



**UNAH**  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE HONDURAS



**DIE**

DIRECCIÓN DE  
**INNOVACIÓN**  
EDUCATIVA

# Proyecto de innovación educativa 2023

Potenciando el Aprendizaje de los Estudiantes  
de Ingeniería Civil mediante la  
Implementación de los Softwares EPANET y  
SEWERCAD

# Proyecto de innovación:

## Potenciando el Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería Civil mediante la Implementación de los Softwares EPANET y SEWERCAD

---

### Ejecutado por:

Yolanda Lizeth Fletes Ramos  
Abner Said Rodríguez Lacayo  
Marvin Ovidio Grádiz Cáceres

yolanda.ramos@unah.edu.hn  
abner.rodriguez@unah.edu.hn  
marvingradiz@unah.edu.hn

### Agradecimiento especial:

Keidy Ramírez, estudiante de ingeniería civil, por ser la tutora del curso MSc. Junior Reyes, jefe del departamento de ingeniería civil, por su gestión para la plaza de estudiante tutora  
Edwin Martínez Lezama, estudiante de ingeniería civil, por su apoyo en adecuar la sala de cómputo

Carrera de ingeniería civil,  
Facultad de ingeniería  
Universidad Nacional Autónoma de Honduras

# Índice

Datos generales	_____	<b>01</b>
Resumen	_____	<b>02</b>
Introducción	_____	<b>03</b>
Desarrollo	_____	<b>04</b>
Resultados y/o hallazgos	_____	<b>05</b>
Conclusiones	_____	<b>06</b>
Referencias	_____	<b>07</b>
Anexos	_____	<b>08</b>

# DATOS GENERALES

1.1 Nombre del proyecto	"Potenciando el Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería Civil mediante la Implementación de los Softwares EPANET y SEWERCAD."
1.2 Modalidad de participación	Individual: ___ Grupal (2 a 3): X_
1.3 Miembros:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yolanda Lizeth Fletes Ramos (Coordinadora)</li><li>• Abner Said Rodríguez Lacayo</li><li>• Marvin Ovidio Grádiz Cáceres</li></ul>
1.4 Centro regional	Ciudad universitaria
1.5 Facultad, Escuela y Departamento académico:	Facultad de Ingeniería; Departamento de Ingeniería Civil
1.6. Asignatura(s), disciplina o área del conocimiento a la que está dirigido el trabajo:	Ingeniería Sanitaria I, Ingeniería Sanitaria II
1.7. Eje temático en el que se enmarca su trabajo:	Innovación tecnológica: X_
1.8 Línea temática en el que se enmarca su trabajo:	Aplicación de softwares
1.9 Fecha de inicio del trabajo (proyecto) realizado:	Mayo 2023
1.10. Fecha de finalización del trabajo (proyecto) realizado:	Agosto 2023

# RESUMEN

## "Potenciando el Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería Civil mediante la Implementación de los Softwares EPANET y SEWERCAD."

Fletes Y., Rodríguez A., Grádiz M.

El proyecto "Potenciando el Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería Civil mediante la Implementación de los Softwares EPANET y SEWERCAD" representa un cambio significativo en la enseñanza de las asignaturas de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). La implementación pionera de los softwares EPANET y SEWERCAD permitió a los estudiantes diseñar sistemas de tuberías para abastecimientos de agua potable y sistemas de saneamiento. Los productos obtenidos son guías detalladas de uso y manejo de estos softwares, se habilitó la sala de cómputo de la carrera de ingeniería civil y se actualizaron las programaciones didácticas de los espacios de aprendizaje. Los resultados de una encuesta a los estudiantes mostraron que el 93% considera que la implementación de proyectos usando los softwares EPANET y/o SEWERCAD en las clases de Sanitaria ha potenciado su conocimiento de la ingeniería sanitaria y sus habilidades para la ejecución de proyectos reales de ingeniería, además el 85% de los estudiantes logró ejecutar un proyecto de diseño con el uso de los softwares. Esta innovación tecnológica y pedagógica fortalece las competencias técnicas y digitales de los estudiantes, mejorando su preparación para futuros desafíos en ingeniería civil.

### Palabras Claves:

Ingeniería sanitaria, EPANET, SEWERCAD, Innovación Educativa, Aprendizaje.

# Introducción

La implementación del proyecto que contempla la incorporación del software EPANET en el espacio de aprendizaje de Ingeniería Sanitaria I y SEWERCAD en el espacio de aprendizaje de Ingeniería Sanitaria II de la carrera de ingeniería civil de la UNAH, representa un hito significativo en la búsqueda de mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en estas asignaturas, colmando una brecha que ha persistido debido a una enseñanza y evaluación tradicionalmente teórica en casi todos los espacios de aprendizaje de la carrera de ingeniería civil.

La decisión de llevar a cabo esta innovación surge del reciente rediseño curricular de la carrera de ingeniería civil del 2019 donde se incluyó la ejecución de proyectos como metodología de aprendizaje principal en las ingenierías Sanitarias. Inicialmente, los estudiantes se apoyaban en cursos externos para adquirir las herramientas tecnológicas necesarias, ya que el espacio de aprendizaje no contaba con prácticas computacionales. Sin embargo, se hizo evidente la necesidad de ofrecer cursos y recursos internos en la universidad, porque los estudiantes a menudo enfrentaban dificultades para concluir sus proyectos, requiriendo que se le proporcione a los estudiantes las herramientas tecnológicas adecuadas para el diseño y análisis de sistemas hidráulicos.

La carencia de estas herramientas ha tenido un impacto palpable en la competitividad de los estudiantes en el mercado laboral, donde se valora cada vez más la capacidad de utilizar tecnología para resolver problemas prácticos.

El propósito de esta iniciativa es equipar a los futuros ingenieros civiles con las habilidades necesarias para abordar desafíos reales y complejos en el campo de la ingeniería sanitaria. Al mismo tiempo, busca modernizar el plan de estudios y promover la innovación y la investigación en el ámbito de la ingeniería civil, adaptando la formación académica a las demandas tecnológicas actuales.

# Introducción

Este informe detallará la implementación y los resultados obtenidos durante la ejecución de este proyecto de innovación, destacando la relevancia de la incorporación de los softwares EPANET y SEWERCAD en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, se describirán las estrategias pedagógicas utilizadas, los desafíos superados y las perspectivas a futuro, con el objetivo de establecer una base sólida para la continuidad de estos recursos tecnológicos como parte integral del programa académico de Ingeniería Sanitaria I y II. La implementación de este proyecto representa un paso adelante en la formación de ingenieros civiles altamente capacitados y comprometidos con la aplicación de tecnología en la resolución de problemas sanitarios, contribuyendo al crecimiento y desarrollo del campo de la ingeniería sanitaria en la UNAH.



# Desarrollo del proyecto

## Fundamentación teórica

La fundamentación teórica de esta propuesta se basa en el enfoque pedagógico-didáctico constructivista, que sostiene que el aprendizaje es un proceso activo y significativo en el que el estudiante construye su propio conocimiento a partir de la interacción con el medio y la reflexión sobre su experiencia (Piaget, 1978). El uso de los softwares EPANET y SEWERCAD favorece este enfoque, ya que permite al estudiante experimentar con diferentes escenarios, variables y parámetros, y observar los resultados y las consecuencias de sus decisiones, esto facilita el aprendizaje activo, colaborativo y significativo de los estudiantes. Así, el estudiante puede contrastar sus hipótesis con la realidad, verificar sus conocimientos previos, resolver problemas reales o ficticios, y desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creativo y analítico (Jonassen, 2000). Según Martínez Alzamora (2012), estos softwares proporcionan un entorno integrado para la edición de los datos de entrada a la red, la realización de simulaciones hidráulicas y de la calidad del agua, y la visualización de resultados en una amplia variedad de formatos, al permitirles experimentar con diferentes escenarios, contrastar sus resultados con los datos reales y evaluar el impacto de sus decisiones en el diseño y operación de las redes.

Además, el uso de estos softwares se enmarca en la orientación tecnológica del aprendizaje basado en proyectos (ABP), que consiste en diseñar y ejecutar proyectos que integren los contenidos curriculares con el uso de recursos tecnológicos que faciliten la investigación, la comunicación, la colaboración y la presentación de los productos finales (Thomas, 2000). El ABP promueve el aprendizaje autónomo, cooperativo e interdisciplinario, así como el desarrollo de competencias profesionales y ciudadanas. Los softwares EPANET y SEWERCAD pueden ser utilizados como recursos tecnológicos para el desarrollo de proyectos relacionados con el diseño, la evaluación, la optimización o la gestión de sistemas hidráulicos y sanitarios, que involucren tanto aspectos técnicos como sociales, económicos o ambientales.

Finalmente, el uso de estos softwares responde a las demandas actuales del mercado laboral y a las tendencias globales en materia de hidráulica e ingeniería sanitaria. Según Aquaknow (2019), estos softwares son reconocidos por las ingenierías y constructoras más prestigiosas, y son utilizados para el diseño, análisis y planificación de sistemas de distribución de agua potable y alcantarillado sanitario. Además, estos softwares permiten realizar la optimización de sistemas, calibración de modelos hidráulicos y evaluación del comportamiento del cloro residual en las redes, entre otras aplicaciones. Por tanto, su uso contribuye a la formación integral y actualizada de los ingenieros civiles.

# Desarrollo del proyecto

## Metodología

La implementación de esta solución se llevó a cabo en varias etapas clave:

**1. Identificación de la Necesidad:** El proyecto comenzó con una exhaustiva revisión del plan de estudios de Ingeniería Civil y una evaluación de las demandas del mercado laboral realizada en el reciente rediseño curricular 2019. Esto ayudó a identificar la necesidad de incorporar la ejecución de proyectos de diseño y por ende la necesidad de utilizar software de diseño hidráulico y sanitario en Ingeniería Sanitaria I y II.

**2. Selección de Software y Recursos:** Se eligieron EPANET y SEWERCAD debido a su amplio uso en la industria y su capacidad para abordar una variedad de problemas de ingeniería sanitaria.

**3. Contratación y capacitación de tutora:** En el año 2022, se abrió una plaza de laboratorio y se contrató a una estudiante como tutora especializada en el uso de estos softwares posteriormente se capacitó.

**4. Diseño de Cursos:** Se diseñaron cursos específicos que integran el uso de EPANET y SEWERCAD en proyectos reales o hipotéticos. Estos cursos fomentaron el aprendizaje basado en proyectos y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.



El camino de la UNAH  
hacia una educación  
más tecnológica con la  
implementación  
institucionalizada de  
softwares en ingeniería  
civil

# Desarrollo del proyecto

## Metodología

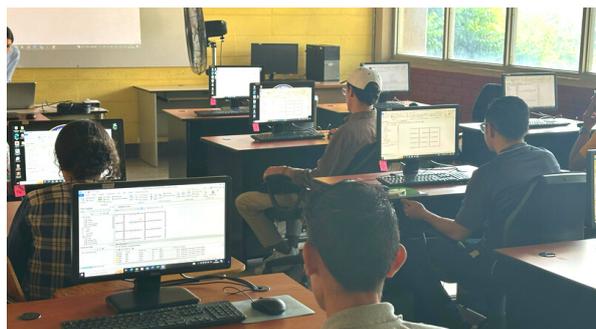
**5. Actualización de la programación didáctica:** Se modificaron las programaciones didácticas para ajustar a metodología basada en proyecto que involucran el uso de los softwares EPANET y SEWERCAD.

**6. Elaboración de materiales didácticos y guías de manejo de los softwares EPANET y SEWERCAD:** Desarrollo de un repositorio digital de videos tutoriales, que sirven como apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje en las ingenierías sanitarias.

**7. Desarrollo de cursos y proyectos:**

Se llevó a cabo los cursos de EPANET y SEWERCAD con los estudiantes de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería sanitaria II en un periodo de 2 semanas con duración de 1 hora diaria. Los estudiantes ejecutaron proyectos usando los softwares durante un mes asistido por el tutor y docente de la clase.

**8. Seguimiento y Evaluación:** Se llevó a cabo una evaluación para medir la efectividad de la implementación. Se recopilaron datos sobre el desempeño de los estudiantes, su satisfacción y la mejora en su capacidad para resolver problemas prácticos, ver anexo 1.



EPANET y  
SEWERCAD abren  
las puertas a la  
innovación de la  
carrera de  
ingeniería civil

# Resultados y/o hallazgos:

## Resultado 1:

**La implementación de los softwares EPANET y SEWERCAD han sido institucionalizados:** La carrera de ingeniería civil cuenta por primera vez con una plaza de estudiante tutor para impartir los cursos de forma permanente, una sala de cómputo que ha sido mejorada con los recursos necesarios y los programas académicos de los espacios de aprendizajes de ingeniería sanitaria I y II han sido actualizados. Es importante mencionar que la metodología de enseñanza históricamente ha sido teórica, y es hasta el año 2022 que se inicia con la ejecución de proyectos de diseño.

## Resultado 3:

**Alto interés y satisfacción de los Estudiantes:** Según la encuesta de evaluación presentada en el anexo 1, un 85% de los estudiantes expresan satisfacción con la implementación del proyecto, lo que indica que el enfoque utilizado para enseñar estos softwares ha sido efectivo en términos de involucrar y satisfacer a los estudiantes.

## Resultado 2:

**Potenciación del Conocimiento y alto Porcentaje de Proyectos Concluidos y Aprobados:** Según la encuesta de evaluación presentada en el anexo 1, un 93% de estudiantes informa que la ejecución de proyectos de diseño de sistemas de agua y sanitarios utilizando estos softwares ha mejorado su comprensión de la ingeniería sanitaria y un 85% de los proyectos finales de diseño relacionados fueron completados y aprobados según los criterios de evaluación establecidos, ver anexo 2. Esto demuestra que los estudiantes adquirieron las habilidades necesarias para aplicar estos softwares en proyectos reales.

**"Este proyecto representa un hito significativo en la integración de tecnología en la educación, inspirando a estudiantes y docentes a abrazar la innovación y afrontar con confianza los desafíos del futuro."**

# Productos obtenidos:



## 1. PLANIFICACIÓN DIDÁCTICA AJUSTADA

Se ha realizado una adaptación de la planificación didáctica para incorporar los cursos de EPANET y SEWERCAD, lo que demuestra la flexibilidad del programa para incluir estas herramientas en el plan de estudios.

## 2. GUÍAS DE USO DE LOS SOFTWARES:

Se han creado guías detalladas de uso y manejo de los softwares EPANET y SEWERCAD, proporcionando a los estudiantes recursos didácticos que facilitan su aprendizaje y aplicación de estas herramientas.

## 3. REPOSITORIO DIGITAL DE RECURSOS

Se ha desarrollado videos tutoriales en Youtube destinados a respaldar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los softwares.

## 4. PROYECTOS DE DISEÑO COMPLETADOS

Los estudiantes han realizado sus proyectos de diseño, generando un total de 20 proyectos de agua potable y 18 proyectos de alcantarillado sanitario, todos respaldados por evidencia del uso de los softwares, ver anexo 2.

## 5. INFORME FINAL DEL PROYECTO

Se ha elaborado un informe final del proyecto que detalla los objetivos, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones.

# Conclusiones

## 01 — Impacto Positivo en el Aprendizaje y Desempeño de los Estudiantes:

Uno de los hallazgos más significativos es que la incorporación de los cursos de EPANET y SEWERCAD ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje y desempeño de los estudiantes en el campo de la ingeniería sanitaria. Esto se refleja en el alto porcentaje de proyectos finales concluidos y aprobados, así como en la percepción de los propios estudiantes de que estos cursos han mejorado su comprensión de la materia. La satisfacción expresada por los estudiantes también es un indicador clave de que la capacitación en el uso de software especializado puede ser altamente efectiva.

## 02 — Necesidad de Recursos Didácticos Claros y Accesibles:

La creación de guías de uso de EPANET y SEWERCAD ha sido un paso importante en la dirección correcta, pero es esencial seguir mejorando los recursos didácticos para respaldar la implementación efectiva de estos softwares. Se recomienda que estas guías se mantengan actualizadas y estén disponibles en formatos accesibles y fáciles de usar. Además, el repositorio digital de recursos educativos (videos tutoriales) debe seguir expandiéndose y organizándose de manera que los estudiantes puedan acceder a información relevante de manera eficiente.

# Conclusiones

## 03 — Sala de Computadoras para un Mayor Alcance:

Un hallazgo destacado es que la mayoría de los encuestados creen que el proyecto habría tenido un mayor alcance si el departamento contara con una sala de computadoras debidamente equipada, esto debido a las altas dificultades que se tuvo al inicio de la implementación por falta de computadoras adecuadas, aspecto que sigue en proceso de mejora. Esto sugiere que la disponibilidad de recursos tecnológicos adecuados puede ser un factor determinante en la efectividad de la capacitación en software. Se recomienda que la institución considere la inversión en una sala de computadoras equipada con las herramientas necesarias para respaldar la enseñanza de ingeniería civil basada en proyectos con uso de tecnología.

# Recomendaciones

Basándonos en los resultados altamente positivos de la implementación de los cursos de EPANET y SEWERCAD en el segundo período de 2023, se recomienda que estos cursos se integren de forma permanente en el programa académico de Ingeniería Sanitaria I y II de la carrera de ingeniería civil de la UNAH. Los logros notables, como el aumento del aprendizaje de los estudiantes, la finalización exitosa de proyectos y la satisfacción general, respaldan la importancia de mantener estos cursos en el plan de estudios.

Para asegurar el éxito continuo de estos cursos, se proponen varias recomendaciones: mejorar la claridad y eficacia de la formación, alinear a los docentes con el contenido del curso, optimizar la duración de las clases prácticas de cómputo, gestionar adecuadamente la carga de trabajo, considerar la provisión de recursos tecnológicos, establecer un sistema de evaluación y retroalimentación continuo, brindar apoyo adicional a estudiantes con dificultades, mantener una comunicación transparente y establecer criterios claros de evaluación. En resumen, la continuidad de estos cursos es esencial para fortalecer la formación en ingeniería sanitaria y asegurar que los estudiantes adquieran habilidades críticas para la disciplina.

**"Innovemos la educación para forjar un futuro brillante."**

# Referencias bibliográficas

- América, Economía Centroamérica (2018). Ingenieros inspirados por el desarrollo. <http://americaeconomia.com/2018/05/25/ingenierosinspirados-por-el-desarrollo>
- Alzamora, F. M., & García-Serra, J. (2012). EPANET: un software libre para simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. *Revista Digital Universitaria*, 13(1), 1-11.
- Arrieta-Patino, E., & Arrieta-Patino, J. (2017). Aprendizaje activo: una estrategia didáctica para mejorar el rendimiento académico en ingeniería civil. *Revista Educación en Ingeniería*, 12(24), 61-72.
- Departamento de Ing civil UNAH. (2019). Diagnóstico de la carrera de ingeniería civil.
- Gómez-García-Bermejo, J., Zangrando, T., & García-Peñalvo, F. J. (2015). TIC aplicadas a la educación superior: experiencias internacionales innovadoras. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 17-34.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Prentice Hall.
- Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas: problema central del desarrollo*. Siglo XXI.
- Martínez-Rodríguez, J., & Sánchez-Montero, J. (2019). El uso del software SewerCAD para el diseño hidráulico del sistema sanitario del municipio San José Pinula. *Revista Científica Multidisciplinaria UMG*, 3(1), 1-10.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.

# ANEXOS



*Ilustración 1: Docentes reunidos para elaborar la propuesta del proyecto de innovación*



*Ilustración 2: Inauguración oficial de la implementación de EPANET en el programa académico de Ingeniería Sanitaria I.*

# ANEXOS

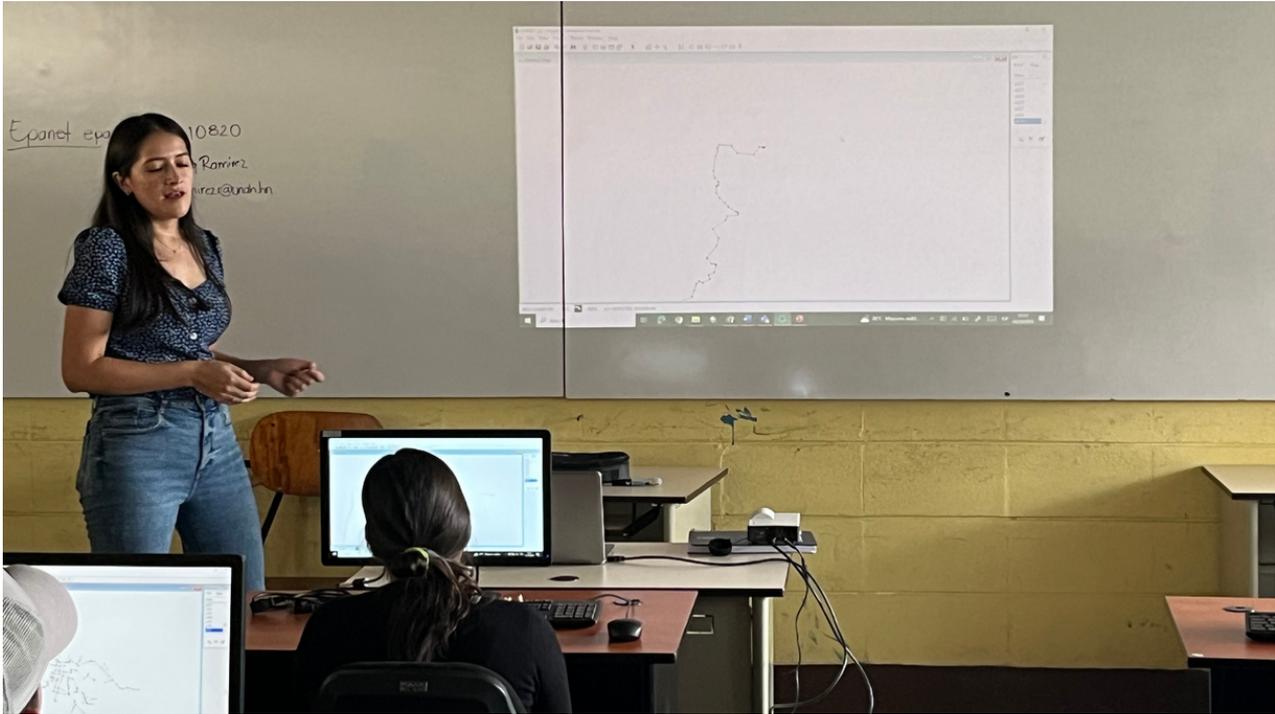


*Ilustración 3: Inauguración oficial de la implementación de SEWERCAD en el programa académico de Ingeniería Sanitaria II.*

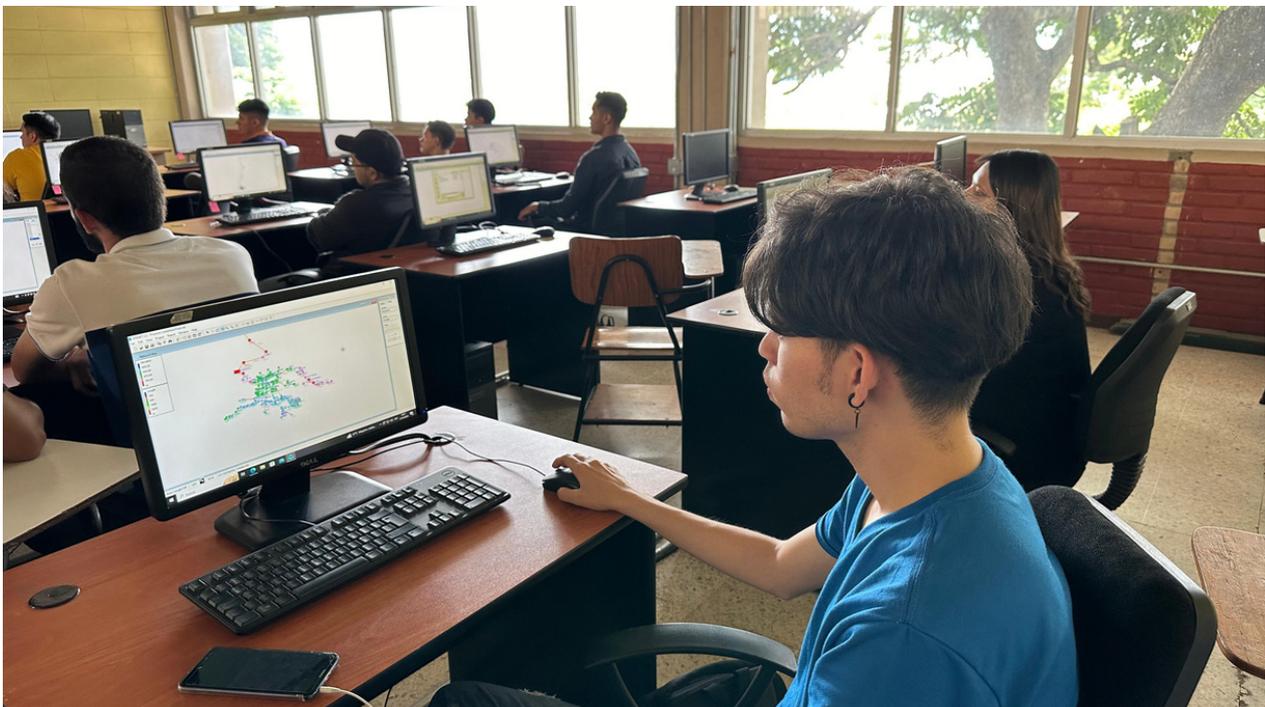


*Ilustración 4: Docente ejecuta una conferencia magistral sobre las ventajas y aplicaciones de EPANET en el diseño de sistemas de agua potable*

# ANEXOS

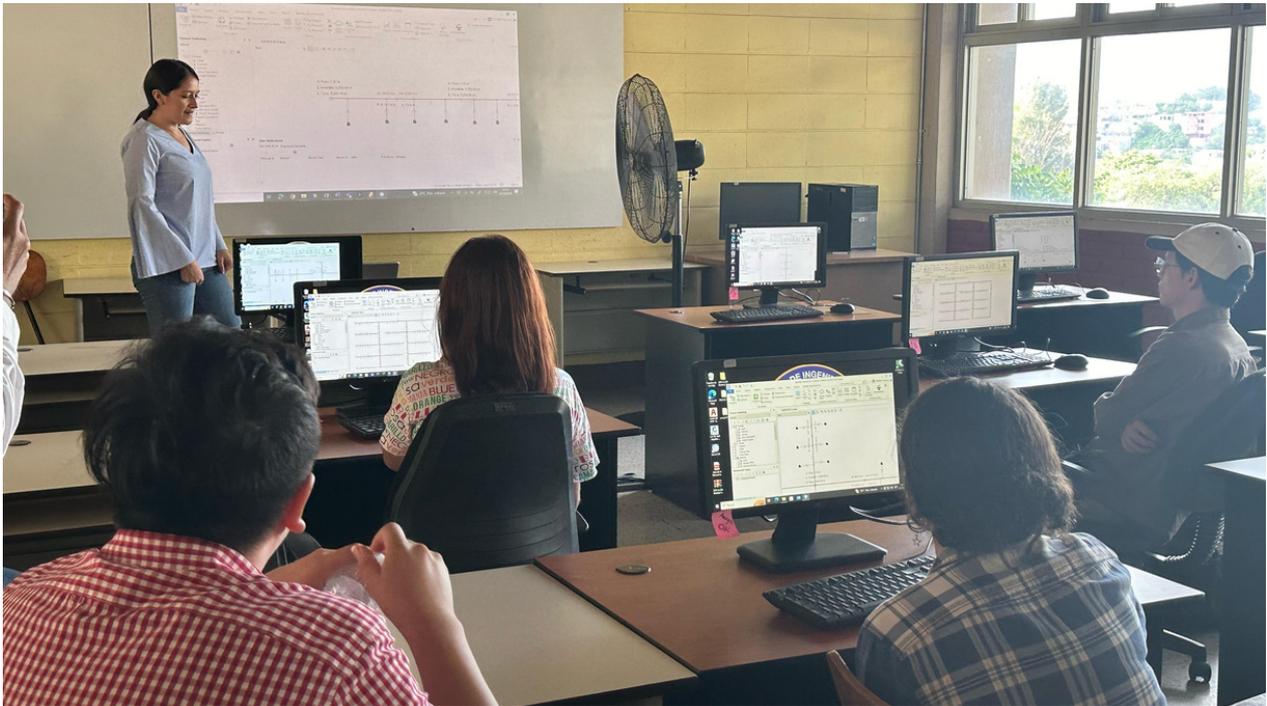


*Ilustración 5: Estudiante tutora de los cursos realiza una explicación del funcionamiento del software EPANET*

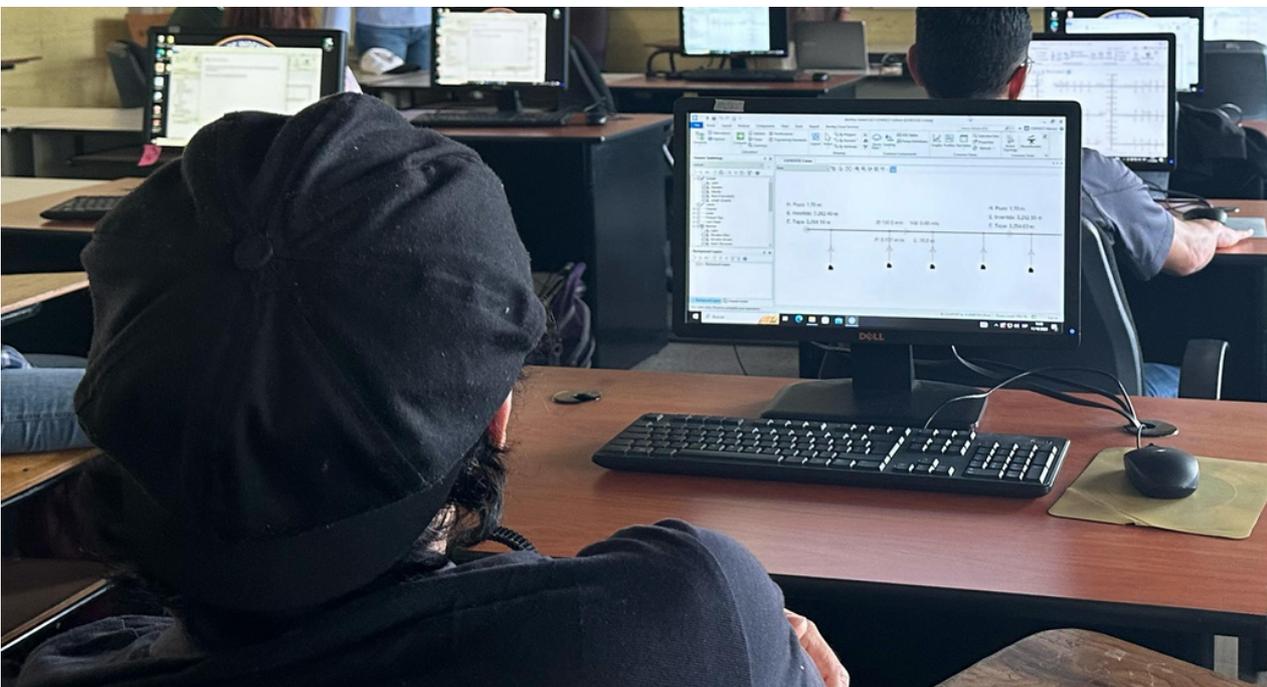


*Ilustración 6: Estudiantes de Ingeniería Civil utilizando el software EPANET durante una sesión práctica en Ingeniería Sanitaria I*

# ANEXOS

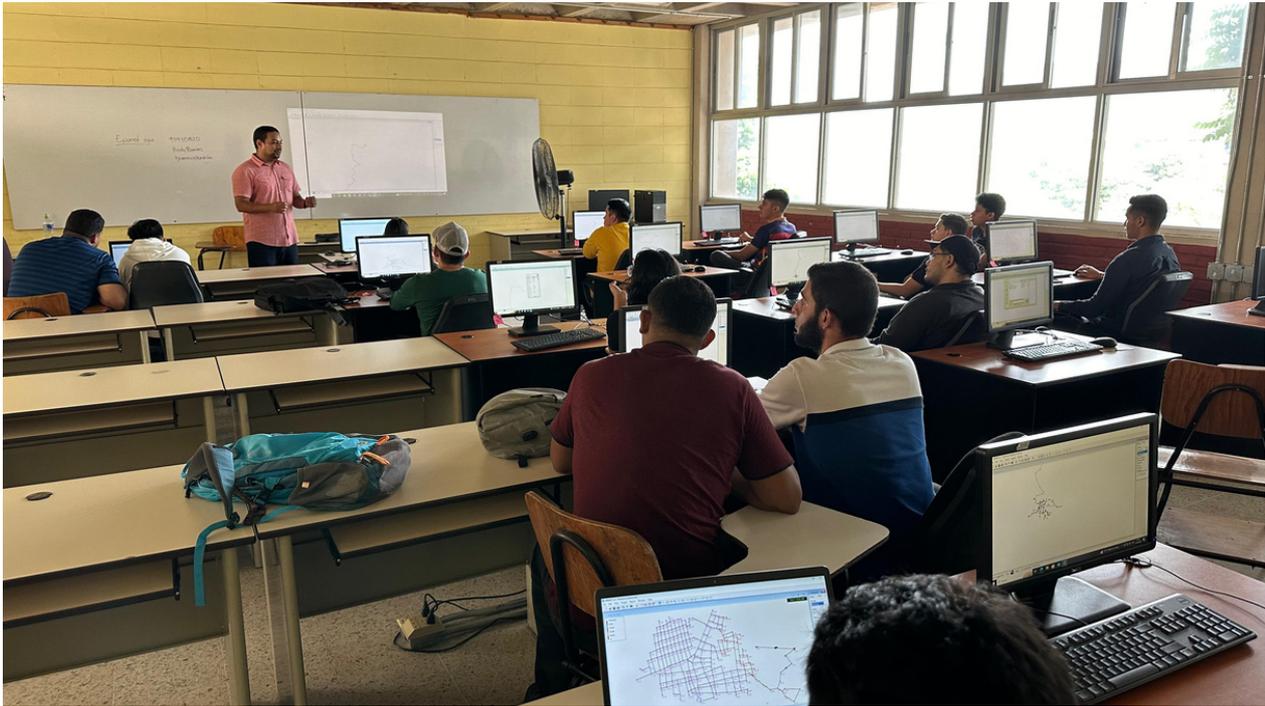


*Ilustración 7: Demostración práctica sobre el funcionamiento de SEWERCAD en una sesión práctica*

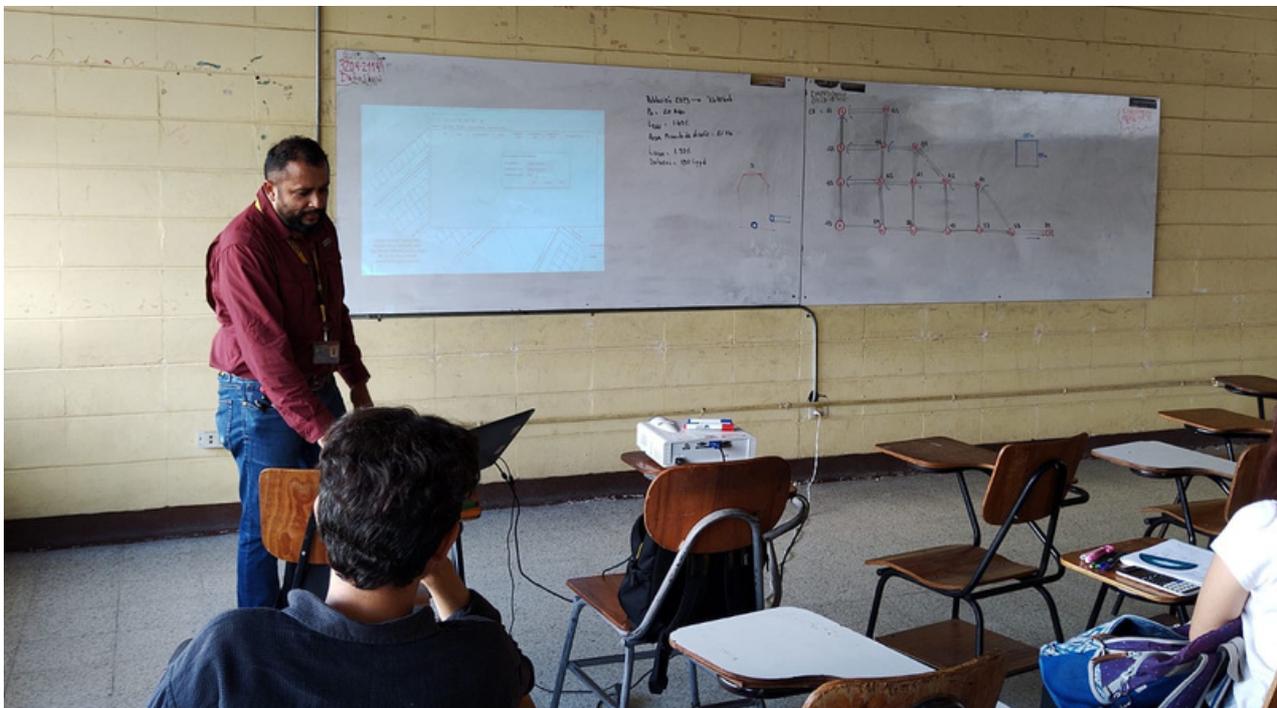


*Ilustración 8: Uso del software SEWERCAD por parte de estudiantes de ingeniería Sanitaria II en una sesión práctica.*

# ANEXOS



*Ilustración 9: Docente de Ingeniería Sanitaria I da seguimiento del proyecto de diseño de agua potable usando EPANET.*

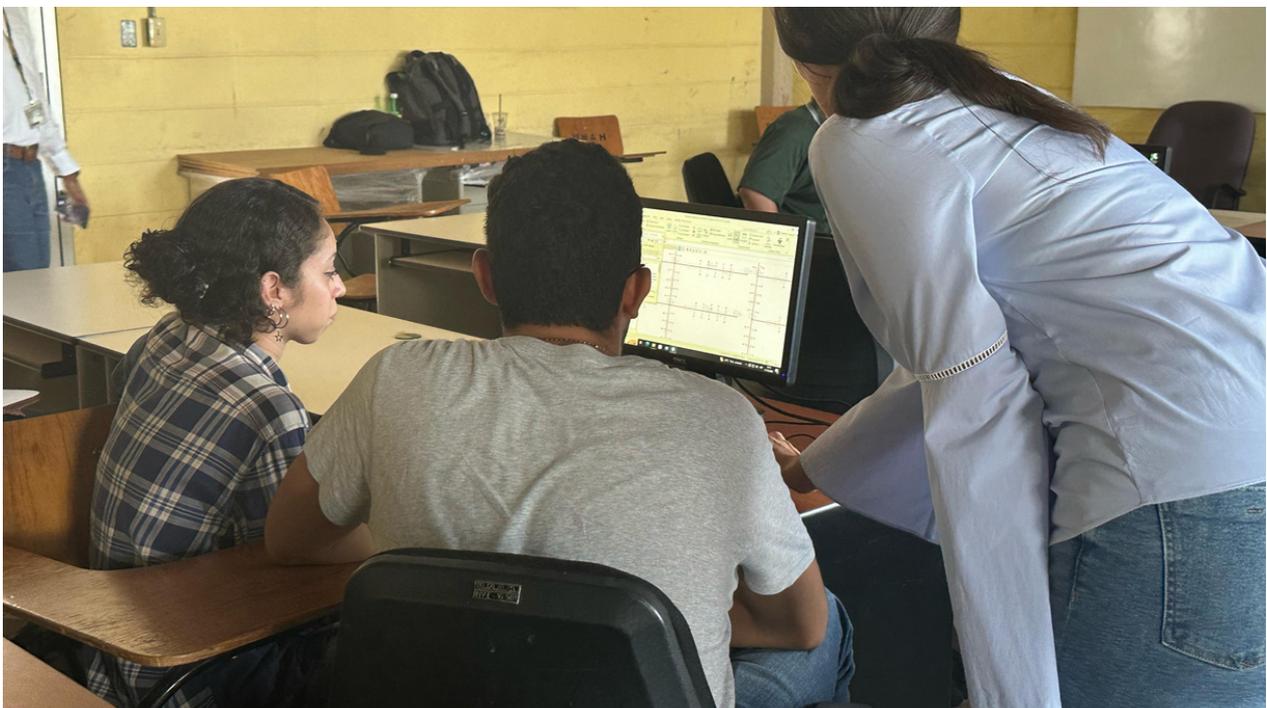


*Ilustración 10: Docente de Ingeniería Sanitaria II da instrucciones del proyecto de diseño de alcantarillado Sanitario usando SEWERCAD.*

# ANEXOS



*Ilustración 11: Preparación de insumos topográficos en CIVIL3D para usar el software SEWERCAD en una sesión de cómputo.*



*Ilustración 12: Tutora y estudiantes trabajando juntos en el proyecto de alcantarillado sanitario con el software SEWERCAD en Ingeniería Sanitaria II*

# ANEXOS



*Ilustración 13: Estudiante de Ingeniería Sanitaria I presentando su proyecto final del diseño de un sistema de agua potable con EPANET.*



*Ilustración 14: Estudiantes de ingeniería Sanitaria II presentando sus proyectos finales de alcantarillado Sanitario diseñados con SEWERCAD.*

# Proyecto de innovación:

## Potenciando el Aprendizaje de los Estudiantes de Ingeniería Civil mediante la Implementación de los Softwares EPANET y SEWERCAD

---

### Ejecutado por:

Yolanda Lizeth Fletes Ramos  
Abner Said Rodríguez Lacayo  
Marvin Ovidio Grádiz Cáceres

yolanda.ramos@unah.edu.hn  
abner.rodriguez@unah.edu.hn  
marvingradiz@unah.edu.hn

### Agradecimiento especial:

Keidy Ramírez, estudiante de ingeniería civil, por ser la tutora del curso MSc. Junior Reyes, jefe del departamento de ingeniería civil, por su gestión para la plaza de estudiante tutora  
Edwin Martínez Lezama, estudiante de ingeniería civil, por su apoyo en adecuar la sala de cómputo

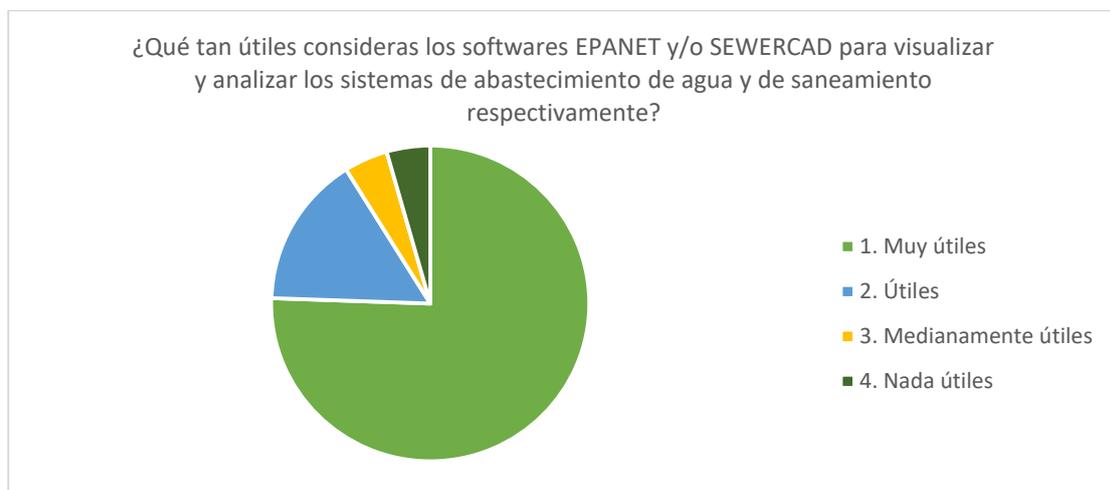
Carrera de ingeniería civil,  
Facultad de ingeniería  
Universidad Nacional Autónoma de Honduras

## ANEXO 1: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS CURSOS EPANET Y SEWERCAD EN LAS CLASES DE INGENIERIA SANITARIA I E INGENIERIA SANITARIA II

### Utilidad de EPANET y SEWERCAD:

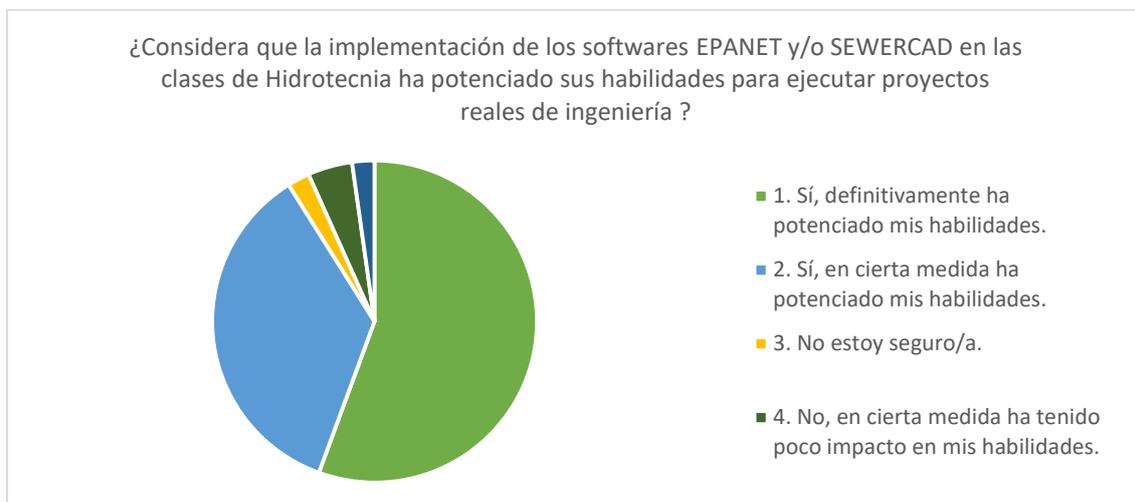
El 91% de los encuestados considera que EPANET y SEWERCAD son útiles y muy útiles para visualizar y analizar sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento. El 91% de los estudiantes consideran que estos programas han potenciado sus habilidades para ejecutar proyectos reales de ingeniería y el 93% considera que ha potenciado su conocimiento de la ingeniería sanitaria.

**Figura 1:** Utilidad de los softwares EPANET y/o SEWERCAD para visualizar y analizar los sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento respectivamente



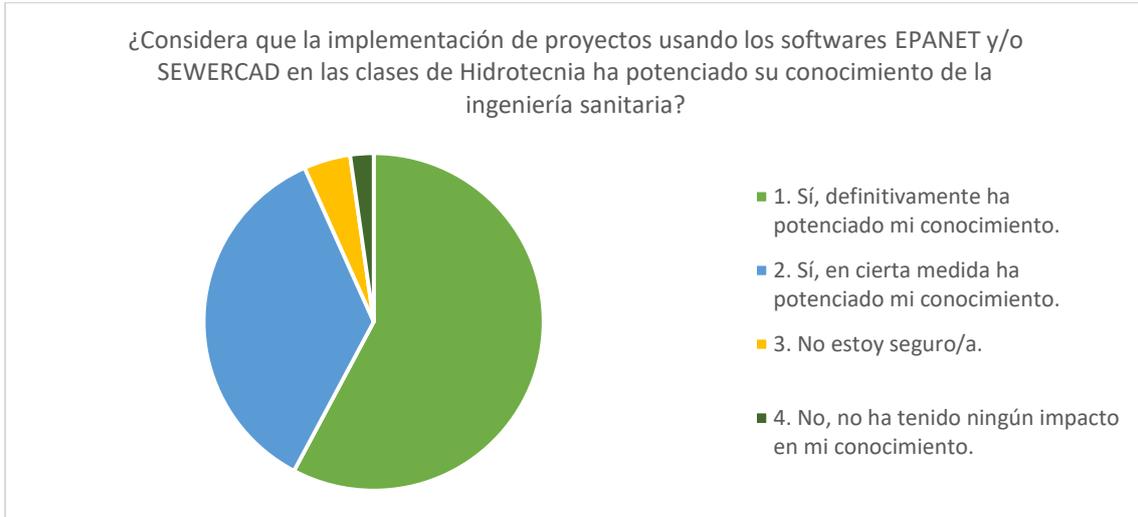
Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

**Figura 2:** Utilidad de los softwares EPANET y/o SEWERCAD para potenciar sus habilidades para ejecutar proyectos reales de ingeniería



Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

**Figura 3:** Utilidad de los softwares EPANET y/o SEWERCAD para potenciar su conocimiento de la ingeniería sanitaria

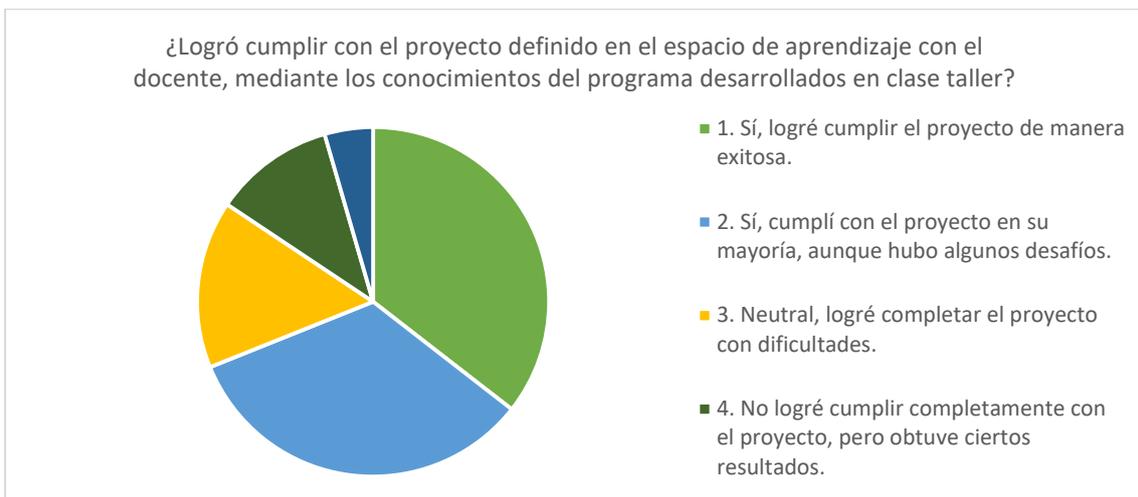


Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

#### Cumplimiento en la ejecución de proyectos:

El 85% de los encuestados lograron cumplir con el proyecto definido en la clase de Ingeniería Sanitaria I y II mediante los conocimientos adquiridos en el curso de EPANET y SEWERCAD.

**Figura 4:** Cumplimiento en el proyecto final de la clase



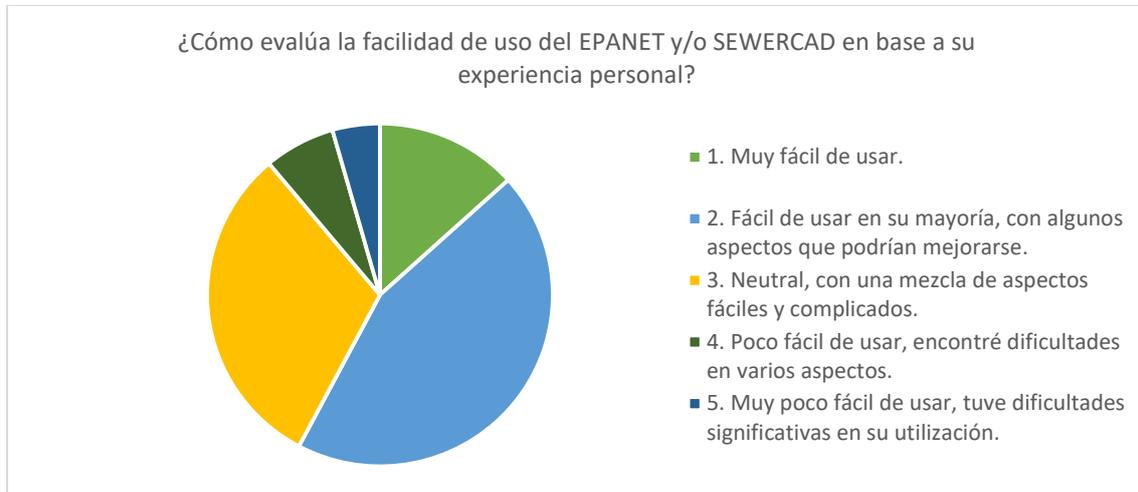
Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

#### Facilidad de Uso:

En general, los estudiantes encuentran que EPANET y SEWERCAD son fáciles de usar, aunque algunos aspectos podrían mejorarse. Además algunos estudiantes han

experimentado limitaciones en la comprensión y uso de los programas. En general el 88% consideran que los software son fáciles de usar.

**Figura 5:** Facilidad de uso del EPANET y/o SEWERCAD

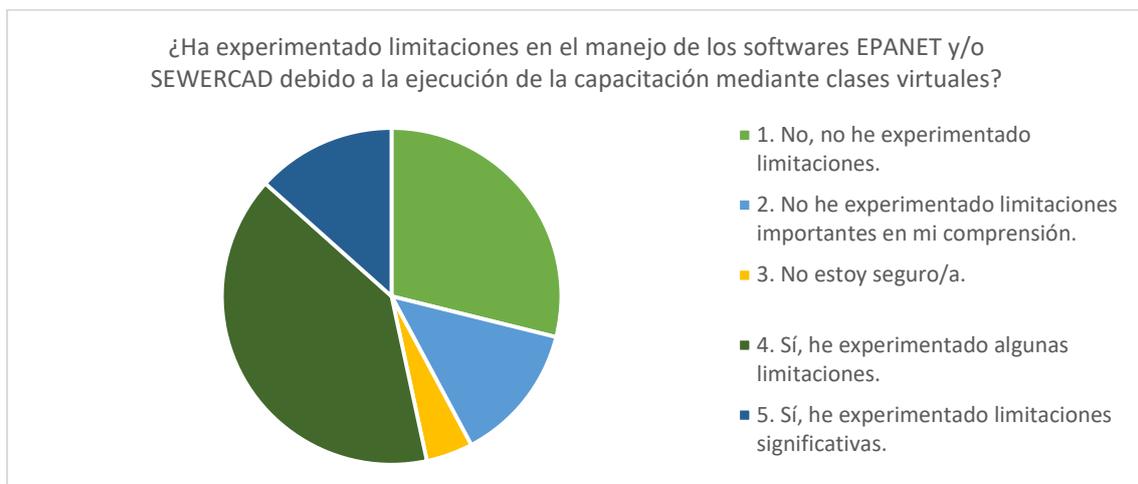


Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

#### Limitaciones experimentadas:

Alrededor de un 53% de los estudiantes han mencionado que han experimentado limitaciones al usar los softwares EPANET y/o SEWERCAD durante sus clases de Hidrotecnia. las limitaciones experimentadas por los estudiantes al usar los softwares EPANET y/o SEWERCAD en clases de Hidrotecnia varían, pero en general, algunos estudiantes han enfrentado desafíos relacionados con la complejidad de las herramientas, problemas técnicos y la necesidad de más tiempo y recursos para un aprendizaje efectivo.

**Figura 6:** Limitaciones en el manejo de los softwares EPANET y/o SEWERCAD debido a la ejecución de la capacitación mediante clases virtuales

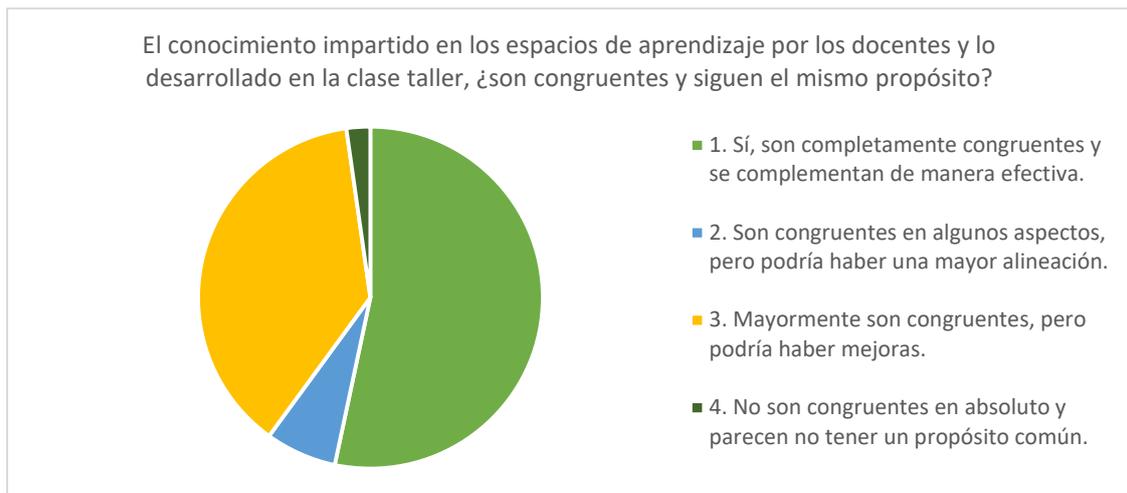


Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

### Congruencia entre Clases y Proyectos:

La mayoría de los estudiantes el 53% considera que el conocimiento impartido por los docentes y lo desarrollado en la clase taller son "completamente congruentes y se complementan de manera efectiva". Esto es un indicio positivo de que los objetivos de aprendizaje están alineados y se están cumpliendo de manera efectiva. Además el 37% opina que "Mayormente son congruentes, pero podría haber mejoras". Esto sugiere que, aunque existe cierta congruencia, aún hay margen para mejorar la alineación entre el conocimiento impartido y lo desarrollado en la clase taller.

**Figura 7:** Congruencia de los cursos (clase taller) con los contenidos de las clases



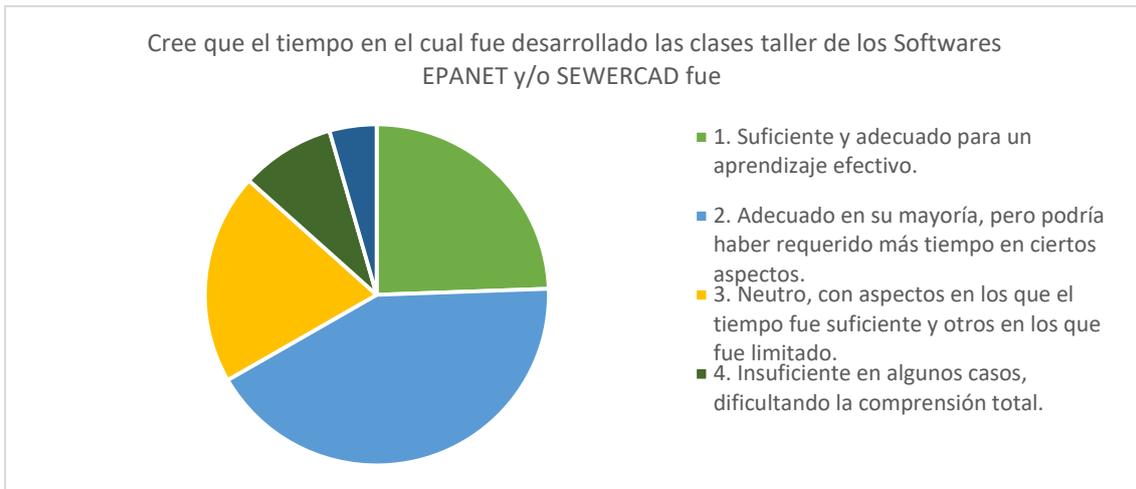
Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

### Tiempo del proyecto de clase y Carga de Trabajo:

La mayoría de los estudiantes el 42% opina que el tiempo fue "adecuado en su mayoría, pero podría haber requerido más tiempo en ciertos aspectos". Esto indica que, en general, el tiempo fue suficiente, pero hubo áreas específicas en las que los estudiantes sintieron que se podría haber profundizado más. Además La mayoría de los estudiantes el 68% considera que la carga de trabajo fue adecuada, pero hay opiniones variadas, con algunos estudiantes deseando una carga menor y otros sintiendo que fue excesiva.

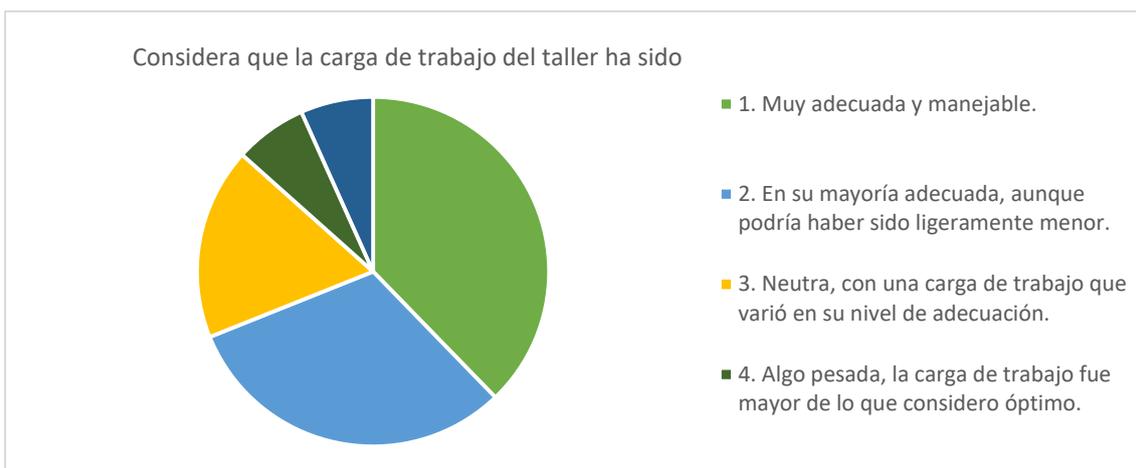
Estas respuestas pueden ser útiles para ajustar la planificación del tiempo en futuras clases o talleres, garantizando que se aborden adecuadamente los temas y se brinde una experiencia de aprendizaje efectiva.

**Figura 8:** El tiempo en el cual fue desarrollado las clases taller de los Softwares EPANET y/o SEWERCAD



Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

**Figura 9:** La carga de trabajo de los cursos EPANET y/o SEWERCAD



Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

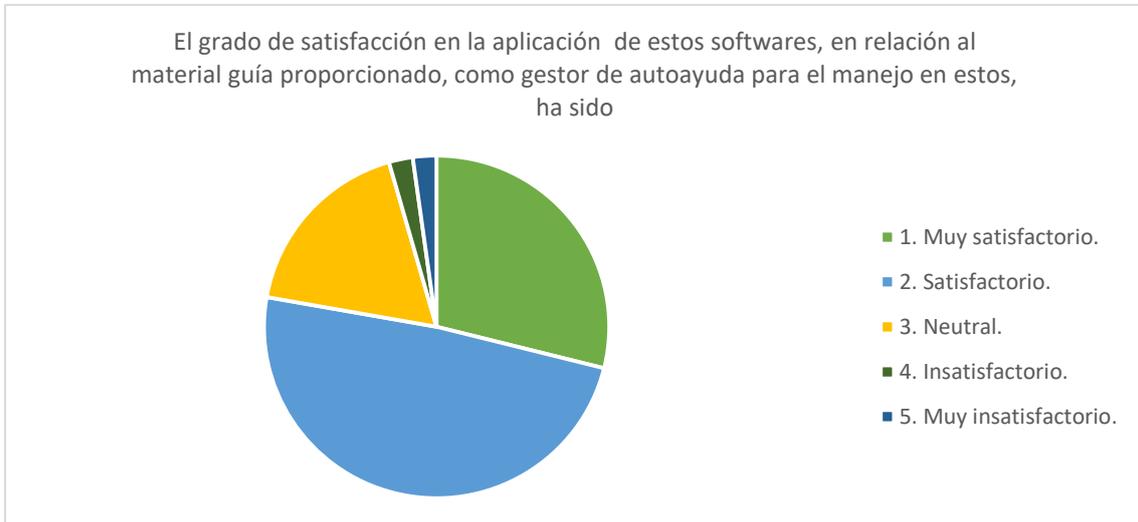
### Satisfacción General:

El 78% calificaron su satisfacción como "Muy satisfactorio" o "Satisfactorio". Esto indica que la mayoría de los estudiantes considera que el material guía proporcionado les ha sido útil y efectivo en el manejo de los softwares.

La mayoría de los estudiantes el 62% consideran que el proceso de capacitación y formación en los softwares ha sido efectivo en su mayoría o muy efectivo y claro. Esto sugiere que el programa de formación han tenido éxito en proporcionar a los estudiantes las habilidades y conocimientos necesarios en relación con los softwares. A pesar de la percepción general positiva, el 31% de los estudiantes expresaron opiniones más neutrales o mencionaron

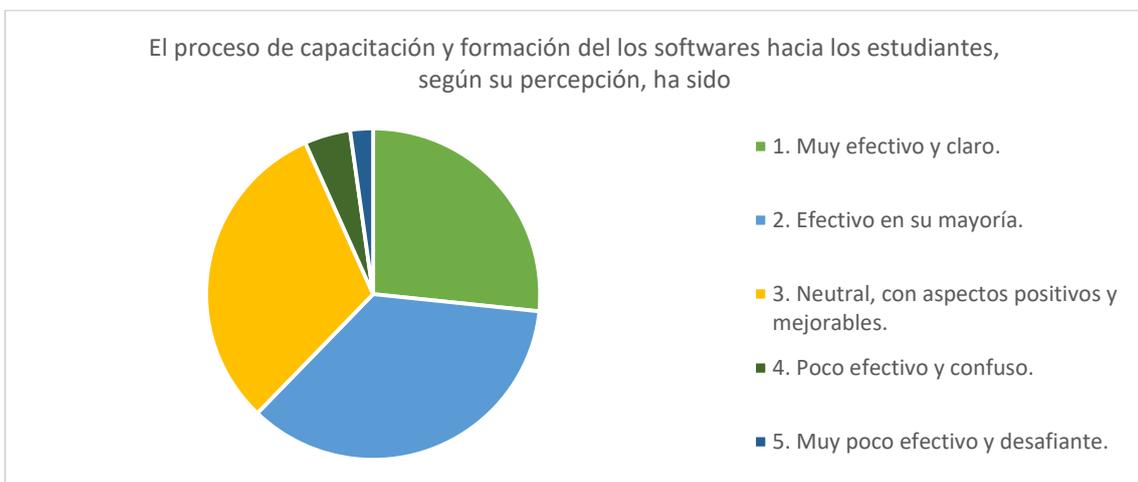
aspectos positivos junto con áreas que podrían mejorarse. Esto indica que aún hay margen para mejorar la calidad de la capacitación y formación. Es importante prestar atención a los comentarios específicos de estos estudiantes para identificar y abordar las deficiencias.

**Figura 10:** El grado de satisfacción en la aplicación de estos softwares, en relación al material guía proporcionado, como gestor de autoayuda para el manejo en estos



Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

**Figura 11:** Efectividad del proceso de capacitación y formación del los softwares hacia los estudiantes

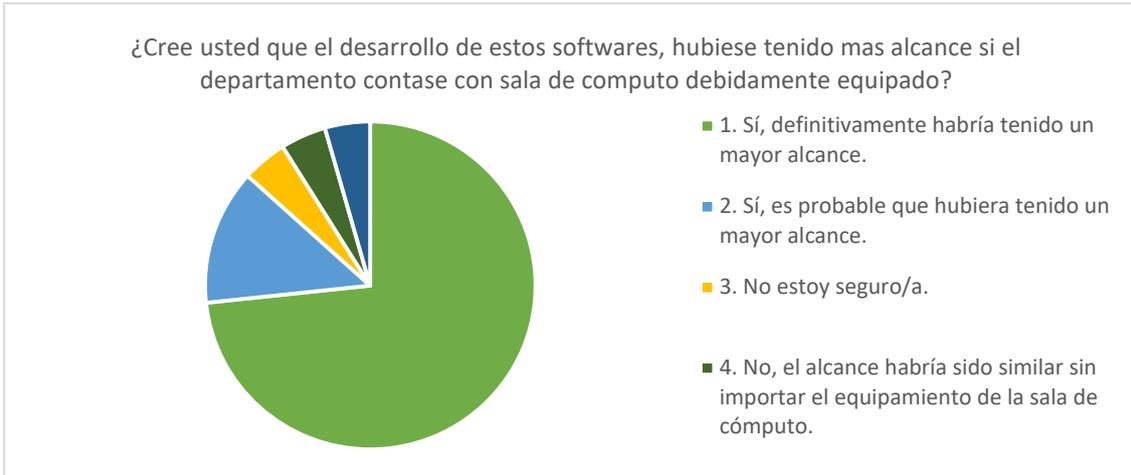


Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

### Equipamiento de la Sala de Cómputo:

La gran mayoría de los estudiantes cree que definitivamente habría habido un mayor alcance si el departamento contara con una sala de computadoras debidamente equipada. Esto indica que la disponibilidad de recursos tecnológicos se considera crucial para ampliar el alcance de la capacitación y formación en estos softwares.

**Figura 12:** Equipamiento de la sala de cómputo.



Nota. Con base a la encuesta aplicada a 45 estudiantes de las clases de Ingeniería Sanitaria I e Ingeniería Sanitaria II en el segundo periodo 2023.

## **ANEXO 2: INSTRUCTIVO PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA AGUA POTABLE**

### **INGENIERÍA SANITARIA I**

#### **OBJETIVO**

Aplicar el software EPANET para diseñar una red de agua potable de un casco urbano de Honduras mayor de 3 km, respetando las normas de diseño de agua potable del SANAA, en cuanto a presiones, velocidades y diámetros, con apoyo del curso brindado por el tutor, en pareja durante 4 semanas en casa.

#### **INDICACIONES:**

- El valor de este trabajo es de 15% puntos
- Se hará una presentación con los resultados
- La longitud equivalente del sistema debe ser mínimo de 3 km
- Se deberá entregar tres archivos: Modelo epanet, power point o otro de presentación oral, y documento pdf de la memoria de cálculo.

#### **PROCEDIMIENTO**

1. Seleccionar un sitio para modelación de agua potable, preferiblemente un pueblo. No importa que ya exista sistema.
2. Buscar una fotografía aérea, datos topográficos o planos del sitio, sobre la cual deberá hacer el trazado de la red.
3. Definir el punto de toma de agua y determinar un caudal (dato que viene de aforo, estación meteorológica, asumido de forma coherente).
4. Obtener las elevaciones apoyándose en google earth o un software de información geográfica (ARCGIS) o las curvas de nivel si existieran.
5. Calcular los caudales de demandas de cada nodo de acuerdo a consumos. (PAG. 10 Normas de diseño, tabla 3.1 de consumos).
6. Ingrese los datos de sus elementos: tuberías, nodos, tanques, bombas, reservorios y válvulas. Considere que el diámetro es su parámetro de elección.
7. Definir un patrón de variación de consumo, tiene un video al respecto.
8. Diseñar en EPANET, respetando las normas de diseño SANAA. (15 m<presiones<60m, 0.6 m/s<velocidades<5 m/s)
9. Correr el programa EPANET.

#### **CONTENIDO DEL INFORME**

- Contenido
- Introducción
- Objetivos.
- Marco teórico. (opcional)
- Generales del sitio. (población, ubicación, áreas, tipo de edificación)
- Dibujo de la red del sistema.
- parámetros de diseño
  - Caudales extraídos.
  - Diámetros utilizados.

- Patrón de consumo utilizado. (factores de consumo mínimo y máximo)
- Elección de bomba.
- Resultados (tablas, gráficas, mapas del epanet)
  - Presiones
  - Velocidades
  - Pérdidas por fricción
  - Diámetros finales

### **RÚBRICA DE EVALUACIÓN**

CRITERIO	NO ACEPTABLE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Los datos son coherentes y están justificados	La imagen no coincide con la red dibujada	La imagen coincide medianamente con la red dibujada	La imagen coincide con la red dibujada
	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos
Los datos son coherentes y están justificados	no hay cálculo de caudales demandados	Hay incoherencias en el calculo de caudales demandados	los caudales demandados se calculan correctamente
	0 puntos	5 puntos	10 puntos
Los datos son coherentes y están justificados	No coinciden las elevaciones con las reales	Hay inconsistencia de las elevaciones con las reales	Los datos de elevaciones coinciden con los reales
	0 puntos	2.5 puntos	5 puntos
Los datos son coherentes y están justificados	no se justifica el SDR	se justifica el SDR pero con inconsistencias	se justifica el SDR utilizado de forma correcta
	0 puntos	5 puntos	10 puntos
Los elementos están bien modelados	Las válvulas son innecesarias y no están bien modeladas.	No se presentan resultados de las válvulas. El uso de las válvulas no está muy bien justificado	Las válvulas utilizadas están bien modeladas, muestra el setting en su documento. La cantidad de válvulas es coherente para el tipo o tamaño del sistema
	0 puntos	3 puntos	5 puntos
Los elementos están bien modelados	El tanque no funciona para el sistema	El tanque funciona bien para el sistema pero no hay cálculo de su volumen.	Los tanques han sido calculados en base a la demanda y coincide con los datos introducidos en el EPANET
	0 puntos	3 puntos	5 puntos
Los elementos están bien modelados (cumple con la normativa)	Las presiones no cumplen los rangos.	Las presiones están en rango mínimo y máximo o están fuera de rango pero de forma justificada. No presentan resultados para condición estática.	Las presiones están en rango mínimo y máximo. Las presiones cumplen para condición estática (Q=0)
	0 puntos	10 puntos	15 puntos
Los elementos están bien modelados (cumple con la normativa)	Los diámetros no son comerciales, ni coherentes. No hay resultados de diámetros.	Los diámetros son coherentes pero pueden hacerse más económicos o no se presentaron resultados de diámetros.	Los diámetros utilizados son los mínimos posibles (diámetros económicos) y coherentes. No hay ensanchamientos y reducciones en tuberías en series. Utilizaron diámetros comerciales en Honduras. Se presenta resultados claros de los diámetros elegidos.
	0 puntos	5 puntos	15 puntos

Los elementos están bien modelados (cumple con la normativa)	Las velocidades del sistema están fuera de rango de la normativa	Se analizaron las velocidades en el sistema, pero no se muestran en el informe o solo algunas velocidades cumplen el rango de la normativa	Las velocidades del sistema están en el rango de la normativa, además se incluyen resultados detallados
	0 puntos	5 puntos	10 puntos
Presentación de los resultados en documento (memoria de cálculo)	El documento es muy superficial	El documento carece de algún dato, cálculo y resultado o la presentación del documento puede mejorarse	El documento está completo, presenta datos, desarrollo y resultados claros
	0 puntos	7 puntos	10 puntos
Presentación de los resultados y defensa del equipo	No presentó	La presentación oral estuvo bien. las diapositivas pueden mejorarse	La presentación oral fue muy técnica. Presentaron los resultados de forma clara.
	0 puntos	8 puntos	10 puntos

# **ANEXO: INSTRUCTIVO DEL PROYECTO DE DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

## **INGENIERÍA SANITARIA II CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

### **OBJETIVO:**

Aplicar el software SEWERCAD para diseñar una red de alcantarillado sanitario de un casco urbano o colonia de Honduras respetando las guías de diseño para alcantarillado sanitario nacionales e internacionales, en cuanto a profundidades, velocidades, porcentaje de calado, y diámetros, con apoyo de los tutoriales del software y explicaciones brindadas por el instructor, de forma grupal durante 4 semanas en casa.

### **INDICACIONES:**

- El trabajo se realizará en el grupo de trabajo de esta clase
- El valor de este trabajo es de 15% puntos de la nota final de Ingeniería Sanitaria II
- Se hará una defensa del proyecto, en la fecha designada en campus virtual.

### **PROCEDIMIENTO**

1. Obtener una topografía que sea aprobada por el docente
2. Elaborar perfiles en civil 3D
3. Dibujar la red en SEWERCAD
4. Ingrese los datos de sus elementos. (elevaciones, diámetros, longitudes, pozos)
5. Defina los criterios de diseño (rangos aceptables según guías)
6. Revise el cumplimiento de todas las variables
7. Obtenga los perfiles
8. Resuma las cantidades de obras: longitud de tuberías, pozos, accesorios para acometidas, excavación y relleno.
9. Presente un documento de diseño que contenga de forma bien explicada el procedimiento y resultados:
  - Portada
  - Contenido o índice
  - Introducción
  - Objetivos.
  - Marco teórico
  - Resumen de los criterios de diseño de alcantarillados convencionales o simplificados considerando la normativa hondureña de alcantarillado.
  - Caudales de diseño (tablas o explicación de valores ingresados)
  - Cálculo hidráulico (ejemplo de cálculos de tramos)
  - Modelación del sistema usando software. (explicación del procedimiento)
  - Perfiles en SEWERCAD
  - Resultados
    - Planos de planta y perfil elaborados en Civil3D de todos los tramos y detalles, presentados en un solo pdf, que debe contener elevaciones de terreno, elevaciones de invertidas, profundidades de pozo, diámetros de tuberías, pendientes, longitudes.

- Resultados de las variables, profundidades de pozos, velocidades, porcentajes de calado, Pérdidas de carga, diámetros finales.
- Entrega de su producto: Usted deberá entregar dos archivos: 1) informe final con planos, 2) archivo del modelo SEWERCAD. Los cuales deberán nombrar nombre1\_nombre2\_alcantarillado\_sanitario.

### **RÚBRICA DE EVALUACIÓN**

CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	NO ACEPTABLE
Caudales de diseño Alcantarillado Sanitario	Los caudales de diseño han sido calculados correctamente	Hay incoherencias en el cálculo de los caudales de diseño.	Los caudales de diseño no han sido calculados correctamente
	10 puntos	5 puntos	0 puntos
Los datos de Elevaciones y longitudes de tuberías son correctos	Los datos de elevaciones y/o longitudes ingresadas a SEWERCAD coinciden con los reales	Hay inconsistencia de las elevaciones y/o longitudes ingresadas a SEWERCAD con las reales	No coinciden las elevaciones y longitudes ingresadas a SEWERCAD con las reales
	5 puntos	2.5 puntos	0 puntos
Los elementos están bien modelados en SEWERCAD (cumple con la normativa)	Las variables de diseño como calados, diámetros, alturas de pozos, velocidades, pendientes están entre el rango mínimo y máximo según normativa.	Algunas de las variables de diseño como calados, diámetros, alturas de pozos, velocidades, pendientes NO están entre el rango mínimo y máximo, pero se justifica. El diseño NO es económico es decir que si cumple la normativa, pero con pozos o diámetros mayores a los necesarios	Las variables de diseño como calados, diámetros, alturas de pozos, velocidades, pendientes no cumplen los rangos.
	35 puntos	25 puntos	15 puntos
Presentación del documento	El documento está completo, presenta datos, desarrollo y resultados claros de las variables en rango	El documento carece de algún dato, cálculo y resultado. o la presentación del documento puede mejorarse	El documento es muy superficial
	10 puntos	7 puntos	5 puntos
Productos entregables completos	El diseño de alcantarillado sanitario realizado en SEWERCAD está completo. Presenta planos y perfiles correctos elaborados en CIVIL3D o AUTOCAD.	El diseño de alcantarillado sanitario realizado en SEWERCAD está completo sanitario carecen de pequeños cálculos. Presenta planos y perfiles con datos o elementos faltantes elaborados en CIVIL3D o AUTOCAD	El diseño de alcantarillado sanitario El diseño de alcantarillado sanitario realizado en SEWERCAD está completo no está completo. No presenta planos elaborados en CIVIL3D o AUTOCAD
	20 puntos	10 puntos	0 puntos

Cantidades de obra	Calcula todas las cantidades de obra de forma correcta con los resultados del diseño del SEWERCAD	Calcula algunos elementos de cantidades de obra o tiene cálculos incorrectos de los resultados del diseño del SEWERCAD	No hay cálculo de cantidades de obra de los resultados del diseño del SEWERCAD
	10 puntos	5 puntos	0 puntos
Defensa del equipo	La presentación oral estuvo bien. Faltó presentar algún resultado, o mejorar el manejo del proyecto y la presentación de las diapositivas.	La presentación oral fue muy técnica. Presentaron los resultados de forma clara. Las diapositivas tienen buena presentación	no presentó
	10 puntos	7 puntos	0 puntos