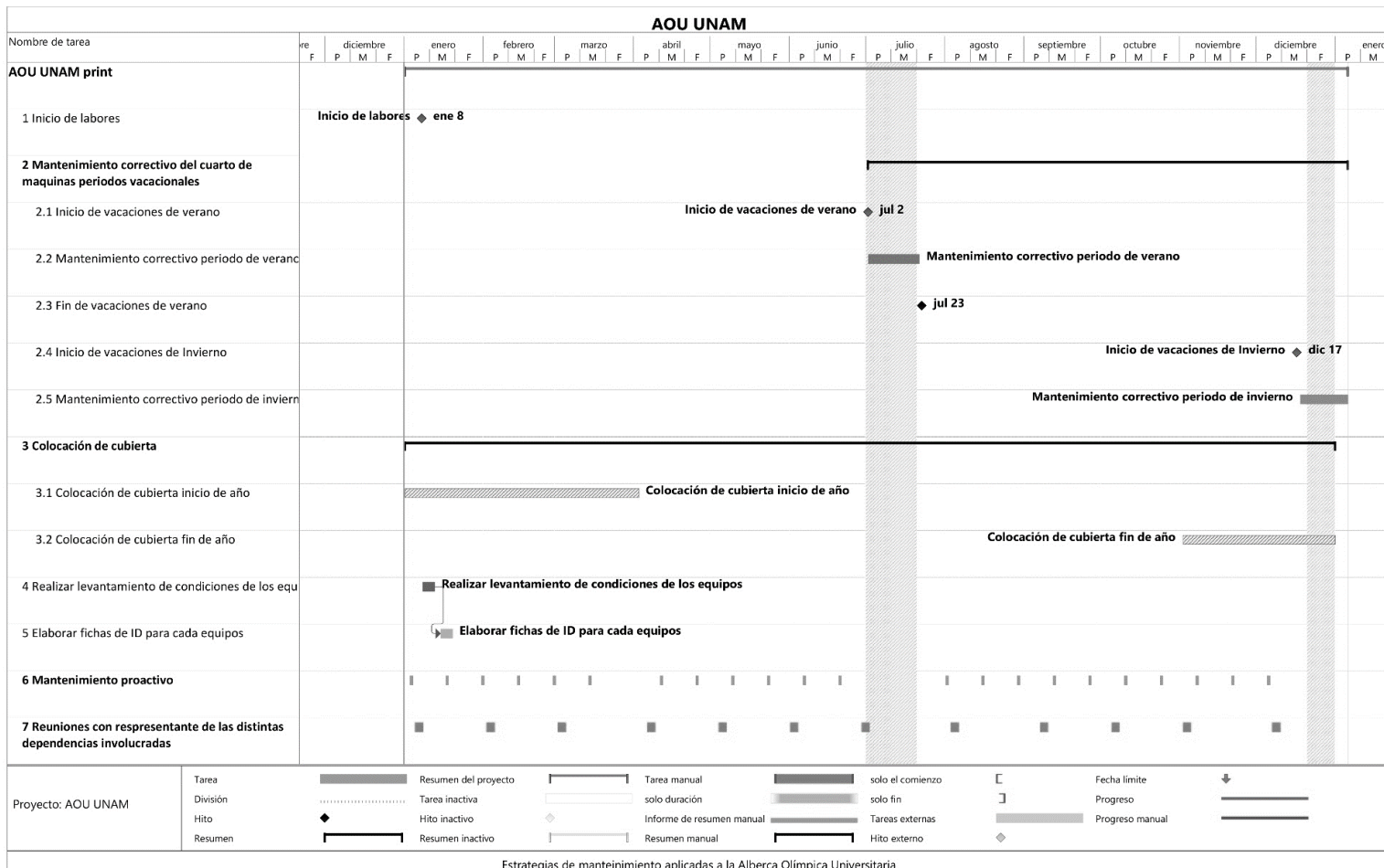


Diagrama 6 Propuesta del plan de mantenimiento 2018 AOU UNAM

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES PARTICULARES

Para seleccionar y establecer una estrategia de mantenimiento efectiva deben resolverse los siguientes puntos:

- Al existir dos entidades con distintos objetivos (Eficiencia y eficacia) es necesario mejorar la comunicación entre ellas, determinar el o los objetivos para elegir y planificar integralmente la ruta a seguir. Esta información debe ser clara y comunicada a los distintos niveles gerenciales, para favorecer su correcta implementación y facilitar el proceso de seguimiento y control.
- Analizar el entorno interno y externo tomando en cuenta factores ambientales, sociales y económicos para evitar problemas de implementación de la estrategia.
- La capacitación técnica y la motivación del capital humano, enfocada a cada una de las áreas laborales.
- Monitorear el cumplimiento de los procedimientos estándares y políticas establecidos por la gerencia.
- Diseñar y establecer los instrumentos y formatos de control.

En el capítulo anterior se puntualizan actividades y periodos sugeridos para la realización de las actividades de mantenimiento para los sistemas de calentamiento de agua de la alberca, como parte de los trabajos hechos como cooperación institucional se evaluó a una de las calderas existentes

realizada por alumnos del posgrado de Ingeniería, que aportan información de valor referencial para la futura toma de decisiones.

Las líneas de acción recomendables de forma general son las siguientes:

1. Fortalecimiento del capital humano.
2. Reasignación de responsabilidades a nivel operativo.
3. Colocación de cubiertas auto flotantes.
4. Instalación de sistema de tratamiento de agua.
5. Cambio del sistema de cloración.

CONCLUSIONES GENERALES

Dentro del aspecto técnico existen herramientas que permiten realizar la evaluación cuantitativa o cualitativa, dependiendo de las condiciones y gestión del mantenimiento, y están sujetas a la información recabada y formas de administrar las funciones de mantenimiento en una empresa, departamento o instalación.

La posibilidad de obtener indicadores de mantenimiento depende de la calidad y cantidad de datos en las bitácoras, órdenes de trabajo, principalmente los que involucren tiempos de mantenimiento, aparición de fallas, paros de servicio y ventanas de oportunidad.

En caso de no existir información se pueden emplear alternativas de análisis cualitativo que permitan generar un punto de partida para analizar, proponer o elaborar un plan de mantenimiento,

basado en fichas técnicas de equipos, normas, manuales, experiencia del personal y buenas prácticas de operación y mantenimiento, con la finalidad de cumplir los objetivos planteados.

Estos objetivos deben coincidir con los objetivos generales de la organización alineados con la visión, misión y valores, planteados desde el punto de vista del pensamiento y la planeación estratégica de lo contrario causará incongruencia en los resultados, haciendo posible falta de éxito en la implementación de la estrategia.

Para lograr una mejora en los procesos de mantenimiento es imprescindible realizar un análisis interno y externo en el que sean tomados en cuenta todos los interesados en los proyectos y procesos productivos, si no son correctamente analizados la implementación podría no existir, como ejemplo específico de ello: en la Alberca Olímpica Universitaria, se realizaron estudios y planteamientos para la colocación de la cubierta de la alberca propiamente, incluso fue adquirida, sin planear y analizar el ¿Cómo?, ¿Cuándo? y ¿Quién? debía colocarla esto hace que los recursos invertidos en esta idea se quede en eso, una idea a diferencia de una estrategia.

Un plan de mantenimiento permite preservar el ciclo de la vida y la rentabilidad de los sistemas, la información permite implementar las estrategias pertinentes, se debe tomar en cuenta que cualquier programa o plan de mantenimiento, además puede y debe ser monitoreado con el fin de encontrar fallas e implementar mejoras, la retroalimentación y recopilación de información en el proceso de control ayuda a mejorar la toma de decisiones.

“Lo que no se define no se puede medir, lo que no se mide, no se puede mejorar, lo que no se mejora, se degrada siempre.” -William Thomson Kelvin

(Lord Kelvin, 1824 – 1907)

Los procesos y herramientas administrativas nos permiten entender de forma ordenada y lógica, los problemas, y ayudan a la generación de propuestas o soluciones pertinentes. El proceso del pensamiento estratégico dentro de los quehaceres de la arquitectura, y en este caso, dentro de las tareas de mantenimiento, nos permite generar una estructura en la cual al establecer los objetivos específicos, alcanzables, medibles, en un tiempo determinado, para posteriormente analizar las alternativas y líneas de acción para alcanzar dichos objetivos, el no hacer uso de estas herramientas de manera holística, puede producir resultados inciertos, posiblemente cercanos pero no precisamente los esperados.

La comunicación dentro del equipo o grupo de trabajo de cualquier proyecto define la probabilidad de éxito, dentro de la gestión, los recursos humanos juegan un papel relevante dentro de un plan, programa o proyecto, el nivel de definición de funciones, roles que tendrá cada persona dentro del equipo de trabajo clarifican los alcances de cada área, y la comunicación entre ellos agilizará y facilitará el cumplimiento de los objetivos parciales y totales planificados, para alcanzar una alta tasa de éxito es necesario el compromiso de la alta dirección principalmente si hablamos de planes estratégicos, para lograr alinear cada uno de los niveles involucrados, táctico, operativo incluyendo el estratégico, con los planes y alcances que cada uno conlleva.

La utilización de tecnología contribuye en la reducción de cargas de trabajo rutinarias, incrementa la confiabilidad de la información, permite entender lo que ocurre dentro un sistema o subsistema y evita posibles fallas humanas en la toma de mediciones o alteración de información, también

requiere de un análisis holístico para su implementación, la colocación de sensores y manejo de la información que estos generan debe seleccionarse y tiene que ser de útil para el equipo de trabajo.

El analizar una edificación como un sistema permite desdoblar y comprender de una forma estructurada lo que ocurre en cada parte que lo conforma ya sea subsistema, componente o elemento, que está inmerso en un entorno que lo afecta; Dentro del proceso de control posibilita identificar entradas, salidas, el nivel de entropía y las posibles causas de esta, esto permite buscar alternativas de mitigación o mejoras en procesos productivos.

La selección de la estrategia de mantenimiento dependerá de los objetivos de la organización apoyados del análisis de los factores mencionados en el documento como: Control gerencial, condiciones de instalaciones, control de almacenes, materiales, tipos de mantenimiento aplicado, políticas de la organización, capacitación, capital humano, motivación, historial del equipo, sistema de control y el sistema de información.

El proceso de planeación estratégica acercara al cumplimiento de objetivos, si la alta dirección adquiere el compromiso e implementa la estrategia seleccionada, realiza la evaluación durante el proceso administrativo de control y revisa las lecciones aprendidas para realizar mejoras o modificaciones.

Sin implementación real de la estrategia es solo una idea o una intención, se debe tomar en cuenta que una estrategia proporciona ventaja competitiva sostenible en el tiempo, significa que se tienen que un tener factor diferenciador generador de un beneficio y que pueda mantenerse a largo plazo.

GLOSARIO

Administrar: Graduar o dosificar el uso de algo, para obtener mayor rendimiento de ello o para que produzca mejor efecto, Suministrar, proporcionar o distribuir algo.

Estrategia: proceso regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento con la finalidad de lograr un objetivo fijado previamente.

Estrategias de mantenimiento: Serie de acciones meditadas con el objetivo de preservar en óptimas condiciones un activo físico a través del tiempo.

Gestionar: Ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo. Llevar adelante una iniciativa o un proyecto.

Mantenimiento: Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industria, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Plan: Constituye el diseño o esquema informativo de lo que habrá que hacerse en el futuro y de las especificaciones para realizarlo.

Planeación: “La planeación consiste en fijar ideas concretas de la acción, que deben ser realizadas en el tiempo adecuado” -Reyes Ponce

“Es el conjunto de objetivos por obtenerse en el futuro, a través de técnicas y procedimientos definidos.” -Ernesto Dale.

“Es la selección y relación de hechos, así como las actividades y propuestas que se creen y son necesarias para alcanzar resultados esperados.” -George Terry

“Es el primer paso del proceso administrativo por medio del cual se pueden anticipar caos, problemas, etc.” -Fernández Arenas.

“Consiste en determinar los objetivos y formular políticas, procedimientos y métodos para lograrlos.” -Kazmier.

Planeación estratégica: es el proceso estructurado por el cual una organización social define su razón de ser en el entorno donde realiza sus actividades, vislumbra su estado deseado en el futuro y desarrolla los objetivos y las acciones concretas para llegar a alcanzar el mencionado estado deseado -Aranda y Salgado

“El proceso sistemático de elaboración de un plan, que incluya la asignación de recursos y las decisiones tácticas, que permita a la organización alcanzar los objetivos deseados, en las fechas previstas.” - Pereda y Berrocal

La esencia de la planeación estratégica consiste en la identificación sistemática de las oportunidades y los peligros que surgen en el futuro, los cuales combinados con otros datos importantes proporcionan la base para que una empresa tome mejores decisiones en el presente, para explotar las oportunidades y evitar los peligros. -Steiner

Programas: Son un conjunto de procedimientos, reglas, pasos necesarios para llevar a cabo un curso de acción; normalmente cuenta con el apoyo de presupuestos.

REFERENCIAS

- Arantes da Costa, E. (2007). *Gestão estratégica*. São Paulo: Saraiva.
- Carrasco, F. J. (2016). *EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN RELACIÓN A LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO*. Valencia, España: aula dyna.
- Chandler, A. D. (1962). *Strategy and Structure*. Washington, D.C.: Beard Books.
- Congreso de Mantenimiento & Confiabilidad México. (2017, nov 14). *CMCM*. Obtenido de La Capacitación, Clave para lograr la Confiabilidad.: <http://www.cmcm.com.mx/la-capacitacion-clave-lograr-la-confiabilidad/>
- DGDU, U. (2018, 03). *Dirección General de Deporte Universitario*. Obtenido de http://www.deporte.unam.mx/quienes_somos/
- Duffuaa, S. O. (2002). *Sistemas de mantenimiento. Planeacion y control*. Mexico, D.F.: Limusa Wiley.
- Espinosa Fuentes, F. (2012). Identificación de sistemas de gestión para mantenimiento industrial. *Universidad de Talca*.
- Espinosa, F., Dias, A., & Back, N. (2008). Un Procedimiento de Evaluación de las Condiciones Necesarias para Innovar la Gestión de Mantenimiento. *Información Tecnológica*, 8.
- Espinosa, R. A. (1987). *Fundamentos del mantenimiento, guías económicas técnicas y administrativas*. México, D.F.: Limusa.
- Falabella, M. T. (2009). *Cíclico, preventivo y constante: el mantenimiento edilicio y su relación con la patología constructiva*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.

- Gaceta UNAM. (2017, nov 09). *Renovación de la alberca olimpica*. Obtenido de <http://www.gaceta.unam.mx/20170130/renovacion-de-la-alberca-olimpica/>
- García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- García Palencia, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial. Principios fundamentales*. Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
- Graue Wiechers, L. E. (2017, Febrero 10). Plan de Desarrollo Institucional. Ciudad Universitaria UNAM.
- Johannsen, C. (2000). Total quality mangment in knogledge managment perspective. *Journal of documentation*, pág. 56.
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento. Planeacion, ejecucion y control*. México: Alfaomega.
- Morrow, L. C. (1986). *Manual de mantenimiento industrial, Tomo I*. México: CECSA.
- Muller, A., Suhner, M.-C., & Iung, B. (2008). Formalisation of a new prognosis model for supporting proactive maintenance implementation on industrial system. *Reliability Engineering & System Safety*, 20.
- Nieto, M. (1998). Basic propositions for the study of the technological innovation process in the firm. *European Journal of Innovation Management*.
- OIT. (2017, agosto 29). *Organización Internacional del Trabajo*. Obtenido de CIUO, Clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones: <http://www.ilo.org/public/spanish/bureau/stat/isco/isco88/214.htm>
- Pereda Marín, S., & Berrocal Berrocal, F. (2011). *Dirección y gestión de recursos humanos por competencias*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.

- Quijano Valdez, J. (2012). *Análisis de procesos y administración de los productos arquitectonicos*. México D.F.: DGAPA.
- R. Balachandra. (2000). An expert system for new product development projects". *Industrial Management & Data Systems*, 317-324.
- Real Academia Española. (2017, Agosto 29). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Real Academia Española: <http://www.rae.es/>
- renovamos.org. (2017, noviembre 4). *RenoVamos Energía*. Obtenido de <https://renovamos.org/colectores-termicos/f/3/t/151>
- Renovetec. (2017, agosto 30). *renovetec.com*. Obtenido de renovetec.com: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- Renovetec. (2018, octubre 10). *Mantenimiento.renovetec.com*. Obtenido de <http://mantenimiento.renovetec.com/secciones/9-uncategorised/136-estrategias-de-mantenimiento>
- reporteroindustrial.com. (2017, junio 06). <http://www.reporteroindustrial.com>. Obtenido de Los principales objetivos del mantenimiento: <http://www.reporteroindustrial.com/blogs/Los-principales-objetivos-del-mantenimiento+114923>
- Rey Sacristan, F. (1996). *Hacia la excelencia en mantenimiento*. Madrid: Tgp Hoshin.
- Rodríguez Valencia, J. (2000). *Administración con enfoque estratégico*. Trillas.
- Román Muñoz, O. (2010, julio-diciembre). El pensamiento estratégico. Una integración de los sentidos con la razón. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, vol. 8, 23-36.
- Salazar, P. C. (2009). *Diseño de un plan modelo de mantenimiento para 54 edificios del ICE*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de ingeniería en construcción.

Torres, L. D. (2015). *Gestion integral de activos físicos y mantenimiento*. Buenos Aires: Alfaomega.

UNAM. (2017, 08 20). *www.deportes.unam.mx*. Obtenido de <http://www.deportes.unam.mx/noticias/noticia.php?id=2308>

Vargas, C. (2017, 02 20). *visionerotecologia*. Obtenido de <http://visionerotecologia.blogspot.mx>

Zabala Salazar, H. (2005). *Planeación*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.

TABLAS DE ILUSTRACIONES

Diagrama 1 Pronóstico de mantenimiento.....	47
Diagrama 2 Operación y funcionamiento, Fuente: Heliocol.	64
Diagrama 3 Organigrama actual, AOU UNAM.	91
Diagrama 4 Organigrama propuesto.....	92
Diagrama 5 Programa de mantenimiento preventivo durante periodos vacacionales, basado en el monitoreo de actividades de la DGOC.	96
Diagrama 6 Propuesta del plan de mantenimiento 2018 AOU UNAM.....	107
Fig. 1 Sistema de mantenimiento fuente:(Duffua,2002).....	5
Fig. 2 Evaluación de mantenimiento fuente:(Carrasco, 2016)	7
Fig. 3 Objetivos de mantenimiento.....	11
Fig. 4 Principales causas de deterioro y desgaste. Fuente:(Morrow, 1986)	13
Fig. 5 Proceso administrativo.	16
Fig. 6 Pasos de la planeación.	18
Fig. 7 Proceso de la administración estratégica Fuente: elaboración propia del proceso de AE (Rodríguez Valencia, 2000).	21
Fig. 8 Planeación en la jerarquía de las organizaciones fuente: (Rodríguez Valencia, 2000)	24
Fig. 9 Tipos de mantenimiento, adaptado de (Duffuaa, 2002)	27
Fig. 10 Cargas de mantenimiento (Duffuaa, 2002).....	31
Fig. 11 Triangulo estratégico para la gestión de mantenimiento (Espinosa, 2008).	36
Fig. 12 Contexto de la gestión de mantenimiento. (Espinosa, 2012).	37

Fig. 13 Procedimiento de evaluación, (Espinosa, 2008).....	48
Fig. 14 Indicadores de Órdenes de Trabajo.	51
Fig. 15 Procedimiento de evaluación de las condiciones necesarias para innovar fuente:(Espinosa, 2018).	70
Fig. 16 diseño del plan estratégico. Fuente: elaboración propia.	83
Fig. 17 Monitoreo y control de mantenimiento.	106
Fotografía 1 Alberca Olímpica Universitaria UNAM.	55
Fotografía 2 Propia, cuarto de máquinas, caldera 1 y 2.....	60
Fotografía 3 Propia, Colectores solares, pasillo sur.....	60
Fotografía 4 Propia, Cuarto de máquinas filtrado mayor.	61
Fotografía 5 Propia Cuarto de máquinas, intercambiador de calor.	62
Fotografía 6 Propia, tanques de Diésel y control eléctrico.	64
Fotografía 7 Propia, Cubiertas auto flotantes.	65
Fotografía 8 Propia, a la izquierda dosificador de cloro, a la derecha ablandadores de agua.	66
Fotografía 9 Propia, tanques de Diesel.	66
Fotografía 10 Propia, Instalación de bombas de calor.....	67
Fotografía 11 Propia, tapanco norte, bajo las gradas.	67

Gráfica 1 Costo global. Cíclico preventivo y constante. Fuente: (Falabella, 2009).	14
Gráfica 2 Gasto económico por consumo de combustible. fuente :Elaboración propia, datos de DGDU.....	68
Gráfica 3 comportamiento de la temperatura del agua de la alberca. fuente: elaboración propia datos IER.....	73
Gráfica 4 Consumo de gas LP, septiembre 2017. fuente: elaboración propia datos IER.	73
Gráfica 5 Atención a los requisitos de mantenimiento. Fuente: elaboración propia	88
Gráfica 6 Análisis de madurez para la función de mantenimiento. Fuente: elaboración propia ..	89
Gráfica 7 Administración actual de mantenimiento AOU UNAM. Fuente: elaboración propia..	89
Gráfica 8 Temperatura mínima a la intemperie.	102

