Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Diseño y evaluación económica de un sistema hidráulico-neumático de captación y distribución de agua de lluvia en central de servicios del hospital de traumatología, ortopedia y rehabilitación “Dr. Victoriano de la Fuente Narváez”

Modalidad: Estancia Profesional

Versión: Segunda

Trimestre Lectivo: 23 I

Datos del Alumno:

Nombre Completo: Karina Rodriguez Morales

Matricula: 2132000065

Correo Electrónico: al2132000065@azc.uam.mx

Firma:

Nivel académico y nombre completo: Dra. Araceli Lara Valdivia

Categoría: Titular

Departamento de adscripción. Energía

Teléfono: 55 5318 90 60

Correo electrónico: arlv@azc.uam.mx

Firma:

Nivel académico y nombre completo: Ing. José Alfonso Cuenca Carbajal

Categoría: Jefe Directo

Departamento de adscripción. Jefatura de central de servicios

Teléfono: 55 57 47 35 00

Correo electrónico: Alfonso.cuenca@imss.gob.mx

Firma: Fecha: 12/06/2023

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.

.

Karina Rodriguez Morales

Dra. Araceli Lara Valdivia

.

Ing. José Alfonso Cuenca Carbajal

1. Introducción

Cerca del 70% del consumo hospitalario de agua se destina a la atención del servicio médico, al mantenimiento y operación de equipos, el restante 30% se utiliza para beber, preparar alimentos, servicios de limpieza, baños e higiene [1]. En México el porcentaje de agua para abastecimiento se pierde en fugas aproximadamente entre el 30% al 50% [2]. Por lo que es necesario tomar acciones para el cuidado del agua.

Por otro lado, Julia Carabias, (2005) en su libro “Agua, medio ambiente y sociedad hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México” [3]. mencionan que la crisis del agua no es una amenaza futura sino un proceso que ya se hace sentir y que podría alcanzar niveles críticos en el primer cuarto de este siglo. Considera que, si el manejo del agua no experimenta un cambio radical en nuestro país, en 25 años México verá frenado su desarrollo por falta del recurso en varias ciudades, insuficiencia agro productiva, colapso de varios ecosistemas y agravamiento de los problemas de salud pública.

Por otra parte, los datos que aparecen en los mapas de temperaturas y lluvia que proporciona la Conagua [4]. Indican el volumen de lluvia a lo largo del año en la CDMX, y en su caso, la viabilidad del reciclaje del agua. Si además se considera la tendencia al alza del costo del vital recurso a través del Sistema de Información de Tarifas de Agua Potable en el artículo 172 [5]. Dicho panorama índica la importancia en la captación y uso eficiente del agua.

Dicho lo anterior, el presente proyecto ira guiado a aprovechar las bondades del sistema de reciclaje del agua de lluvia haciendo un uso eficiente del vital líquido. Para ello, se realizó una estimación preliminar de la precipitación de agua de lluvia en la alcaldía Gustavo A. Madero (lugar donde está el hospital), estimando un abastecimiento de agua de 5 a 7 meses. Así mismo, se busca coadyuvar a un ahorro económico al disminuir el consumo de agua que se usa actualmente. Estos factores enmarcan la viabilidad del proyecto.

Fig. 2 Tubería del desagüe al drenaje del agua de lluvia en central de servicios

Fig. 1 Espacio para colocar la tubería del sistema de captación

La fig. 1 muestra las tuberías de desagüe al drenaje del agua lluvia en central de servicios, misma que se adaptaran para el sistema de captación pluvial.

La fig. 2 muestra la trayectoria del agua de lluvia y la apertura donde se espera se conectará con el sistema de captación pluvial.

2. Antecedentes

El 15 de enero del 2019 la Secretaría del Medio Ambiente del gobierno de la ciudad de México (SEDEMA) implementó el programa titulado “Cosecha de lluvia.” [6]. Que busca mejorar el acceso al agua en viviendas por medio de la captación del agua de lluvia entre 5 y 8 meses al año. Programa que se respaldó con un manual de instalación de un sistema de captación de agua en viviendas. Dicho manual nos apoyara a identificar las partes principales de un sistema de captación pluvial

En el mismo sentido la organización “Isla urbana” desde el año 2009 pública en su página web que en México se enfrenta una crisis hídrica. En grandes zonas del país, incluyendo el Valle de México, donde la situación es crítica y muestra al público la Ficha técnica “Kit Tlaloc isla Urbana” [7]. Este documento nos permitirá calcular la cantidad de agua que debe separarse (separador primeras lluvias) para darle un uso al agua de lluvia así mismo el tipo de filtros que debe implementarse para que el agua sea potable.

Por otro lado, en abril del 2016 la CONAGUA puso a disposición un documento titulado “Lineamientos técnicos: sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda” [8]. Estos lineamientos proporcionan información para determinar el volumen de captación, materiales de conducción del fluido, datos técnicos de la pendiente de las canaletas entre otros.

En Pereira Colombia 2016 se realiza el trabajo de grado para optar por el título (Tecnólogo Mecánico) “Diseño y Construcción de un sistema Recolector de Aguas Lluvias para el Módulo Ecosostenible de la Fundación Kyrios (Centro de Restauración)” [9]. Este trabajo permitirá conocer el sistema de bombeo que debe implementarse para una vivienda que cuenta con un recolector de agua de lluvia. El cual servirá como base para el sistema hidráulico-neumático que alimentará la red de agua del hospital

En el 2018 la CONAGUA publica que existirá déficits de agua para el 2030, empeorando gravemente el acceso para millones de personas donde al menos 250 mil personas en la CDMX ni siquiera tienen conexión a la red. Irónicamente, mientras nuestra ciudad sufre cada vez más escasez, cada año miles de millones de litros de agua de lluvia simplemente van al drenaje o causan inundaciones esto en el documento “Estadísticas del agua en México 2018” [10]. El cual proporciona datos y kits que servirán para utilizar el agua de lluvia.

3. Justificación

Derivado de las problemáticas que tiene la CDMX por el agua; es decir, al menos 250 mil personas viven sin conexión a la red de agua, y millones más tienen un servicio intermitente. En temporada de lluvias caen en promedio 733.8 milímetros de agua que provoca grandes inundaciones debidas a la saturación de los drenajes por el exceso de agua. La alcaldía Gustavo A. Madero (lugar donde está el hospital), es el segundo lugar de alto índice de inundaciones en la CDMX. A esto hay que sumarle, la extracción sin medida del agua del subsuelo impidiendo su recarga natural. Por lo que, el presente trabajo formula las bases a otro nivel no sólo por la capacidad de agua que se desea capturar para generar acciones sustentables en dicha alcaldía, sino por la infraestructura del hospital y sus requerimientos de diseño. Tales como tanques de almacenamiento de bombeo neumático, suministro hibrido, cuidado y sistemas del mantenimiento de la calidad del agua, entre otros.

4. Objetivo general

Diseñar el sistema hidráulico-neumático de captación y distribución del agua de lluvia que se usara en las instalaciones para sanitarios, lavabo y de riego de la central de servicios del hospital de traumatología, ortopedia y rehabilitación “Dr. Victoriano de la fuente Narváez”. Así mismo la evaluación económica que este representa.

Objetivos particulares

Estimar el consumo actual de agua en las instalaciones sanitarias y de riego en la central de servicios del hospital.

Estimar la precipitación pluvial anual esperada por m2 en la central de servicios del hospital de acuerdo a los datos proporcionados por la CONAGUA en la ciudad de México especialmente en la delegación Gustavo A. Madero.

Diseñar el sistema hidráulico y neumático que permitirá hacer uso del agua de lluvia de manera hibrida (cuando no se disponga de agua pluvial se use el agua normal).

Determinar el costo de los dispositivos requeridos (filtros, separadores, bombas, etc.) de acuerdo al diseño propuesto.

Evaluar el costo económico del sistema de captación de agua de lluvia, en sus fases de construcción (instalaciones nuevas), adaptación (instalaciones existentes), almacenaje, distribución y puesta en marcha del sistema mencionado, considerando para ello el costo por metro cúbico del agua de lluvia captada contra el costo del agua potable suministrada por la alcaldía correspondiente.

5. Descripción Técnica

De acuerdo a los datos de consumo de agua calculados en los baños de central de servicios y de riego en la zona determinada por el hospital, asimismo a la precipitación pluvial esperada, definir las dimensiones y croquis del sistema de captación y distribución de agua de lluvia (como se muestra en Fig. 4) en lo que corresponde a las instalaciones hidráulicas, longitud, accesorios (codos, válvulas, filtros, separadores), capacidad de bombeo, caudal, perdidas de carga y capacidad de almacenaje del agua de lluvia.

Realizar los cálculos correspondientes a las necesidades de instalaciones nuevas y modificaciones de las instalaciones existentes, así como las particularidades del sistema de bombeo neumático y tratamiento físico del agua de lluvia.

Cotizar cada una de las partes del sistema en cuanto al material, construcción (mano de obra) mantenimiento y operación, así como el tiempo de recuperación de la inversión del sistema correspondiente.

Fig. 3 zona del hospital dónde se propone el diseño de captación pluvial

La fig. 3 muestra la zona del hospital que se utilizara para el diseño del sistema de captación pluvial.

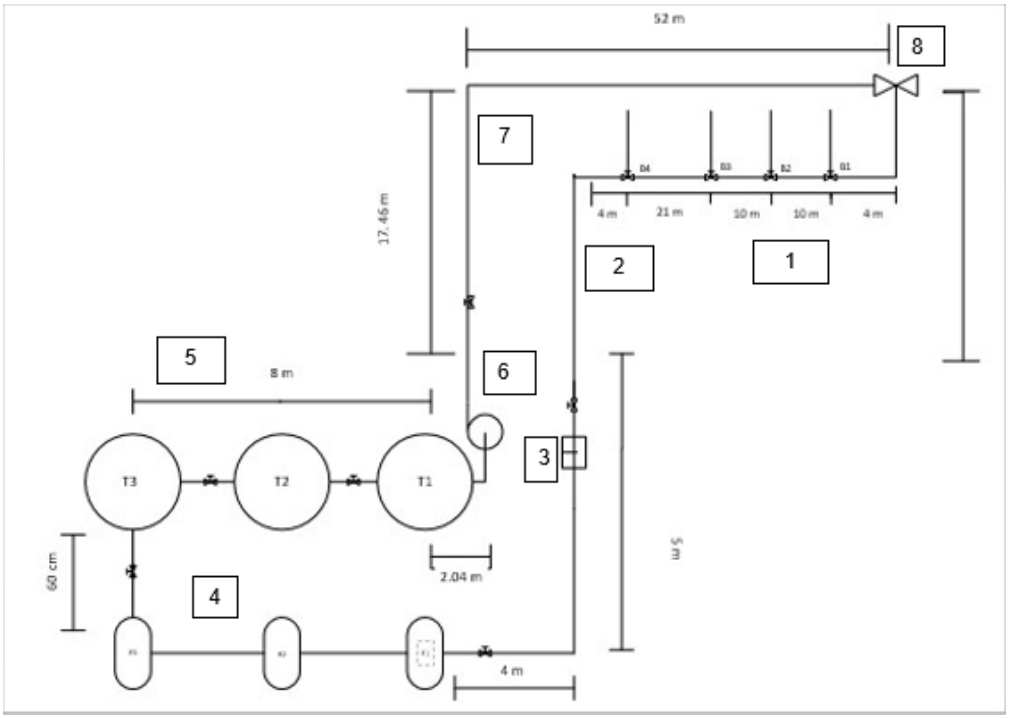

Fig. 4 diagrama esquemático del diseño de captación pluvial

La fig. 4 muestra el diagrama del sistema de captación y distribución de agua de lluvia para el diseño del sistema de captación pluvial.

1	Bajadas de tubería para desagüe del agua de lluvia (PVC 4 “)
2	Tubería que conectara al sistema de captación pluvial (PVC de 8 “)
3	Separador de primeras lluvias
4	Sistema de filtrado del agua de lluvia (filtro de arena, carbón activado y goteo de cloro)
5	Tanques de almacenamiento con capacidad cada uno de 20,000 litros
6	Bomba con sistema hidroneumático
7	Tubería tubo plus que conectara al suministro del agua para baños y lavabos
8	válvula check que permitirá el paso del fluido y cuando no se tenga el agua permitirá el flujo habitual

6. Normatividad

NMX-AA-164-SCFI-2013 EDIFICACIÓN SUSTENTABLE. - CRITERIOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES MÍNIMOS.

Esta norma establece la metodología para el cálculo del agua de lluvia susceptible de ser captada en la edificación, como la fórmula para el cálculo de la precipitación promedio, coeficiente de escurrimiento, volumen anual promedio y la viabilidad de la utilización de agua pluvial en la edificación.

AGUA PLUVIAL: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-015-CONAGUA-2007, FILTRACION ARTIFICIAL DE AGUA A LOS ACUIFEROS. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS OBRAS Y DEL AGUA.

Está normal establece que debe mantener libre de residuos sólidos o líquidos el área de captación de agua pluvial y las zonas por donde transite el escurrimiento superficial. Esta condición también aplica en el caso de zonas de captación en azoteas, tejados o techumbres y el mantenimiento que debe realizarse a fin de restituir la capacidad de retención y remoción de contaminantes.

NOM-002-CONAGUA-2015, APARATOS Y ACCESORIOS DE USO SANITARIO.

Esta norma establece el consumo promedio en litros de descarga por inodoros, tanques de almacenamiento, con sistema de bombeo neumático.

NOM-009-CONAGUA-2001, INODOROS PARA USO SANITARIOESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.

Esta norma permite determina el tipo de inodoros utilizados y el máximo de consumo en litros promedio de agua.

7. Cronograma de actividades

Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

N°	ACTIVIDADES DEL TRIMESTRE 23-P	SEMANA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Definir el área física de colocación del sistema de captación												
2	Recalcular el consumo de agua en las instalaciones sanitarias y de riego en la central de servicios												
3	Recalcular la capacidad anual de captación de agua de lluvia y compararlo con el estimado en la fase preliminar												
4	Definir las dimensiones, croquis del sistema de captación y distribución de agua de lluvia, instalaciones hidráulicas, longitud, accesorios (codos, válvulas, filtros, separadores), capacidad de bombeo, caudal, perdidas de carga y capacidad de almacenaje del agua de lluvia.												
5	Definir las particularidades del sistema de bombeo neumático en los tanques de almacenamiento de agua de lluvia.												
6	Realizar los cálculos correspondientes a las necesidades de instalaciones nuevas y modificaciones de las instalaciones existentes, así como las particularidades del sistema de bombeo neumático existente y particularidades del control de la calidad del agua del agua de lluvia.												
7	Cotizar cada una de las partes del sistema en cuanto al material, construcción (mano de obra) mantenimiento y operación, para evaluar el tiempo de recuperación de												

	la inversión del sistema correspondiente.												
8	Realizar y Entregar el reporte final												

8. Entregables

Reporte Final del proyecto de Integración

9. Referencias Bibliográficas

[1] Red global de hospitales verdes y saludables. https://hospitalesporlasaludambiental.org/agua

[2] Datos y cifras sobre el cuidado del agua en México. https://agua.org.mx/biblioteca/datos-y-cifras-sobre-el-agua-en-mexico/

[3] Julia Carabias, 2007. Agua, medio ambiente y sociedad hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. ISBN 968-12-1202-9. 1° edición mayo 2005 México.

[4] [4] Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvia. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias

[5] Tarifas de agua en el artículo 172. https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tarifas/Tarifas_Agua_Art_172_2021_Pweb.pdf

[6] Sedema, (2019). Cosecha de agua de lluvia: Manual para instalar un sistema de captación pluvial en tu vivienda. Programa gobierno de la Ciudad de México.

https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/ManualCosecharLaLluvia.pdf

[7] Organización Isla Urbana (2009). Programa de reciclaje de agua de lluvia. https://islaurbana.org/

[8] CONAGUA (2016). Lineamientos técnicos: sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152776/LINEAMIENTOS_CAPTACI_N_PLUVIAL.pdf

[9] Diseño y Construcción de un sistema Recolector de Aguas Lluvias para el Módulo Ecosostenible de la Fundación Kyrios (Centro de Restauración). https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/79255d8a-34a3-4f61-a9d9-06d65ce2683b/content

[10] CONAGUA (2018). Estadísticas del agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno del México. https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf

10. Terminología

No es necesaria

11. Infraestructura

Central de servicios del hospital de traumatología, ortopedia y rehabilitación “Dr. Victoriano de la fuente Narváez”

12. Asesoría Complementaria

No es necesaria

13. Publicación y Difusión de los resultados

No se tiene la intensión de publicar.

Diseño y evaluación económica de un sistema hidráulico-neumático de captación y distribución de agua de lluvia en central de servicios del hospital de traumatología, ortopedia y rehabilitación “Dr. Victoriano de la Fuente Narváez”.

COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág.	Copiar íntegro el comentario del CEIM.	Pág.	Breve descripción del cambio realizado o justificación del cambio realizado.
1	Parece que podría considerarse como Estancia Profesional por las características de la propuesta y según la definición en los lineamientos.	1	Se corrige modalidad del proyecto como Estancia profesional. Se corrige la versión. Se corrigen faltas de ortografía.
2	Faltas de ortografía.	2	Se corrigen todas las faltas de ortografía.
3	Faltas de ortografía, formatos y extensión máxima una cuartilla.		Se corrigen las faltas de ortografía, formatos de referencia y se utiliza solo una cuartilla.
4	Con la introducción no me queda claro cuál es el problema específico que quieres resolver con tu proyecto.	4	Se corrige indicando con mayor claridad el uso que se da al agua en los hospitales, la pérdida del abastecimiento en la CDMX, se explica la crisis que se tendrá por falta del recurso y el aumento que ha presentado el costo del agua. De tal forma se aprovecharán las bondades de un sistema de reciclaje de agua de lluvia para generar acciones sustentables y ayudar al ahorro económico del cobro del agua.
4	Los antecedentes no aportan a la solución de la propuesta.	4	Se corrige ordenando los antecedentes y explicando para que se utilizara cada uno.
4	¿Qué vas a utilizar de este antecedente, el manual?	4	Se corrige indicando que el manual nos apoyara a identificar las partes principales de un sistema de captación pluvial.
4	¿Qué vas a utilizar de este antecedente?	4	Se corrige indicando que el documento nos permitirá calcular la cantidad de agua que debe separarse (separador primeras lluvias) para darle un uso al agua de lluvia así mismo el tipo de filtros que debe implementarse para que el agua sea potable.
4	¿Y de este?	4	Se corrige reordenando el antecedente y colocando que este proporciona datos y kits que servirán para utilizar el agua de lluvia.
5	¿Vas a utilizar esta mitología de diseño?	4	Se corrige remplazando el antecedente por una tesis que aporta mayor claridad

			al diseño del sistema de captación pluvial.
5	Como no queda claro en la introducción el problema que quieres resolver esta justificación no justifica que hay que resolverlo ¿Por qué es importante diseñar un sistema de captación para este hospital en particular?	4	Se corrige indicando la problemática que tiene la CDMX respecto al agua, así mismo se indica el alto índice de inundación en la delegación Gustavo A. Madero que es donde está el hospital. Se explica con mayor claridad que el trabajo formula las bases a otro nivel no solo por la capacidad de agua que se desea capturar para generar acciones sustentables en dicha alcaldía sino por la infraestructura del hospital, debido a que en los antecedentes solo se tiene este sistema a nivel habitación no en hospitales y sus requerimientos de diseño.
5	Faltas de ortografía.	5	Se corrigen las faltas de ortografía.
5	¿Por qué dos objetivos generales?	5	Se corrige solo dejando un objetivo.
6	Alineación del párrafo.	6	Se corrige respetando el formato de alineación de los párrafos.
10	Falta cumplir el último objetivo (Evaluar el costo económico del sistema de captación de agua de lluvia, en sus fases de construcción (instalaciones nuevas), adaptación (instalaciones existentes), almacenaje, distribución y puesta en marcha del sistema mencionado, considerando para ello el costo por metro cúbico del agua de lluvia captada contra el costo del agua potable suministrada por la alcaldía correspondiente).	9	Se corrige indicando “Cotizar cada una de las partes del sistema en cuanto al material, construcción (mano de obra) mantenimiento y operación para evaluar el tiempo de recuperación de la inversión del sistema correspondiente.
10	Revisar las citas mencionadas en la introducción.	9	Se corrigen las referencias bibliográficas.