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: Proyecto Mecánico

Versión: Primavera

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: 26/05/2023

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 (hospitales y clínicas, 2020).

Por otro lado, Julia Carabias, (2007) en su libro" Agua, medio ambiente y sociedad hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México 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.

En este mismo sentido, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua del Gobierno de México en una de sus publicaciones digitales titulada "Reflexiones para la sustentabilidad hídrica visión prospectiva del agua en México" menciona que uno de sus retos es garantizar el derecho humano al agua, saneamiento y a un medio ambiente sano, dicho de otra manera, equidad y justicia hídricas y valoración del agua desde la diversidad cultural.

Por otra parte, los datos que aparecen en los mapas de Temperaturas y Lluvia que proporciona la Conagua (2018) indican el volumen de agua de lluvia en las diferentes estaciones del año y en su caso la viabilidad del reciclaje del agua de lluvia. Si además se considera la tendencia del aumento del costo del vital recurso (Gobierno de México, 2016) a través del Sistema de Información de Tarifas de Agua Potable. Dicho panorama índica la premura de la importancia del uso eficiente del vital líquido.

Fig. 1Tubería del desagüe al drenaje del agua de lluvia en central de servicios

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.

Fig 2 espacio para colocar la tubería del 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.” [1]. 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.

En el mismo sentido la organización “Isla urbana” desde el año 2009 [2]. 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.

El Banco Mundial y CONAGUA [3]. Proyectan enormes déficits de agua para el 2030, empeorando gravemente el acceso para millones de personas. Hoy mismo, 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, ¡siendo que esta agua puede ser utilizada! Dicha organización proporciona datos y kits para este fin.

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 [4]. 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.

Otro de los trabajos publicados sobre el tema en la revista mexicana de ciencias agrícolas fue el trabajo titulado “Diseño de sistemas de captación del agua de lluvia: alternativa de abastecimiento hídrico” [5]. Donde generan una metodología de diseño considerando la estimación de la precipitación con una probabilidad 75% de ocurrencia y el dimensionamiento del sistema de almacenamiento, empleando la ecuación de continuidad (Nuria Aidé y colaboradores 2007).

En el hospital Dr. Victoriano de la Fuente Narváez se desea implementar un sistema de captación de agua de lluvia para abastecer agua a los baños del personal y de agua de riego en una zona del hospital definida como sección central de servicios. El objetivo es tener un ahorro económico en el recibo del pago del agua, al disminuir el consumo de agua potable que se usa actualmente. si se aprovechan 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 cantidad de agua de lluvia que se podría captar, (precipitación pluvial anual CONAGUA 2007 a 2022) lo que permitió considerar la viabilidad del proyecto, con un abastecimiento de agua de 5 a 7meses. Circunstancia que dio origen al presente trabajo.

3. Justificación

En la ciudad de México al menos 250 mil personas viven sin conexión a la red de agua, y millones más tienen un servicio intermitente. Por otro lado, en temporada de lluvias en la Ciudad de México caen en promedio 733.8 milímetros de agua que provoca grandes inundaciones debidas a la saturación de los drenajes por el exceso de agua. Aunado a esto, está la extracción sin medida del agua del subsuelo impidiendo su recarga natural. Como parte de la estrategia de solución de dichos problemas, organismos gubernamentales como la CONAGUA se han dado a la tarea de promover la captación de agua de lluvia fundamentalmente a nivel doméstico. En este sentido, el presente trabajo formula las bases a otro nivel no solo por la capacidad de agua que se desea capturar, 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 sanitarias y de riego de la central de servicios del hospital de traumatología, ortopedia y rehabilitación “Dr. Victoriano de la fuente Narváez.

Evaluación económica del sistema hidráulico-neumático de captación, distribución y adaptación del agua de lluvia que se usara en las instalaciones sanitarias y de riego de la

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

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

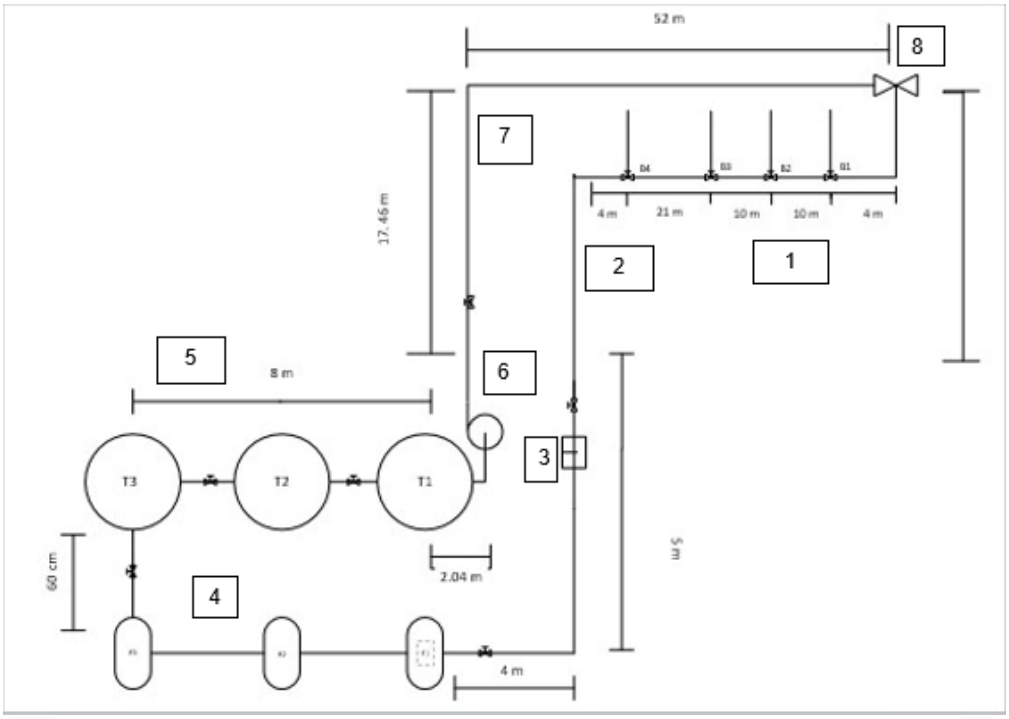

Fig. 4 diagrama esquemático del diseño de captación pluvial

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, carbono 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.

	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, así como 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] 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

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

[3] 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

[4] 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

[5] Nuria Aide López-Hernández,Oscar Luis Palacios-Vélez, Manuel Anaya-Garduño Jesús Chávez-Morales Juan Enrique Rubiños-Panta, Mauricio García-Carrillo.2007. Diseño de sistemas de captación del agua de lluvia: alternativa de abastecimiento hídrico. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas vol.8 no.6 Texcoco ago./sep. 2017

[6] 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 2007 México

[7] Pedrozo Acuña Adrián (2023). Reflexiones para la sustentabilidad hídrica Visión prospectiva del agua en México. Instituto de Tecnología del agua Gobierno del estado de México. ISBN: 978- 607-8629-35-0 (Colección Divulgación) ISBN: 978-607-8629-22-0 (obra digital).

[8] Catálogo de Datos Abiertos del Gobierno de la República. De precipitación diaria. https://datos.gob.mx/

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.