Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Nombre del Proyecto de Integración: Desarrollo del manual de gestión para la operación y mantenimiento de una alberca.

Modalidad: Proyecto tecnológico

Versión: Segunda

Trimestre Lectivo: 23-P

Datos del alumno

Nombre: Santiago Dávila Pons

Matrícula: 2183080820

Teléfono: 55 1801 2543

Correo electrónico: al2183080820@azc.uam.mx

X _____

FIRMA DEL ALUMNO

Datos del asesor

Nombre: M. En C. Griselda González Cardoso

Categoría: Profesor Asociado

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono:

Correo electrónico: grgc@azc.uam.mx

X _____

FIRMA DE ASESOR

Datos del co-asesor

Nombre: Ing. Mauricio Cano Blanco

Categoría: Profesor asistente

Departamento de adscripción: Departamento de Energía

Teléfono: 53189059

Correo electrónico: mcb@azc.uam.mx

X _____

FIRMA DEL CO-ASESOR

Fecha: 13/10/2023

Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

X _____

Santiago Dávila Pons

X _____

Griselda González Cardoso

X _____

Mauricio Cano Blanco

1. Introducción

Una alberca o piscina es un depósito que contiene un volumen de agua suficiente para realizar ejercicios de acondicionamiento físico, actividades de natación u otros deportes acuáticos. Una alberca representa un activo vital y de alto valor económico para una institución que ofrece servicios relacionados con actividades acuáticas. Para ofrecer las condiciones que garanticen llevar a cabo las actividades antes mencionadas, sin poner en riesgo la salud de los usuarios, es necesario que la alberca cuente con sistemas de acondicionamiento y tratamiento para el agua, así como medidas de operación y seguridad acorde a normas.

Con respecto a la infraestructura del depósito de agua, es necesaria la aplicación de conocimientos de obra civil para dimensionar las paredes que alojan el volumen de agua, así como la selección de los materiales. Las actividades de diseño anteriormente señaladas deben realizarse respetando las recomendaciones y obligaciones indicadas en las normas emitidas por las autoridades competentes en la materia.

La calidad del agua en una alberca es uno de los factores más importantes y obligatorios durante la operación de esta clase de instalaciones. Es necesario conocer los requisitos físicos, químicos y biológicos establecidos por las autoridades y normas vigentes para realizar las actividades sin riesgos a la salud de los usuarios. Además de conocer los requisitos y recomendaciones en las normas, es necesario contar con el personal, la formación técnica y los instrumentos para monitorear, acondicionar y conservar la calidad del agua [1].

Para acondicionar la calidad del agua en una alberca es necesario instalar y operar de manera coordinada varios sistemas. Los sistemas básicos necesarios en una alberca son el sistema hidráulico, el sistema de acondicionamiento térmico y el sistema de tratamiento de agua. Cada uno de estos sistemas requiere, para su selección y manejo, conocimientos de mantenimiento, hidráulica, termodinámica y química. Por tal razón, el reporte de este proyecto pretende convertirse en el “Manual de Gestión” para operar y mantener en funcionamiento los diversos sistemas de una instalación con una alberca en la cual se deben ofrecer servicios para actividades deportivas, clínicas e incluso recreativas.

La elaboración y redacción de un **Manual de Gestión de Operación y Mantenimiento** (MGOP) demanda y requiere habilidades para la planificación, organización y control de los recursos humanos, materiales y financieros. Por lo tanto, una instalación cuyo principal activo son los **servicios ofrecidos por tener una alberca** puede analizarse como un proyecto de ingeniería en la que están implícitos múltiples recursos técnicos en estrecha dependencia con los recursos humanos y económicos disponibles. La capacidad de administrar los recursos anteriores es una habilidad necesaria para llevar a cabo proyectos de ingeniería de manera eficiente y efectiva.

2. Antecedentes.

La gestión eficiente de las albercas es fundamental para garantizar y conservar la seguridad, la calidad del agua y la satisfacción de los usuarios. A continuación, se citan reportes que involucraron actividades de diseño y propuestas para la operación y mejora de los sistemas en albercas de la CDMX. Estos trabajos tienen relevancia por presentar las tecnologías **utilizadas en las operaciones para acondicionar y satisfacer los requisitos energéticos, físicos, químicos, biológicos y de instrumentación de una alberca y/o sus subsistemas.** Otra aportación relevante de estos trabajos es la justificación y criterio de selección de tecnologías con base en la tarea a resolver con los recursos físicos y económicos disponibles en cada proyecto. Los conocimientos presentados en los siguientes reportes, analizados por personas responsables y con formación competente en ingeniería mecánica, se relacionan directa y estrechamente con los objetivos planteados en esta propuesta ya que sirven de apoyo para que los procesos u operaciones de mantenimiento estén bien diseñados, optimizados y adaptados a las necesidades tecnológicas y operativas actuales, lo que a su vez conduce a una gestión más eficiente y exitosa.

Un proyecto realizado por un estudiante de la UAM-AZC en septiembre del 2011, titulado "Rediseñar el sistema de irrigación del campo de calentadores solares de la alberca olímpica del deportivo Reynosa, en la delegación Azcapotzalco" [2]. En este trabajo se presenta una propuesta de la alberca Olímpica del Deportivo Reynosa para la rehabilitación del sistema de bombeo, el sistema eléctrico, el sistema de filtrado, así como el sistema de calefacción a partir de captadores solares. Este trabajo conserva un enfoque para el aprovechamiento de los recursos energéticos. **Su alcance y relevancia para el proyecto de esta propuesta radica en la importancia y necesidad de los conocimientos técnicos para analizar procesos y diseñar sistemas eficientes. Esto es crucial en un manual de gestión, ya que implica definir flujos de trabajo, optimizar operaciones y eliminar redundancias, lo que conduce a una mayor eficiencia operativa.**

Esta propuesta es importante tanto desde un punto de vista ambiental como desde una perspectiva de gestión eficiente de los recursos.

En Julio del 2018, en la Universidad Autónoma Metropolitana, un estudiante de posgrado realizó la tesis "Monitoreo automatizado de los parámetros de calidad del agua pH, temperatura y conductividad" [3], la cual describe la necesidad de monitorear los parámetros relacionados con la calidad en el agua. El proyecto de tesis mencionado se realizó con el fin de optimizar el proceso de registro de mediciones al diseñar e implementar un equipo de monitoreo automatizado. **Para este proyecto, este trabajo es una referencia importante respecto a la instrumentación, recopilación e interpretación de datos relacionados con los parámetros que definen la calidad del agua**. Incluso, presenta una solución automatizada para caracterizar la calidad del agua.

La instrumentación automatizada permite monitorear en tiempo real el estado de equipos y procesos. Esto ayuda a identificar problemas o fallas de manera temprana, lo que a su vez permite una respuesta rápida y eficiente para minimizar el tiempo de inactividad no planificado. Mediante la recopilación continua de datos y el análisis, la instrumentación automatizada puede prever

cuándo es probable que ocurran fallas o desgastes en los equipos. Esto permite programar el mantenimiento de manera anticipada, reduciendo los costos y el tiempo asociados con el mantenimiento correctivo.

El trabajo "Análisis del flujo de alimentación en una alberca olímpica mediante simulación numérica en COMSOL" [4] presenta un ejemplo en el que se busca optimizar el uso de recursos energéticos del sistema de acondicionamiento térmico del agua. A partir de una simulación numérica de diferentes arreglos en las boquillas de descarga de agua caliente hacia la alberca, se buscó encontrar el arreglo que mejora la distribución de calor en el agua de la alberca. Esta clase de resultados, a pesar de necesitar personal calificado para el estudio y análisis, **representa una oportunidad para mejorar la operación de una instalación mientras se aprovechan los recursos energéticos y económicos.**

En los tres casos antes mencionados, coincide el objetivo de optimizar el consumo de energía y recursos, lo cual podría integrase a un proyecto de gestión para proporcionar beneficios económicos para la administración de las instalaciones. Los tres casos anteriores son ejemplos de la aplicación de conocimientos técnicos que pueden ser integrados, siempre y cuando se tenga la visión y capacidad técnica propia de un ingeniero mecánico, para comprender las operaciones actuales, identificar áreas de mejora y garantizar, mediante la estandarización, una base sólida para el crecimiento, la mejora y la posible implementación de nuevas tecnologías para maximizar su impacto positivo.

3. Justificación

Las empresas y las industrias necesitan mantener sus equipos y sistemas en funcionamiento óptimo para garantizar la productividad y la eficiencia.

El objetivo de este proyecto es la implementación de un MGOP en una organización, que ofrece servicios de actividades acuáticas en una alberca semi olímpica, ubicada en el municipio de Naucalpan Estado de México. La falta de manuales de gestión en las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) puede dar lugar a una serie de problemas operativos y estratégicos que afecten su funcionamiento y crecimiento.

Para desarrollar el documento principal de este proyecto será necesario aplicar, con responsabilidad y visión, conocimientos teórico-prácticos para describir y proponer soluciones para la operación de las instalaciones del sistema hidráulico (conocimientos de mecánica de fluidos, hidráulica de tuberías, ingeniería de los materiales, dibujo mecánico asistido por computadora, mediciones en ingeniería, estructura y propiedades de los materiales en ingeniería) y de acondicionamiento térmico de la alberca (conocimientos de termodinámica, transferencia de calor, intercambiadores de calor, diseño de sistemas energéticos, laboratorio de termofluidos I, laboratorio de termofluidos II, taller de termofluidos, operaciones unitarias, energía solar aplicada).

Se propone documentar e implementar un MGOP para corregir y/o mejorar la operación de los sistemas relacionados con la alberca, disminuir los mantenimientos correctivos (de los equipos mecánicos, térmicos e hidráulicos), cumplir con la reglamentación y normatividad oficial vigente, así como, a un mediano plazo, disminuir costos de operación, capacitación, supervisión y aumentar la rentabilidad en los servicios ofrecidos.

4. Objetivos

Objetivo general

Desarrollar el manual de gestión para la operación y mantenimiento de una alberca.

Objetivos particulares

Evaluar las condiciones y necesidades de operación de la alberca.

Desarrollar el manual de operación y mantenimiento del sistema hidráulico y calidad del agua.

Desarrollar el manual de operación y mantenimiento del sistema de calefacción.

5. Descripción técnica

El sistema hidráulico de una alberca consiste en todos los elementos necesarios para mantener y regular el flujo de agua dentro de la alberca para garantizar su circulación, acondicionamiento térmico, filtración y desinfección. Este sistema es esencial para mantener la calidad del agua, asegurar la seguridad de los usuarios y proporcionar una experiencia de confort en la alberca. El desplazamiento del agua es provocado por un sistema de bombeo el cual a su vez está constituido por otros sistemas como el de potencia y control.

El sistema de tratamiento de agua es el encargado de monitorear las condiciones físicas, químicas y biológicas del líquido. Los tratamientos por realizar dependerán de los parámetros a controlar, tales como el ph, niveles de cloro, color, turbiedad, % de partículas extrañas, % de heces fecales, etc. La medición de estos parámetros requiere de una cuidadosa selección y uso de instrumentos. Por lo tanto, el monitoreo continuo de los parámetros es una actividad fundamental en la operación y mantenimiento. Para mantener la calidad del agua será necesario diseñar un método para la supervisión y mantenimiento.

El sistema de acondicionamiento térmico es necesario para proporcionar condiciones de confort a los usuarios. Las dimensiones de una alberca, así como las propiedades térmicas del agua hacen

necesaria la instalación de un sistema de calefacción. Estos sistemas pueden ser de diversos tamaños y capacidades, así como de diversa naturaleza tecnológica en el sistema de potencia térmica. La selección del mejor sistema de acondicionamiento térmico se realiza siguiendo una metodología de diseño la cual depende de las dimensiones de la alberca, las condiciones ambientales debidas a su ubicación geográfica y el presupuesto disponible.

El desarrollo de los manuales para la operación y el mantenimiento del sistema hidráulico, acondicionamiento térmico y tratamiento para la calidad del agua para una alberca implicará documentar las operaciones para asegurarse de que el personal encargado de su funcionamiento comprenda y siga los procedimientos de manera adecuada y segura.

El desarrollo del documento comenzará definiendo el propósito de cada manual, así como el alcance que tienen dentro de la organización. A continuación, será necesario reunir toda la información relevante sobre los sistemas hidráulico, de acondicionamiento térmico y tratamiento para la calidad del agua. Entre los documentos a recolectar serán planos, especificaciones técnicas y manuales de los equipos, políticas de seguridad y normas vigentes aplicables. En caso de que la organización no cuente con la información será necesario investigar en diversas fuentes técnicas especializadas o con los fabricantes.

Respecto a la operación, se deberán definir los procedimientos críticos que deben incluirse en el manual. Esto deberá incluir la puesta en marcha, el apagado, la instalación de elementos para acondicionamiento térmico y ahorro de energía, el monitoreo y tratamiento de la calidad del agua, el mantenimiento preventivo, la solución de problemas y las medidas de seguridad, entre otros por identificar al realizar el proyecto. Para cada procedimiento crítico se deberá documentar con claridad el procedimiento para su ejecución paso a paso. De ser posible, se construirán diagramas para facilitar su comunicación.

Para el caso del manual de mantenimiento será necesario construir un directorio de proveedores, fabricantes y servicios técnicos especializados. También se deberá implementar una bitácora de seguimiento y mantenimiento. Se capacitará para llevar un registro de las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo fechas y detalles de las intervenciones.

Una vez documentados los procedimientos, se deberán ordenar de manera lógica y estructurada. Además, se consultarán a otros expertos para su revisión. Con la primera versión del manual en mano se organizarán sesiones para la capacitación del personal que labore en la organización. Con los resultados de la sesión de capacitación será posible retroalimentar la redacción del documento final, así como la organización.

La gestión de las actividades de mantenimiento debe ser un proceso continuo que se ajusta a medida que cambian las condiciones operativas mientras se obtiene información sobre el rendimiento de los equipos. La clave para un mantenimiento efectivo son la planificación, la evaluación constante y la adaptación a las necesidades cambiantes de la maquinaria o herramientas realizadas ,de preferencia, con base en conocimientos y criterios técnicos afines.

El mantenimiento preventivo de los equipos demanda operaciones técnicas conocidas y la mayoría de las veces, por su complejidad, requiere personal técnico especializado y/o calificado. Por otra parte, para determinar la complejidad y extensión de un mantenimiento correctivo es necesario hacer una inspección detallada de las condiciones del equipo. Uno de ejes principales de este proyecto es resaltar la importancia de la planeación, organización y control de la operación y mantenimiento con base en conocimientos técnicos plasmados y aplicados en un documento (manual) para garantizar y mejorar la calidad de operatividad de una empresa.

Es importante señalar que no siempre será necesario "desarmar el equipamiento para realizar un manual de operación y mantenimiento". Esto sería equivalente a desarmar un motor de combustión interna para comprender y gestionar la verificación de sus sistemas para planear los servicios de afinación o los ajustes del motor. Lo relevante en dicho caso es dar a conocer la importancia y detalles del mantenimiento, describir a detalle las actividades ordenadas de manera lógica y crítica, así como el énfasis en los cuidados que se deben realizar durante la operación y mantenimiento. También debe hacerse énfasis en la periodicidad de dichas tareas y el impacto que podría tener de no realizarse en tiempo y forma.

Respecto a las dimensiones de los equipos, la escuela de natación cuenta con una alberca de 2825 ft^3. Durante las jornadas de operación, la renovación del agua debe ser cada hora. En la actualidad, la capacidad del equipo de bombeo instalada es de 2 hp con capacidad de desplazar caudales de 43200000 [lph] con cargas hidráulicas de 313920 [Pa]. El equipo principal de bombeo es accionado por un motor eléctrico. Sin embargo, las instalaciones cuentan con un sistema de respaldo conectado en paralelo que es accionado por una motobomba impulsada por un motor de combustión interna de 2 [hp]. La capacidad de bombeo es semejante a la del sistema eléctrico.

El sistema de acondicionamiento térmico instalado opera con un intercambiador de calor de tubos y coraza que emplea los gases de combustión de un sistema de gas natural. El gas es proporcionado por una red conectada al suministro público. La capacidad sistema de calefacción es de 56313.99317 BTU_{IT}/hora (basada en la Tabla Internacional sobre las Propiedades del Vapor*).*

La limpieza de las paredes internar de la alberca se lleva a cabo con una aspiradora neumática. La capacidad del sistema de vacío son proporcionados por un sistema de compresión de 5 hp. El aire comprimido es utilizado para el sistema de aireación de la alberca.

En resumen, la naturaleza de las instalaciones y sus problemas a resolver, así como el alcance en este proyecto demanda identificar, formular y resolver varios problemas de ingeniería con base en los fundamentos de las ciencias básicas y los principios de la ingeniería mecánica. También demanda aplicar fundamentos de ciencias básicas e ingeniería mecánica para analizar y desarrollar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplan necesidades específicas. Así mismo, será de vital importancia practicar de manera efectiva la comunicación de forma oral y escrita de asuntos técnico-mecánicos para diferentes audiencias y empleando distintos medios disponibles (correo, bitácoras, minutas, reglamentos, manuales de procedimientos, presentaciones). Los resultados del proyecto, el MGOP, deberá reflejar la responsabilidad ética y profesional ante una situación relevante para la ingeniería, así como la capacidad para realizar juicios informados que consideren el impacto de las soluciones en los contextos social, ambiental y económico en los ámbitos local y global.

Figura 1. Diagrama para representar la descripción técnica

6. Normatividad

1. NORMA Oficial Mexicana NOM-245-SSA1-2010, Requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas.
2. NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.
3. RLGSMCSAEPS, Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.
4. Guía de autoverificación de albercas.
5. NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.
6. PROY-NOM-012-CONAGUA-2015, Grifería, válvulas y accesorios para instalaciones hidráulicas de agua potable.
7. NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
8. Ley Federal sobre Metrología y Normalización
9. Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
10. NOM-012-SCFI-1994, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos.
11. Medidores para agua potable fría. Especificaciones.
12. NOM-013-SCFI-1993, Instrumentos de medición. Manómetros con elemento elástico.
13. ISO 3555 Class B. Centrifugal, mixed flow and axial pumps-Code for acceptance tests-class B,
14. International Organization for Standardization, Switzerland, 1977.
15. DOE/CS-0147, Classification and Evaluation of Electric Motors and Pumps, U.S. Department of Energy.
16. Hydraulic Institute Standards for centrifugal, rotary & reciprocating pumps published by Hydraulic
17. NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad.
18. NOM-020-SEDG-2003, Calentadores para agua que utilizan como combustible gas L.P. o natural, de uso doméstico y comercial.
19. ANSI TAPPI TIP 0305-34: 2008, Daily, Weekly, And Monthly Maintenance Checklists. [5,6]

7. Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización:

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

Trimestre 23-O		**Semana**											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	Evaluar y reportar de las condiciones de los sistemas de la alberca.												
2	Evaluar y reportar las condiciones del sistema hidráulico.												
3	Evaluar y reportar las condiciones del sistema de tratamiento de agua.												
4	Evaluar y reportar las condiciones del sistema de acondicionamiento térmico.												
5	Proponer, de ser necesario, algún cambio en el diseño o maquinaria de los sistemas.												
6	Redactar el manual de gestión de operación de los sistemas.												
7	Redactar el manual de gestión de mantenimiento de los sistemas.												
8	Organizar sesiones de capacitación y retroalimentación del personal												
9	Redactar y entregar el reporte final.												

8. Entregables

Manual de operación y mantenimiento del sistema hidráulico y calidad del agua.

Manual de operación y mantenimiento del sistema de calefacción.

Reporte final del proyecto de integración.

9. Referencias bibliográficas.

[1] NORMA Oficial Mexicana NOM-245-SSA1-2010, Requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas.

[2] Carlos Ernesto Salazar Delgado, (2011), “Rediseñar el sistema de irrigación del campo de calentadores solares de la alberca olímpica del deportivo Reynosa, en la delegación Azcapotzalco”, México D.F.

[3] Ismael Hernández de Jesús, (2018), “Monitoreo automatizado de los parámetros de calidad del agua pH, temperatura y conductividad”, posgrado en ciencias e ingeniería ambientales, Ciudad de México.

[4] Emmanuel Meza Morales, (2016), “Análisis del flujo del agua de alimentación en una alberca olímpica mediante simulación numérica en COMSOL”, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.

[5] Andrés Arocha Díaz, Julio 2020, 5 normas imprescindibles para una gestión eficaz del mantenimiento industrial, https://es.linkedin.com/pulse/5-normas-imprescindibles-para-una-gesti%C3%B3n-eficaz-del-arocha-d%C3%ADaz

[6] Eduardo Piccola Calvera, Octubre 2003, NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SEDG-2003. Secretaria de Energía, México D.F.

10.Terminología

No necesaria.

11.Infraestructura

Computadora

Software ofimático, CAD.

12.Asesoría complementaria

No necesaria.

13.Publicación o difusión de los resultados

No se tiene la intención de publicar.

COMENTARIOS DEL CEIM		ACCIONES REALIZADAS EN LA PPI	
1.	No se entiende exactamente lo que quieren decir con: Evaluación de sistemas. No es congruente con el objetivo general.	1.	Se cambió el titulo de la PPI para que sea más congruente con el objetivo general del proyecto.
4.	No encuentro mucha relación entre los antecedentes y lo que se propone	4.	Se añadieron ciertas notas y se resaltó las partes más importantes de cada referencia de los antecedentes.
8.	Especificar la complejidad y extensión de los mantenimientos, ¿se tendrá que desarmar el equipamiento que ya existe para realizar el manual que se propone? ¿Cuáles son las características de los equipos que ya se tienen? Proporcionar información técnica que permita dimensionar de forma clara la dificultad o profundidad de elaborar los programas de mantenimiento. Además de la descripción que ya se tiene, incluir especificaciones técnicas de los equipos involucrados, cuán, de qué tamaño, etc.	8.	Se extendió la descripción técnica para incluir especificaciones técnicas. Además, se especificó la importancia, extensión y complejidad de los mantenimientos.

Citas excluidas
Bibliografía incluida

7%
SIMILAR

Resumen de Coincidencias

1	**Internet** 105 palabras Copiado el 26-Abr-2021 cbi.azc.uam.mx	4%
2	**Internet** 32 palabras dspace.espoch.edu.ec	1%
3	**Internet** 21 palabras Copiado el 24-Jul-2016 prezi.com	1%
4	**Internet** 13 palabras hdl.handle.net	<1%
5	**Internet** 13 palabras Copiado el 02-Mar-2003 www.stps.gob.mx	<1%