



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UN MÓDULO DIDÁCTICO
ENTRENAMIENTO DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN
DOMÉSTICA DE AGUA PARA LA CARRERA DE TSE EN LA
ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN

Autores:

Nixon Omar Arévalo Mora
David Alejandro Chango Marcillo

Tutor(a)

Ing. Jonathan Paul Jiménez Gonzales M.Sc.

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica.

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica.

El Carmen, 26/07/2024

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, en calidad de Tutor(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UN MÓDULO DIDÁCTICO ENTRENAMIENTO DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN DOMÉSTICA DE AGUA PARA LA CARRERA DE TSE EN LA ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN ” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

NIXON OMAR ARÉVALO MORA, DAVID ALEJANDRO CHANGO MARCILLO

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.,¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

TUTOR(A)

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSION EL CARMEN**



DECLARACIÓN DE AUTORIA

La responsabilidad del contenido de este Traje de titulación, cuyo tema es Diseño Y Construcción Un Módulo Didáctico Entrenamiento De Instalaciones De Distribución Doméstica De Agua Para La Carrera De Tse En La Uleam Extensión El Carmen, corresponde exclusivamente a los señores: **Nixon Omar Arévalo Mora** con cedula **2351084096**, **David Alejandro Chango Marcillo** con cedula **1314771476** y los derechos patrimoniales de la misma corresponde a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

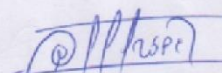
Nixon Omar Arévalo Mora
2351084096

David Alejandro Chango Marcillo
1314771476

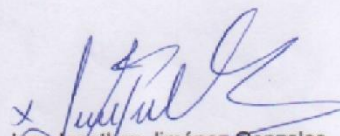
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO ENTRENAMIENTO EN INSTALACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DOMESTICA DE AGUA, Cuyo diseño es del señor: Chango Marcillo David Alejandro y Arévalo Mora Nixon Omar, Estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica y como Tutor de Trabajo de Titulación al Ing. Jonathan Paul Jiménez Gonzales Msc.

Para constancia firman.



Presidente de tribunal



Ing. Jonathan Jiménez Gonzales
Docente tutor



Primer miembro del tribunal



Segundo miembro del tribunal

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

NIXON OMAR ARÉVALO MORA, DAVID ALEJANDRO CHANGO MARCILLO

Estudiante(s) de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UN MÓDULO DIDÁCTICO ENTRENAMIENTO DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN DOMÉSTICA DE AGUA PARA LA CARRERA DE TSE EN LA ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN”, previa a la obtención del Título de *Digite el título.*, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

NIXON OMAR ARÉVALO MORA

DAVID ALEJANDRO CHANGO MARCILLO



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UN MÓDULO DIDÁCTICO ENTRENAMIENTO DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN DOMÉSTICA DE AGUA PARA LA CARRERA DE TSE EN LA ULEAM EXTENSIÓN EL CARMEN” de su(s) autor(es): NIXON OMAR ARÉVALO MORA, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la Carrera “**Tecnología Superior en Electromecánica**”, y como Tutor(a) del Trabajo el/la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Dr Temisclotes Bravo Tuarez,Mg
referencia.

DECANO(A)

¡Error! No se encuentra el origen de la

TUTOR(A)

PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Cisne Llano
SECRETARIA(O)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis por su invaluable apoyo y orientación continua durante todo el proceso de desarrollo de este trabajo. Asimismo, agradezco a mi compañero de proyecto de titulación por su valiosa colaboración en el éxito de esta investigación. Además, deseo manifestar mi sincera gratitud a mis padres por su constante respaldo y apoyo a lo largo de esta etapa de mi vida académica.

Nixon Arévalo

David Chango

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mi familia, especialmente a mis padres, quienes me han brindado amor, motivación y apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria profesional. También quiero dedicar este logro a todas las personas que han confiado en mí y han sido fundamentales en mi vida, las cuales me han motivado a seguir adelante hacia un futuro profesional exitoso.

Nixon Arévalo

David Chango

RESUMEN

El presente proyecto describe el diseño y construcción de un módulo didáctico para el entrenamiento de instalaciones de distribución doméstica de agua, dirigido a estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica (TSE) en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) Extensión El Carmen. El objetivo principal del módulo es brindar a los estudiantes una experiencia práctica y simulada en la instalación de sistemas de distribución de agua potable en viviendas, permitiéndoles desarrollar las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñarse con éxito en el campo laboral.

El diseño del módulo didáctico se basó en un análisis exhaustivo de los requerimientos curriculares de la carrera de TSE, así como en las necesidades específicas del mercado laboral en el área de instalaciones de agua potable, considerando la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 Capítulo 16 “Norma Hidrosanitaria NHE Agua”; se consideró la incorporación de elementos, equipos y materiales reales utilizados en una red de Distribución Doméstica, permitiendo una experiencia de aprendizaje integral y contextualizada.

El módulo didáctico se construyó en un espacio físico adecuado dentro de las instalaciones de la ULEAM, el sistema se diseñó con una distribución de agua potable simulado en el módulo, incluyendo tuberías, válvulas, grifos, tanque de almacenamiento y otros componentes esenciales.

El módulo didáctico ha sido implementado con éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera de TSE. Los estudiantes demostraron un alto nivel de satisfacción con el módulo, valorando la experiencia práctica y simulada que les permite desarrollar las habilidades y conocimientos necesarios para su futuro profesional.

PALABRAS CLAVE

Módulo Didáctico, instalaciones de agua potable, hidrosanitaria, NEC-11, válvulas

ABSTRACT

This project describes the design and construction of a didactic module for training in domestic water distribution installations, aimed at students of the Technology in Electromechanics (TSE) program at the Laica Eloy Alfaro de Manabí University (ULEAM) El Carmen Extension. The main objective of the module is to provide students with practical and simulated experience in the installation of potable water distribution systems in homes, allowing them to develop the skills and knowledge necessary to perform successfully in the labor market.

The design of the didactic module was based on an exhaustive analysis of the curricular requirements of the TSE program, as well as the specific needs of the labor market in the area of potable water installations, considering the Ecuadorian Construction Standard NEC-11 Chapter 16 "Hydrosanitary Standard NHE Water"; The incorporation of elements, equipment and real materials used in a Domestic Distribution network was considered, allowing a comprehensive and contextualized learning experience.

The didactic module was built in an appropriate physical space within the ULEAM facilities, the system was designed with a simulated potable water distribution in the module, including pipes, valves, faucets, storage tank and other essential components.

The didactic module has been successfully implemented in the teaching-learning process of the TSE program. Students demonstrated a high level of satisfaction with the module, valuing the practical and simulated experience that allows them to develop the skills and knowledge necessary for their professional future.

KEYWORDS

Didactic Module, potable water installations, hydrosanitary, NEC-11, valves

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
RESUMEN	IX
PALABRAS CLAVE	IX
ABSTRACT	X
KEYWORDS	X
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. METODOLOGÍA.....	4
1.4.1. Procedimiento	4
1.4.2. Técnicas	5
1.4.3. Métodos.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. DEFINICIONES	8
2.2. ANTECEDENTES	15
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	16
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	18
3.1. Diseño del Módulo didáctico.....	18
3.1.4. Software de Diseño	22

3.3. Manual del Módulo Didáctico de Entrenamiento en Instalaciones de Distribución de Agua.....	27
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
4.1. CONCLUSIONES.....	31
4.2. RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	36
Pruebas en Vacío (OFF).....	36
Pruebas con Carga (ON)	37
Resultados y Observaciones Finales	38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Sistema de Abastecimiento directo.....	8
Ilustración 2 Sistema de Abastecimiento Indirecto.....	9
Ilustración 3 Perdidas de Energía.....	9
Ilustración 4 Redes de Distribución de Agua.....	10
Ilustración 5 Tubería PCV	19
Ilustración 6 Válvula de Bola.....	20
Ilustración 7 Válvula de Regulación.....	21
Ilustración 8 Simulación en FluidSIM.....	23
Ilustración 9 Simulación en SoliWorks.....	24
Ilustración 10 Base del Módulo.....	25
Ilustración 11 Manómetro	26
Ilustración 12 Instalación de la Estructura.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Caudales instantáneos, mínimos y presiones de aparatos sanitarios.	11
Tabla 2 Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba	13
Tabla 3 Temperaturas y consumos de agua en aparatos sanitarios	14
Tabla 4 Perdidas de carga por Fricción.....	22
Table 5 Costos del módulo didáctico.....	30

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable es esencial para la vida cotidiana, y su distribución eficiente es fundamental para garantizar la calidad de vida de las personas. En este contexto, el diseño y construcción de un módulo didáctico para el entrenamiento en instalaciones de distribución doméstica de agua, se convierte en una herramienta valiosa para la formación de futuros profesionales en el campo de la Tecnología en Sistemas Eléctricos de la Universidad Laica de Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen.

Las instalaciones hidráulicas son un elemento esencial, desde la distribución de agua potable hasta el sistema de calefacción, estas instalaciones son cruciales para el correcto funcionamiento de cualquier edificación. Permiten el suministro de agua potable y la evacuación de aguas residuales en un edificio, incluyendo tuberías, grifos, tanques de almacenamiento, bombas de agua y sistemas de drenaje. Una instalación hidráulica bien diseñada y mantenida contribuye a la eficiencia energética y a la reducción de costos de agua. En el ámbito profesional, los electromecánicos son los encargados de diseñar, instalar, mantener y reparar estos sistemas de distribución de agua. Su trabajo es fundamental para garantizar la seguridad, eficiencia y calidad del agua potable que llega a los hogares y establecimientos. (Tecnológica, s.f.)

Este módulo didáctico tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de los principios y prácticas relacionados con las instalaciones de distribución de agua en entornos residenciales. A través de actividades prácticas y simulaciones, los estudiantes podrán adquirir habilidades en el diseño, montaje, mantenimiento y diagnóstico de sistemas de distribución de agua.

1.1. PROBLEMA

Actualmente en la carrera Tecnológica en Electromecánica de la Universidad Laica de Eloy Alfaro de Manabí extensión El Carmen al ser carrera recién implementada no cuenta con Laboratorio de Mecánica de Fluidos y sistemas que permitan simular y experimentar, específicamente con instalaciones de distribución de agua para viviendas, esto ocasiona que los estudiantes carecen de un entorno realista para aplicar conocimientos teóricos adquiridos en el aula.

Las instalaciones reales de distribución de agua son complejas y costosas para fines de entrenamiento. Además, los estudiantes tienen dificultades para encontrar oportunidades para practicar en entornos reales. Se necesitan métodos de entrenamiento innovadores, accesibles, asequibles y seguros, como los módulos didácticos para poner en práctica lo adquirido en la parte teórica.

La falta de experiencia práctica en instalaciones hidrosanitarias, regidas por la NEC-11 Capítulo 16, limita las oportunidades laborales de los técnicos superiores en diseño de una red hidrosanitaria NHE Agua, afectando su empleabilidad y desarrollo profesional.

Los módulos didácticos para la enseñanza de sistemas de distribución de agua domésticos se perfilan como herramientas pedagógicas innovadoras que posibilitan una simulación segura, accesible y efectiva de estos sistemas. Esta simulación permite a los estudiantes desarrollar sus habilidades prácticas tanto de forma individual como colaborativa, promoviendo un aprendizaje activo y experiencial que facilita la comprensión profunda de los conceptos relacionados con estos sistemas.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un módulo didáctico en la carrera de electromecánica es crucial para enriquecer la formación académica de los estudiantes. Al tener de un sistema de simulación y experimentación en instalaciones de distribución de viviendas, los alumnos podrán aplicar de manera práctica los conocimientos teóricos adquiridos.

La normativa NEC-11, es fundamental para superar las deficiencias en la formación práctica de los estudiantes de TSE, prepararlos adecuadamente para el mercado laboral, garantizar la calidad de las instalaciones hidrosanitarias y fortalecer la carrera de TSE en la ULEAM Extensión El Carmen.

Los electromecánicos son los profesionales responsables del diseño, instalación, mantenimiento y reparación de sistemas de distribución de agua doméstica. Su trabajo es fundamental para garantizar la seguridad y calidad del agua potable. La demanda de electromecánicos calificados es alta y sigue en aumento.

Un módulo didáctico bien diseñado permitiría a los estudiantes familiarizarse con las últimas tecnologías utilizadas en instalaciones de distribución, como sistemas de automatización, sensores inteligentes y controladores.

Investigar y desarrollar un sistema que simule instalaciones de distribución de agua contribuirá al conocimiento existente en este campo. Además, al ser una carrera nueva, esta iniciativa podría ser pionera en la investigación aplicada en el área de formación técnica.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar y construir un módulo didáctico entrenamiento de instalaciones de distribución domestica de agua para la carrera de TSE en ULEAM Extensión el Carmen.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar el módulo didáctico entrenamiento de instalaciones de distribución domestica de agua según la NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE Agua.
- Construir el módulo didáctico entrenamiento de instalaciones de distribución domestica de agua ensamblando los elementos de acuerdo con el diseño.
- Elaborar un manual de guías de uso y mantenimiento del equipo.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

Se construirá un módulo didáctico que simule una instalación doméstica de agua, permitiendo a los estudiantes experimentar con diferentes escenarios y problemas comunes, siguiendo los lineamientos establecidos en la NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE Agua.

El diseño se centrará en tres aspectos fundamentales:

- La Funcionalidad del módulo debe replicar fielmente el funcionamiento de una instalación doméstica real, incluyendo todos los componentes y sistemas necesarios para el suministro y distribución de agua potable.
- La seguridad de los estudiantes es primordial, el diseño debe considerar medidas de seguridad adecuadas para evitar cualquier tipo de riesgo durante su uso.
- El módulo debe ser adaptable a diferentes situaciones de aprendizaje, permitiendo la simulación de diversos escenarios y la aplicación de diferentes técnicas de enseñanza.

La selección de materiales para el módulo se hará con especial atención a la durabilidad y la similitud con los materiales utilizados en instalaciones reales. Esto garantizará que los estudiantes obtengan una experiencia práctica valiosa que puedan aplicar en situaciones del mundo real.

Durante la construcción del módulo, implementaremos pruebas para asegurar que cada componente funcione correctamente y que el módulo sea seguro para su uso educativo. Cada prueba será una oportunidad para ajustar y mejorar el diseño.

Una vez construido el módulo, se desarrollará un manual detallado que guiará a los estudiantes a través del uso y mantenimiento del sistema. El manual incluirá instrucciones claras, diagramas ilustrativos y recomendaciones de seguridad para garantizar una experiencia de aprendizaje segura y efectiva.

La construcción de un módulo didáctico de instalaciones hidrosanitarias que siga los lineamientos de la norma NEC-11 proporcionará a los estudiantes una experiencia de aprendizaje valiosa y relevante para su futuro profesional. El módulo permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas, comprender los principios teóricos y aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales.

1.4.2. Técnicas

Ensamblaje Modular

El ensamblaje modular implica la creación de componentes que pueden ser fácilmente ensamblados y desmontados. Esto es útil para fines educativos, ya que permite a los estudiantes interactuar con el sistema y comprender cómo se conectan las diferentes partes. Según (Mikkola, 2016), el ensamblaje modular facilita el aprendizaje y la adaptabilidad en entornos educativos. En nuestro módulo, implementamos un diseño modular para que los estudiantes puedan practicar el montaje y desmontaje de las instalaciones.

Para la construcción del módulo se considera:

- Sistema de perfiles y conectores: Se basa en la utilización de perfiles metálicos o de PVC que se unen mediante conectores estandarizados. Es una técnica versátil y adaptable.
- Módulo diseñado ergonómicamente que debe adaptarse a la antropometría de los estudiantes, garantizando una postura cómoda y segura durante el entrenamiento.
- Selección de materiales: Deben ser resistentes, duraderos, seguros y adecuados para el entorno de aprendizaje.
- Accesibilidad: El diseño debe considerar las necesidades de estudiantes, y debe accederse a todo los elementos del sistema diseñado.
- Calidad y seguridad: Es fundamental garantizar el cumplimiento de las normas de calidad y seguridad durante el diseño, fabricación y ensamblaje del módulo didáctico.

Pruebas de Funcionamiento

Realizar pruebas es esencial para garantizar que el producto cumpla con los requisitos establecidos. Como indica indica (International., 2018), las pruebas de funcionamiento verifican que todos los componentes operen correctamente bajo condiciones esperadas. En nuestro módulo didáctico, llevamos a cabo pruebas de funcionamiento para asegurar que cada aspecto del sistema funcionara como se esperaba y fuera seguro para su uso educativo.

Las pruebas de funcionamiento se dividirán en dos etapas:

1. Pruebas de subsistemas:

En esta etapa, se evaluarán individualmente cada uno de los subsistemas que componen el módulo didáctico, incluyendo:

- Suministro de agua: Se verificará la presión, caudal y calidad del agua suministrada al módulo.
- Red de tuberías: Se comprobará la estanqueidad, resistencia y correcto ensamblaje de las tuberías.

- Componentes hidráulicos: Se evaluará el funcionamiento de válvulas, manómetros, medidores de caudal y otros elementos hidráulicos.
- Materiales didácticos: Se revisarán los manuales, guías y materiales de apoyo para la capacitación.

2. Pruebas de funcionamiento integral:

En esta etapa, se evaluará el funcionamiento del módulo didáctico en su conjunto, simulando escenarios reales de instalación y operación de sistemas de distribución de agua potable. Se considerarán aspectos como:

- Conexiones y desconexiones: Se verificará la facilidad y seguridad de las conexiones y desconexiones de los diferentes componentes.
- Manejo de presiones: Se evaluará la capacidad del módulo para soportar y gestionar diferentes presiones de agua.
- Detección y resolución de fallas: Se simularán fallas en el sistema y se evaluará la capacidad de los estudiantes para identificarlas y solucionarlas.

1.4.3. Métodos

Método de Investigación-Acción

Este método implica un ciclo iterativo de planificación, acción, observación y reflexión. (Kemmis, S., & McTaggart, R, 1988), argumentan que el método de investigación-acción es efectivo para resolver problemas prácticos y mejorar las prácticas. En nuestro proyecto, utilizamos este método durante la fase de diseño para evaluar continuamente y mejorar el módulo didáctico basándonos en los resultados de las pruebas.

Método de Diseño Centrado en el Usuario (DCU)

El DCU se enfoca en las necesidades y limitaciones de los usuarios finales durante todo el proceso de diseño. Según (Norman, D. A., & Draper, S. W, 1986), el DCU mejora la usabilidad y satisfacción del usuario con el producto final. Aplicamos este método al diseñar el módulo didáctico para asegurarnos de que cumpliera con las especificaciones establecidas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

2.1.1. Sistema de abastecimiento de agua

Podemos recibir el agua de diferentes maneras o sistemas, dependiendo de la fuente de obtención, la presión, las conexiones entre la tubería y la acometida domiciliaria, hay dos tipos: sistema de abastecimiento directo e indirecto

2.1.1.1. Sistema de abastecimiento directo

Ocurre cuando la red pública de acueducto surte directamente la edificación, sin necesidad de equipos auxiliares. (Rodriguez, 2005)

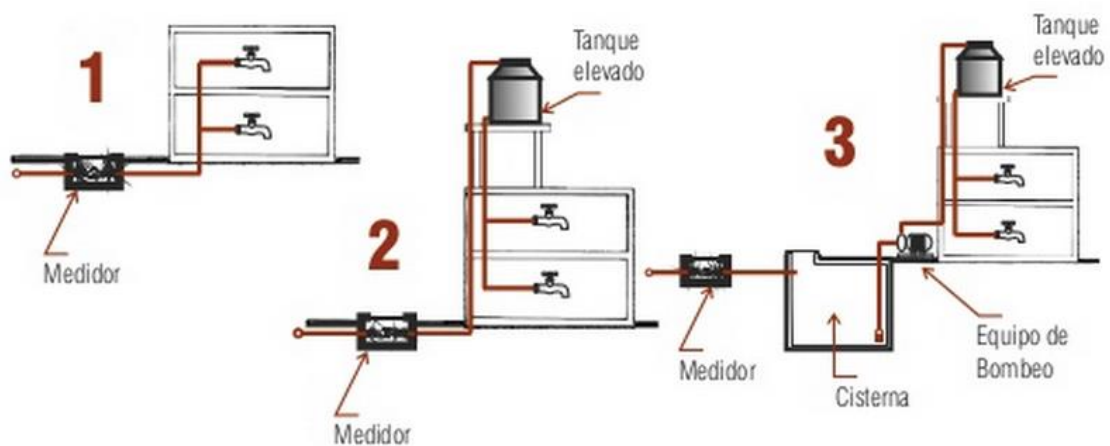


Ilustración 1 Sistema de Abastecimiento directo (Quizizz, s.f.)

2.1.1.2. Sistema de abastecimiento indirecto

Para la utilización de este sistema, el agua debe almacenarse previamente en un tanque de reserva que estará conectada directamente con la acometida de la edificación y mediante una bomba se succionara el agua desde el tanque de reserva hasta el tanque elevado y este se encargara de distribuir el agua mediante gravedad a todo la red interior. (Rodriguez, 2005)

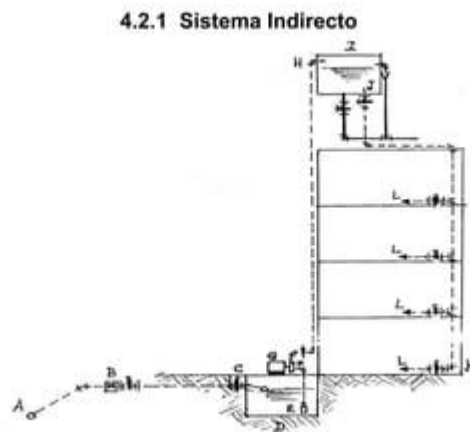


Ilustración 2 Sistema de Abastecimiento Indirecto (Dragonsilvers, 2017)

2.1.2. Pérdidas de energía en tuberías

Cuando se desarrolla flujo a presión, con presión diferente de la atmosférica, de un fluido incompresible a través de un sistema a presión; la resistencia al flujo se expresa en función de las pérdidas de energía, es decir, la caída de la línea de energía en la dirección del flujo. La pérdida de energía por fricción es la debida al rozamiento del fluido con las paredes de la tubería o del conducto. Esta pérdida, continua en la dirección del flujo, puede resultar considerable en tramos largos y, por el contrario, ser prácticamente despreciable en tramos cortos (Rodriguez, 2005)

Es la pérdida de energía, diferente de la pérdida por fricción, producida en una pequeña región cercana al sitio donde se presenta cambio en la geometría del conducto o cambio en la dirección del flujo, que se traduce en una alteración de las condiciones de flujo. Las pérdidas locales dependerán de los accesorios que tengan en cada tramo de tubería los cuales son: codo, tee, válvulas, medidor, entre otros. (Rodriguez, 2005)

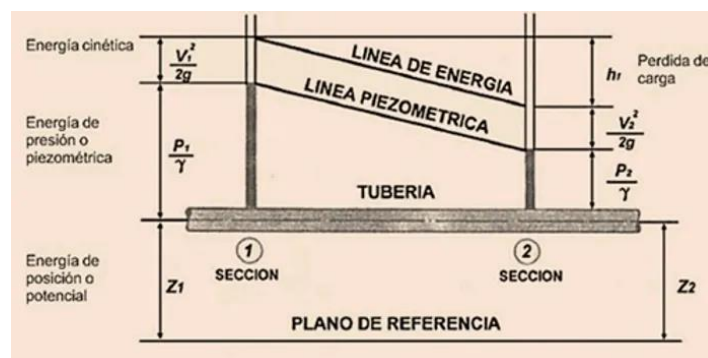


Ilustración 3 Perdidas de Energía (Linkedin, s.f.))

2.1.3. Red de distribución de agua

El sistema de distribución de agua consta de un conjunto de sistemas y componentes diseñados para el transporte y distribución segura y eficiente de agua potable en el entorno residencial. Según la Agencia de Protección (Iñiguez, 2024), estas instalaciones deben cumplir con la normativa técnica ecuatoriana, como la NTE INEN 2266:2012, que define requisitos para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de agua potable en edificaciones. Estas normas garantizan el cumplimiento de las instalaciones de suministro de agua con los estándares de calidad y seguridad, protegen la salud pública y optimizan el consumo de agua.

Para contar con el adecuado diseño, análisis y cálculo de las redes de distribución de agua, es necesario conocer parámetros relevantes de la red como caudal, velocidad, la altura, los accesorios que se encuentren en cada aparato sanitario y los elementos constitutivos de una red hidrosanitaria.

(a) **Acometida:** La acometida está conformada por el collarín de toma, la tubería de acometida, la llave de corte general, y la tubería de alimentación. (NEC-11, 2011)

(b) **Nudo de regulación, monitoreo y control interno:** los componentes del nudo de regulación, monitoreo y control interno (NEC-11, 2011)



Ilustración 4 Redes de Distribución de Agua (evironment, s.f.)

2.1.4. Requisitos del diseño

Caudal, presión y diámetro en viviendas: Para el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios, se deberá dimensionar la red interior tal que, bajo

condiciones normales de funcionamiento, provea los caudales instantáneos mínimos y a las presiones dadas en la Tabla 1 (NEC-11, 2011)

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Tabla 1 Caudales instantáneos, mínimos y presiones de aparatos sanitarios. (NEC-11, 2011)

La velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo, respectivamente. Se considera óptimo el valor de velocidad de 1.2 m/s. La velocidad del agua en la acometida debe fluctuar el valor de 1.5 m/s. (NEC-11, 2011)

Respecto del depósito de almacenamiento, debe proveerse un depósito de almacenamiento, cuyo volumen útil corresponda al consumo que se requiere en la edificación para el suministro estimado en 24 horas; en caso de diseñar depósito subterráneo y elevado, con equipo de bombeo (grupo motor-bomba), el volumen total debe dividirse en sesenta por ciento (60%) para el depósito subterráneo (cisterna) y cuarenta por ciento (40%) para el depósito elevado (tanque). (NEC-11, 2011)

Respecto de las tuberías principales: La tubería hasta el depósito de almacenamiento debe calcularse para suministrar el consumo total diario en un tiempo máximo de 4 horas. La tubería entre el depósito bajo y el tanque elevado debe ser independiente del resto de la red de distribución; su diámetro debe

calcularse para que pueda llenar el tanque elevado en un tiempo máximo de 2 horas. (NEC-11, 2011)

2.1.5. Estimación de caudales

El caudal máximo probable (Q_{Mp}) se calcula con la ecuación 1, el coeficiente de simultaneidad (K_s) se lo determinará con la ecuación 2.

$$Q_{Mp} = k_s \times \sum q_i \quad (1)$$

$$K_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(n)) \quad (2)$$

Donde:

n = número total de aparatos servidos

k_s = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

q_i = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 1)

F = factor que toma los siguientes valores:

$F = 0$, según Norma Francesa NFP 41204

$F = 1$, para edificios de oficinas y semejantes

$F = 2$, para edificios habitacionales

$F = 3$, hoteles, hospitales y semejantes.

$F = 4$, edificios académicos, cuarteles y semejantes

$F = 5$, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Cuando se trate de calcular el coeficiente de simultaneidad para varias viviendas, casas, o departamentos semejantes pertenecientes a un mismo predio ó complejo habitacional, se puede utilizar las ecuaciones 3 y el caudal máximo probable de estas viviendas con la ecuación 4.

$$k_{ss} = \frac{19+N}{10 \times (N+1)} \quad (3)$$

$$Q_{Mp} = k_s \times k_{ss} \times \sum Q_i \quad (4)$$

Donde:

- N = número de viviendas, casas y departamentos iguales, del predio
 k_g = simultaneidad para número de aparatos de la vivienda tipo
 k_{ss} = simultaneidad entre viviendas, casas y departamentos iguales
 ΣQ_i = caudal instalado por vivienda

2.1.6. Características del grupo motor – bomba hidroneumática

El equipo para inyección de presión deberá situarse en la planta baja del edificio o en el sótano en caso de existir, en una habitación independiente que permita aislar el ruido y que sea de fácil acceso para las acciones de operación y mantenimiento. (NEC-11, 2011)

El encendido y apagado del grupo motor-bomba será gobernado por un sensor de presión ó presostato que mantendrá la fluctuación de presión entre dos valores, el mínimo (de encendido) que deberá ser al menos 15 m por arriba del valor de la altura del techo del último departamento o vivienda a abastecer. El máximo valor de presión en el grupo hidroneumático (de apagado) deberá ser de hasta 20 m por arriba de la mínima presión o de la de encendido. (NEC-11, 2011)

La bomba debe ser elegida con base en la altura manométrica y el caudal requeridos para el suministro. El caudal de arranque de la bomba (a presión mínima) debe ser mayor que el caudal punta de suministro. Las bombas deberán conectarse para que operen en alternancia., tal que cada semana una de ellas actúe como de reserva. (NEC-11, 2011)

El número máximo de arranques y paros del grupo motor-bomba debe estar referido a lo estipulado en la Tabla 2. (NEC-11, 2011)

Potencia (HP)	Máximo número de Ciclos / hora	Tiempo mínimo (minutos)
Hasta 10.0	20	3
De 10.0 a 20.0	15	4
De 20.0 a 30.0	12	5
De 30.0 a 50.0	10	6
Desde 50.0	6	10

Tabla 2 Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba

2.1.7. Características del suministro de agua caliente

El consumo, y la temperatura del agua en los suministros, deberán referirse a la Tabla 3.

Tipo de edificación	Aparato	Temperatura (°C)	Consumo por llenado (L)	Tiempo de llenado (minutos)
Vivienda	Bañera	38	150	15
	Bidet	35	5	2
	Ducha	40	45	6
	Lavamanos	35	2	2
Casas de salud y hospitales	Bañera	38	250	4
	Baño de asiento	38	60	2
	Baño medicinal	36	200	3
	Ducha	38	100	5
	Hidromasaje	36	600	5
	Lava brazos	40	30	25
	Lavapiés	40	35	20
	Para esterilizar	85 a 90	---	---
Hoteles y restaurantes	Bañera	38	200	15
	Ducha	38	60	6
	Lavamanos	35	6	1

Tabla 3 Temperaturas y consumos de agua en aparatos sanitarios

Instalaciones puntuales de servicio instantáneo: se deberán utilizar instrumentos, normalmente eléctricos, para calentar el agua inmediatamente antes de la salida del aparato sanitario, en el mismo momento del suministro. El dispositivo puntual sólo se utiliza para calentar el agua (entre 35 C y 45 C), mediante una mini cámara de calentamiento con niquelina ó resistencia eléctrica sumergida, para suministrar un mueble a la vez, con acople de 16 mm, hasta 0.10 L/s y con presiones entre 2.0 m c.a. y 10.0 m c.a.. En cualquier caso, la inclusión de calentadores de agua eléctricos de uso doméstico, en la red de suministro en la vivienda, se deberá acoger a lo que indica la NTE INEN 1912:92. (NEC-11, 2011)

Instalaciones autónomas: Se deberá instalar sistemas autónomos para el calentamiento de agua cuando se requiera individualizarlos, uno para cada vivienda o departamento del edificio; de tal modo que, en un mismo edificio podrán existir varios sistemas autónomos, y cada uno para producir el agua caliente que una vivienda o departamento necesite. Los calentadores de agua pueden ser del tipo “eléctrico” ó “a gas”. La temperatura de producción de agua caliente debe ser de 60 C. (NEC-11, 2011)

2.2. ANTECEDENTES

La implementación de módulos de aprendizaje en la educación técnica y profesional es una práctica comprobada que facilita la formación práctica de estudiantes y profesionales de diversas disciplinas. Ecuador ha desarrollado varios proyectos notables en esta área.

En la Escuela Politécnica Nacional (EPN), se creó un módulo de entrenamiento electroneumático para el laboratorio de automatización industrial de procesos mecánicos. Este módulo integra perfiles de aluminio y placas de acrílico, y es controlado por un PLC (Controlador Lógico Programable). Utilizando una metodología de diseño concurrente, se aseguró que las necesidades del usuario se reflejaran en especificaciones técnicas precisas, resultando en un módulo versátil que permite modificaciones en la posición de los componentes y las secuencias de trabajo (FERNANDO, 2018)

Otro ejemplo relevante es el proyecto de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), donde se diseñaron y construyeron módulos didácticos para Schneider Electric Ecuador S.A. Estos módulos, integrados en una red bajo el protocolo Modbus, están destinados a la capacitación tanto de personal de planta en industrias como de estudiantes universitarios en la rama de automatización y control. Los módulos abordan desde la variación de velocidad en motores asíncronos hasta la transferencia de redes eléctricas y automatismos e interfaces hombre-máquina, proporcionando aplicaciones reales y prácticas accesibles para los usuarios. (CALDERÓN, 2005)

Antes de la ejecución del proyecto propuesto sobre diseño y construcción de un módulo didáctico para entrenamiento en sistemas de distribución doméstica de agua, se identificó una falta de laboratorios para fortalecer los recursos educativos en la ULEAM Extensión El Carmen. Según un estudio previo (González, 2022), se detectó una necesidad de actualizar las herramientas educativas utilizadas en la formación práctica de los estudiantes de Electromecánica, especialmente en áreas especializadas. Esta situación destacó la importancia de desarrollar nuevos recursos didácticos que integraran

tecnologías innovadoras y mejores prácticas en el diseño y operación de sistemas de agua.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Un estudio relacionado realizado en otro continente es el de (Smith, J., Brown, L., & García, M., 2021). En Europa se desarrolló un módulo educativo avanzado para la formación en sistemas de suministro de agua potable. Este proyecto se centró en integrar nuevas tecnologías y métodos educativos innovadores para mejorar la formación de ingenieros en el diseño y gestión eficiente de la infraestructura hídrica urbana. Este estudio demostró la efectividad del uso de un simulador virtual y ejercicios de laboratorio interactivos para mejorar la comprensión teórica y las habilidades prácticas de los estudiantes en la operación y mantenimiento de sistemas de agua potable

Una investigación realizada por (García, M., Pérez, R., & Rodríguez, A., 2020), en México investigó la implementación de programas de capacitación en tecnología de agua potable para zonas rurales. Este proyecto se centró en desarrollar métodos educativos adaptados a las necesidades locales, incluido el diseño de módulos prácticos para la instalación y mantenimiento de sistemas de distribución de agua en entornos rurales. Los hallazgos de la investigación resaltaron la importancia de integrar el conocimiento técnico con prácticas culturales y sociales específicas para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de agua potable en comunidades marginadas.

La investigación por (Andrés, 2024) tiene como objetivo medir el consumo de agua potable en instituciones de los sectores público, salud y educación. Se analizarán los datos de 23 instituciones desde 2016 hasta finales de 2023, considerando la cantidad de usuarios. Se destaca la importancia de actualizar la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, específicamente en la parte hidrosanitaria.

Se menciona que la Normativa Hidrosanitaria del Ecuador no ha sido actualizada desde 2011, y se identifican parámetros de consumo de agua potable que necesitan revisión. El cálculo de consumos per cápita ayudará a definir las demandas de agua y planificar sistemas de conducción y almacenamiento.

En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), se han desarrollado proyectos relevantes en el campo de los módulos didácticos. Uno de los más destacados es el "Diseño y construcción de un módulo didáctico de entrenamiento en automatización neumática e hidráulica para el laboratorio de ingeniería mecánica". Este módulo proporciona una plataforma práctica para que los estudiantes apliquen conocimientos teóricos sobre sistemas de control neumático e hidráulico, manipulando componentes reales y mejorando sus habilidades técnicas. (Cárdenas Anchatipán, A. G., & Suárez López, S. F., 2018)

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se desarrollará la propuesta del diseño y construcción de un módulo didáctico para las prácticas de entrenamiento en instalaciones de distribución doméstica de agua, basado en el Estándar de Agua NHE de Saneamiento de Agua NEC-11. Los puntos principales incluyen el diseño, la construcción del módulo y la elaboración del manual técnico en la ULEAM Extensión El Carmen.

En este capítulo se elaborarán los planos y especificaciones técnicas del módulo didáctico, tomando en cuenta los requisitos de seguridad, funcionalidad y ergonomía. Posteriormente se realizará la construcción del módulo didáctico utilizando materiales y equipos adecuados.

3.1. Diseño del Módulo didáctico

Se desarrolló una revisión exhaustiva de la NEC-11, que establece los requisitos para las instalaciones hidrosanitarias. Los aspectos clave considerados fueron.

3.1.1. Dimensionamiento de Tuberías

NEC-11 proporciona estándares claros para dimensionar adecuadamente las tuberías para garantizar un suministro eficiente de agua fría y caliente a una instalación. Aseguran que las tuberías tengan el diámetro correcto para proporcionar el caudal requerido sin crear una presión excesiva que pueda causar fugas o daños al sistema.

3.1.1.1. Elección de tubería y Componentes

En diseño y construcción del módulo didáctico de entrenamiento en instalaciones de distribución doméstica de agua, se optó por tubería plástica de PVC por su resistencia, durabilidad y facilidad de instalación. Las tuberías de succión y descarga y otras tuberías necesarias se seleccionan según estos estándares y la compatibilidad con los accesorios disponibles.

Tubería de Succión: Se utilizó tuberías de PVC de diámetro adecuado para garantizar un flujo de agua eficiente y uniforme, las propiedades del PVC como resistencia a la corrosión y ligereza lo hacen ideal para trabajos de extracción que requieren alta resistencia y bajo mantenimiento.

Tubería de Descarga: Para la tubería de descarga se utilizó tubo PVC, este material no solo es capaz de soportar la presión y el flujo constantes de los sistemas de distribución de agua, sino que también promueve una conexión segura y hermética.

Otros componentes y Acoples: Las juntas y conexiones utilizadas son de PVC, lo que asegura una perfecta integración con las tuberías. Estos componentes son esenciales para la funcionalidad del sistema y pueden cambiarse y repararse fácilmente.



Ilustración 5 Tubería PCV (fuente propia)

3.1.2. Tipos de Válvulas

La elección de las válvulas es muy importante para controlar y regular el flujo de agua en el sistema. NEC-11 especifica varios tipos de válvulas que se utilizarán en puntos críticos del sistema, incluidas válvulas de cierre rápido, válvulas de retención y válvulas de control. Cada tipo de válvula tiene características específicas que deben coincidir con su función prevista en el sistema.

3.1.2.1. Válvula de Bola

Utilizamos válvulas de bola principalmente para controlar el flujo de agua, es fácil de usar y proporciona un sello hermético, lo que lo hace ideal para cambios rápidos de aplicación. Su construcción de PVC es resistente a la corrosión y duradera.

Características:

- Material: PVC
- Diámetro: Acorde al sistema de tuberías
- Presión máxima: Varía según el modelo, generalmente alta resistencia
- Aplicaciones: Control de flujo, encendido/apagado.



Ilustración 6 Válvula de Bola (fuente propia)

3.1.2.2. Válvula de Regulación

Utilizamos válvulas de control para regular el flujo de agua en el sistema. Permite un control preciso del caudal, fundamental para aplicaciones que requieren una regulación específica.

Características:

- Material: PVC
- Tipo: Válvula de globo o válvula de aguja
- Diámetro: Acorde al sistema de tuberías
- Aplicaciones: Control de flujo, ajuste de caudal



Ilustración 7 Válvula de Regulación (fuente propia)

3.1.3. Presiones y Caudales

Se realizan cálculos detallados para determinar la presión y el flujo requeridos en varios puntos del sistema de distribución de agua. Estos cálculos son esenciales para garantizar que el sistema pueda proporcionar un suministro continuo y adecuado de agua a todas las partes de la instalación que cumpla con los estándares de desempeño establecidos en NEC-11.

3.1.3.1. Cálculos de Presión y Caudal

- Se utilizaron ecuaciones de la hidráulica para determinar las pérdidas de carga en las tuberías.
- Se tomaron en cuenta factores como la longitud de las tuberías, el diámetro y el tipo de material (PVC).
- Los caudales se calcularon en función de la demanda de agua en cada punto de consumo del sistema.

Tabla de Datos Utilizada

Se emplearon datos obtenidos de la tabla de pérdidas por fricción en tuberías de PVC disponible en la NEC-11, capítulo 16. Esta tabla proporciona los valores necesarios para determinar las pérdidas de carga basadas en el flujo y las características de la tubería.

Ejemplo de Cálculo

Para una tubería de PVC de 1 pulgada de diámetro con una longitud de 10 metros, se utilizó la siguiente fórmula para calcular la pérdida de carga:

$$\Delta h = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

donde:

- Δh : es la pérdida de carga
- F: es el factor de fricción obtenido de la tabla
- L: es la longitud de la tubería
- D: es el diámetro de la tubería
- V: es la velocidad del agua
- G: es la aceleración debido a la gravedad

La siguiente tabla muestra las pérdidas de carga por fricción en tuberías de PVC, basada en el diámetro y el caudal. Estos valores son aproximados y se utilizan para los cálculos de presión y caudal en el módulo didáctico de distribución doméstica de agua.

Diámetro (mm)	Caudal (lpm)	Pérdida de Carga (m/100 m)
12.7	3.785	4.5
12.7	7.57	15.0
12.7	11.355	31.0
19.05	7.57	2.3
19.05	15.14	7.5
19.05	22.71	15.0
25.4	15.14	1.3
25.4	30.28	4.5
25.4	45.42	9.6
31.75	30.28	1.3
31.75	60.56	4.2
31.75	90.84	8.5
38.1	45.42	1.3
38.1	90.84	4.0
38.1	136.26	8.2
50.8	75.70	1.0
50.8	151.40	3.4
50.8	227.10	6.8

Tabla 4 Pérdidas de carga por Fricción (Autores, s.f.)

3.1.4. Software de Diseño

Para el diseño detallado, se utilizaron FluidSIM y SolidWorks, herramientas que permitieron la creación de planos y simulaciones del sistema.

- **FluidSIM:** Este software está diseñado para la simulación de sistemas de fluidos y puede simular el funcionamiento de sistemas de distribución de agua en diversas condiciones operativas. Mediante estas simulaciones es posible evaluar la eficiencia de la estructura y realizar los

ajustes necesarios antes de la construcción física de los módulos. FluidSIM ayuda a identificar posibles puntos de falla y optimizar las configuraciones de tuberías y válvulas para un rendimiento óptimo.

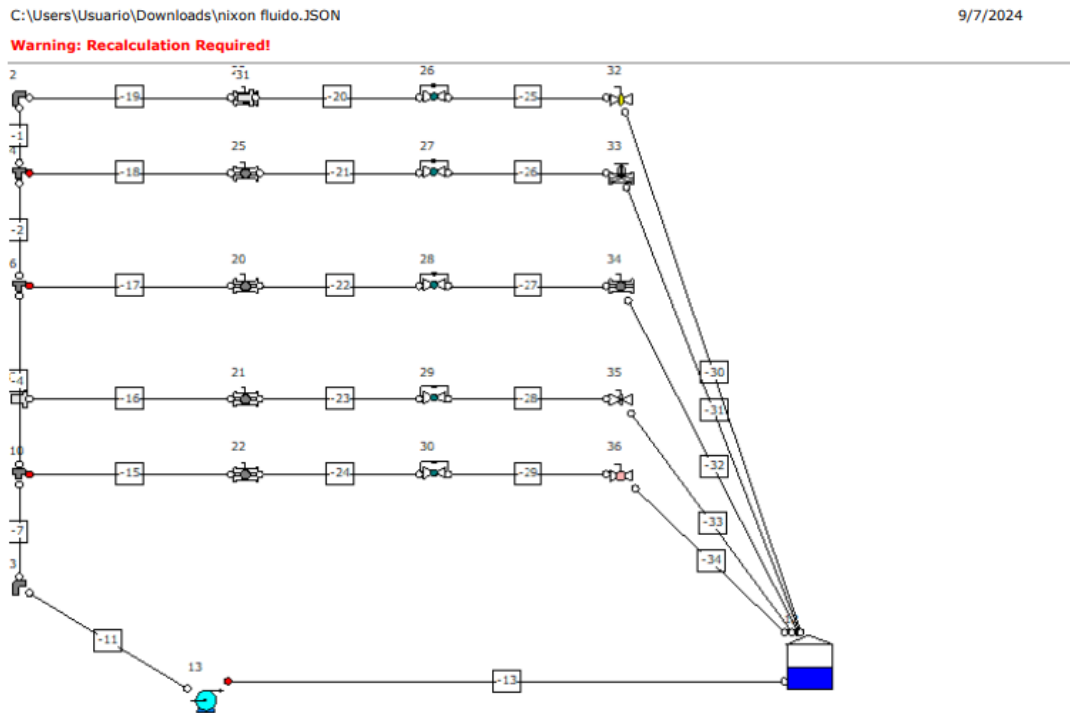


Ilustración 8 Simulación en FluidSIM

Proporciona un entorno seguro para la experimentación y el aprendizaje sin los riesgos de ejecutar sistemas reales. Logramos probar y observar los efectos de los ajustes en tiempo real sin preocuparse por posibles daños o mal funcionamiento.

La simulación en FluidSIM ha demostrado ser muy valiosa en este proyecto. Al realizar simulaciones con tubería de PVC, se verificó que el sistema era capaz de mantener una caída de presión aceptable, proporcionando un flujo constante y eficiente. Estas simulaciones garantizan que el diseño cumpla con los estándares establecidos por NEC-11, elimine problemas potenciales y garantice una implementación exitosa del módulo de capacitación.

- **SolidWorks:** Se utilizó SolidWorks para crear modelos tridimensionales del módulo didáctico. Este software permitió generar planos técnicos detallados y vistas explotadas del ensamblaje del módulo, facilitando una

comprensión clara de cómo deben integrarse todos los componentes. Además, SolidWorks permitió realizar análisis de resistencia y durabilidad de los materiales.

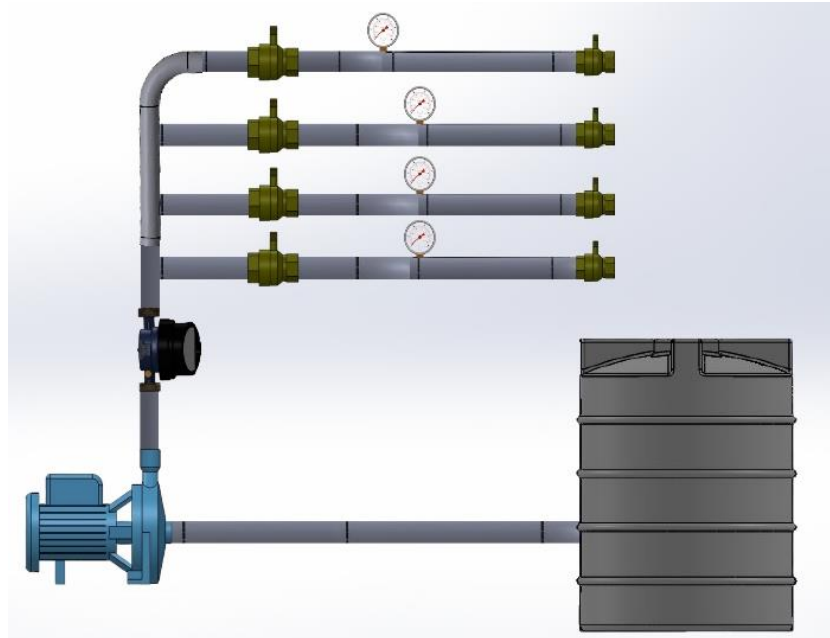


Ilustración 9 Simulación en SolidWorks

3.2. Construcción del Módulo didáctico de entramiento en Instalaciones de Distribución de Agua

3.2.1. Diseño y construcción

El primer paso es crear un boceto detallado del módulo de aprendizaje, especificando el tamaño y la ubicación de cada componente. Estas ilustraciones sirven como guía para el proceso de construcción.

La estructura portante está fabricada con perfiles de acero que garantizan estabilidad y accesibilidad a los módulos de aprendizaje. La estructura está diseñada para acomodar todas las tuberías y componentes necesarios.



Ilustración 10 Base del Módulo (fuente propia)

3.2.2. Preparando el material e instalación

Se seleccionaron y prepararon todos los materiales necesarios, incluidas tuberías, accesorios, medidores de presión y flujo de PVC y válvulas. Garantizan que todos los componentes cumplan con las especificaciones requeridas.

Instalación de tuberías

Los tubos de PVC se cortan y ensamblan según las especificaciones de construcción, los acoplamientos se utilizan para proporcionar conexiones y válvulas en puntos críticos para controlar el flujo.

3.2.3. Instalación de manómetro y válvulas

Los manómetros y medidores de flujo se instalan en lugares apropiados.

Las válvulas de bola, las válvulas de retención y las válvulas de retención se instalan en los lugares adecuados. Estas válvulas le permiten controlar y gestionar el flujo de agua en su sistema.



Ilustración 11 Manómetro

3.2.4. Instalar en la estructura

Las tuberías, los instrumentos y los sistemas de válvulas están montados sobre estructuras de soporte, lo que garantiza la estabilidad y la accesibilidad con fines educativos. Se realizaron pruebas iniciales para verificar la correcta instalación y funcionamiento del sistema.



Ilustración 12 Instalación de la Estructura

3.3. Manual del Módulo Didáctico de Entrenamiento en Instalaciones de Distribución de Agua.

Este manual tiene como objetivo proporcionar orientación para la instalación, uso y mantenimiento de módulos de capacitación en sistemas de distribución de agua. Este módulo fue desarrollado para la Licenciatura Técnico Superior en Mecatrónica de la ULEAM Extensión El Carmen con el objetivo de brindar a los estudiantes herramientas prácticas para el aprendizaje de los sistemas de distribución de agua.

3.3.1. Usuarios por primera vez

Para los usuarios que utilizan el módulo por primera vez, es esencial realizar una inspección visual inicial de todos los componentes para asegurarse de que no haya daños ni conexiones sueltas. Familiarícese con el plano del módulo e identifique cada componente, incluyendo válvulas, bombas, medidores de flujo y presión. Se recomienda asistir a una sesión de capacitación o consultar con un instructor antes de utilizar el módulo por primera vez para garantizar una comprensión completa del funcionamiento del sistema.

3.3.2. Elementos y protección

Los elementos de protección incluyen válvulas de control que permiten abrir, cerrar y regular el flujo de agua dentro del sistema. Los medidores de presión y

flujo son fundamentales para monitorear las condiciones operativas y asegurar que el sistema funcione dentro de los parámetros establecidos. Además, el módulo cuenta con dispositivos de protección, tales como válvulas de seguridad y sistemas de cierre automático, diseñados para prevenir daños y garantizar la seguridad del usuario.

3.3.3. Conexión y alimentación

Conecte las tuberías de entrada y salida de agua, asegurándose de que todas las válvulas estén cerradas antes de la conexión. Para la conexión eléctrica, verifique que la fuente de alimentación esté desconectada antes de proceder. Conecte los cables de alimentación siguiendo las normas de seguridad establecidas. Asegúrese de que la presión del suministro de agua se mantenga entre 1 y 5 bar, y que el voltaje de alimentación eléctrica sea de 110V, según las especificaciones del módulo.

3.3.4. Configuración

Ajuste las válvulas para establecer los caudales deseados, abriendo lentamente las válvulas de entrada de agua. Configure la bomba según las especificaciones del diseño, asegurándose de que todas las configuraciones estén alineadas con los parámetros operativos establecidos para el módulo.

3.3.5. Inicio de operaciones

Verifique que todas las conexiones estén seguras y que todos los medidores y sensores funcionen correctamente. Encienda la bomba de agua y otros componentes eléctricos y observe que los medidores funcionen correctamente. Estos pasos deben seguirse para evitar problemas durante la operación y garantizar la seguridad del sistema y del usuario.

3.3.6. Detener el Módulo

Apague la bomba utilizando el interruptor principal y cierre las válvulas de entrada de agua. Inspeccione los componentes del módulo para asegurarse de que no haya daños ni problemas. Este procedimiento es crucial para mantener la integridad del sistema y garantizar su durabilidad a largo plazo.

3.3.7. Suspensión del Sistema

Desconecte la fuente de alimentación eléctrica y cierre todas las válvulas. Drene el sistema de cualquier agua residual para evitar daños por congelación o corrosión. Cubra los componentes del módulo para protegerlos del polvo y la humedad, y almacene el sistema en un lugar seco y seguro. Estos pasos son esenciales para mantener el módulo en buenas condiciones cuando no esté en uso.

3.3.8. Mantenimiento preventivo del Módulo

Inspeccione visualmente los componentes del módulo regularmente, limpiando y lubricando las partes móviles según sea necesario. Utilice herramientas como un kit de limpieza, lubricantes y herramientas de inspección para asegurar que el mantenimiento preventivo se realice de manera efectiva y eficiente.

3.3.9. Mantenimiento correctivo

Realice pruebas para identificar la causa de fallos y siga procedimientos de diagnóstico para determinar la solución adecuada. Reemplace o repare componentes defectuosos y verifique el funcionamiento del módulo después de la reparación para asegurar que el sistema opere correctamente.

3.3.10. Pruebas de funcionamiento

Después de realizar mantenimiento preventivo o correctivo, verifique que el módulo opere correctamente utilizando herramientas de medición para asegurar que todas las configuraciones estén alineadas con los parámetros operativos establecidos. Estas pruebas son esenciales para garantizar que el sistema funcione de manera eficiente y segura.

Para más información observar los anexos, Check List

3.4 Análisis de costos

Aseguramos que se mantenga dentro del presupuesto asignado y proporcionando una visión clara de las inversiones necesarias.

A continuación, se presenta un desglose detallado de los costos involucrados en la construcción del módulo didáctico:

Materiales: Incluyen tuberías, válvulas, bombas, medidores, soportes y otros componentes esenciales. Los costos de estos materiales fueron seleccionados considerando su calidad y durabilidad.

MATERIAL	CANTIDAD	VALOR (\$)	SUBTOTAL(\$)
Bomba armada	1	230	230
Tubo metálico	1	60	60
Plancha metálica	1	175	175
Tubería PCV plástica y acoples	1	30	30
Caudalímetro	1	40	40
Pintura	1	15	15
Soldadura	1	40	40
TOTAL			590

Tabla 5 Costos del módulo didáctico

El costo total del módulo es de \$590 dólares considerando que la mano de obra no se toma en cuenta, la realización del módulo se hizo por autoría propia.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El diseño del módulo de formación cumple plenamente con los estándares establecidos por NEC-11. A través de un riguroso proceso de planificación y diseño, se realizó un módulo que simula efectivamente un sistema de suministro de agua doméstico. Se desarrollaron bocetos detallados y se llevaron a cabo cálculos precisos de presión y flujo, garantizando que el diseño no solo fuera funcional, sino también seguro y educativo. Los diseños se pueden probar y optimizar antes de la construcción utilizando software de simulación como FluidSIM y SolidWorks.
- La construcción de este módulo se realizó exactamente según los planos y especificaciones técnicas. Se seleccionaron materiales apropiados como tuberías de PVC y válvulas de bola, válvulas de retención y válvulas de control, asegurando la integridad y durabilidad del sistema, la instalación incluye la instalación de medidores de presión y flujo para monitorear y evaluar el desempeño del sistema. La estructura de soporte está hecha de acero para brindar estabilidad y durabilidad, y cada componente se ensambla con atención al detalle para garantizar un rendimiento óptimo.
- Se ha desarrollado un manual completo que cubre todos los aspectos necesarios para utilizar y mantener el módulo de formación. Este documento contiene instrucciones de montaje detalladas, descripciones de componentes, instrucciones de funcionamiento y procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.
- El diseño del manual es claro y fácil de entender, lo que facilita a los usuarios la comprensión y el uso adecuado del módulo. Además, se incluyen diagramas y tablas explicativos para ilustrar mejor los procedimientos operativos, garantizando que tanto estudiantes como técnicos utilicen el equipo de manera eficiente y segura.

4.2. RECOMENDACIONES

4.2.1. Recomendaciones para la Universidad

Es crucial implementar programas de formación continua para profesores y estudiantes sobre el uso y mantenimiento del módulo didáctico. Esto garantizará su correcta utilización y maximizará su impacto en el proceso educativo. Además, es recomendable establecer una política de actualización y mantenimiento regular del módulo, asegurando que siempre esté al día con las últimas tecnologías y normativas.

4.2.2. Recomendaciones para los estudiantes

Los estudiantes deben seguir cuidadosamente las instrucciones del manual para garantizar un funcionamiento seguro y eficaz del módulo. Además, deberán reportar inmediatamente cualquier mal funcionamiento o daño del módulo para que pueda ser atendido y reparado rápidamente. Hacerlo asegurará que el modo esté siempre en condiciones óptimas para fines de entrenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Andrés, N. P. (2024). *Consumos de agua potable en los sectores públicos, educativos y de Tena* . Riobamba .

Autores. (s.f.).

CALDERÓN, F. R. (2005). *“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODULOS DIDÁCTICOS PARA LA DEMOSTRACIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL INDUSTRIAL Y AUTOMATIZACIÓN PARA LA COMPAÑÍA SCHNEIDER ELECTRIC ECUADOR S.A.”*. Sangolqui.

Cárdenas Anchatipán, A. G., & Suárez López, S. F. (2018). *Diseño y construcción de un módulo de entrenamiento electroneumático para el laboratorio de automatización industrial de procesos mecánicos (LAIPM)*.

Dragonsilvers. (2017). *Unidad IV: Sistema indirecto de abastecimiento de agua*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/unidad-iv-sistema-indirecto-de-abastecimiento-de-agua/76980764>

environment, L. (s.f.). *Soluciones Redes de Distribución de Agua Potable*. Obtenido de <https://www.lacroix-environment.es/aplicaciones/gestion-agua/redes-distribucion-agua-potable/>

FERNANDO, C. A. (2018). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO ELECTRONEUMÁTICO PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE PROCESOS MECÁNICOS (LAIPM)*. Quito.

García, M., Pérez, R., & Rodríguez, A. (2020). Implementación de programas de capacitación en tecnología de agua potable para zonas rurales en México. *Revista de Ingeniería Rural*, 10(3), 78-92.

International., A. (2018). “Pruebas de funcionamiento: Verificación de componentes según condiciones esperadas.”. *Revista de Ingeniería y Educación*, 22(3), 78-92.

- Iñiguez, A. (11 de 07 de 2024). Obtenido de <https://edgeservices.bing.com/edgesvc/chat?udsframed=1&form=SHORUN&clientscopes=chat,noheader,udsedgeshop,channelstable,ntpquery,devtoolsapi,udsinwin11,udsdlpconsent,udscstart,cspgrd,&shellsig=19a5082c99fd55cdf10afcf6a27032add0ab6d3b&setlang=es-419&darksc>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). "Investigación-acción participativa, crítica y transformadora: Un proceso introspectivo colectivo.". *Revista de Investigación Educativa*, 3(2), 45-58.
- Linkedin. (s.f.). *Linkedin*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/perdida-de-carga-en-sistemas-hidr%C3%A1ulicos-comprendiendo-el-flujo>
- Mikkola, P. (2016). "Ensamblaje modular en entornos educativos.". *Revista de Educación Técnica*, 30(2), 45-58.
- NEC-11, C. 1. (2011). *NEC-11 Norma Hidrosanitaria NHE Agua*. NEC.
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). "*User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*". Taylor & Francis.
- Quizizz. (s.f.). *Sistemas de abastecimiento de agua potable*. Obtenido de <https://quizizz.com/admin/quiz/5f9d6c7e790212001bc61562/sistemas-de-abastecimiento-de-agua-potable>.
- Rodriguez, H. A. (2005). *Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones*.
- Smith, J., Brown, L., & García, M. (2021). Desarrollo de un módulo educativo avanzado para sistemas de suministro de agua potable en Europa. *Revista Internacional de Ingeniería Ambiental*, 15(2), 45-58.
- Tecnológica, I. d. (s.f.). *Arquitectura.net*. Obtenido de <https://arquitecturatecnica.net/instalaciones-hidraulicas-todo-lo-que-necesitas-saber/>

ANEXOS

Formato de Pruebas de Funcionamiento en Vacío (OFF) y con Carga (ON)

- Fecha: _____
- Responsable de la Prueba: _____
- Descripción del Módulo: _____

Pruebas en Vacío (OFF)

Antes de Encender el Sistema:

Item	Verificación	Observaciones
1. Inspección visual del sistema	☐ Realizado ☐ No Realizado	_____
2. Comprobación de conexiones	☐ Realizado ☐ No Realizado	_____
3. Estado de las válvulas	☐ Abiertas ☐ Cerradas	_____
4. Integridad de tuberías	☐ Realizado ☐ No Realizado	_____

Encender el Sistema sin Carga:

Item	Verificación	Observaciones
5. Encendido de la bomba	☐ Correcto ☐ Incorrecto	
6. Presión en los manómetros	☐ Dentro del rango ☐ Fuera	
7. Fugas en conexiones	☐ No hay ☐ Hay	
8. Funcionamiento de válvulas	☐ Correcto ☐ Incorrecto	
9. Ruido anormal en el sistema	☐ No hay ☐ Hay	

Pruebas con Carga (ON)**Antes de Cargar el Sistema:**

Item	Verificación	Observaciones
10. Comprobación de integridad	☐ Realizado ☐ No Realizado	
11. Cierre de válvulas no esenciales	☐ Realizado ☐ No Realizado	

Encender el Sistema con Carga:

Item	Verificación	Observaciones
12. Presión en los manómetros	☐ Dentro del rango ☐ Fuera	
13. Funcionamiento bajo carga	☐ Correcto ☐ Incorrecto	
14. Caudal en los puntos de salida	☐ Correcto ☐ Incorrecto	
15. Fugas en conexiones	☐ No hay ☐ Hay	
16. Ruido anormal en el sistema	☐ No hay ☐ Hay	

Resultados y Observaciones Finales**Comentarios Generales:**

Acciones Correctivas (si es necesario):

Aprobado por: _____ **Fecha:** _____







Nixon Arevalo - David Chango

6%

Textos sospechosos

5%

Similitudes

0% similitudes entre comillas

0% entre las fuentes mencionadas

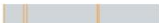
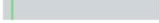
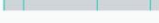
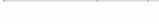
< 1%

Idiomas no reconocidos

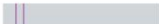
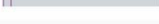
Nombre del documento: Nixon Arevalo - David Chango.docx ID del documento: 94a2fb72267d828ce73dcc4bb305518a0ff2fed8 Tamaño del documento original: 1,79 MB	Depositante: RENE FERNANDO LOPEZ BARBERAN Fecha de depósito: 29/7/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 29/7/2024	Número de palabras: 6642 Número de caracteres: 44.768
---	--	--



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Rony Alava - Ruben Vera.docx Rony Alava - Ruben Vera #0e1cca El documento proviene de mi biblioteca de referencias 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (126 palabras)
2	ciencialatina.org https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/3683/5566?inline=1 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (73 palabras)
3	arquitecturatecnica.net Instalaciones hidráulicas: todo lo que necesitas saber - a... https://arquitecturatecnica.net/instalaciones-hidraulicas-todo-lo-que-necesitas-saber/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (56 palabras)
4	Steven Carranza - Fauricio Hurtado.docx Steven Carranza - Fauricio H... #db551b El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (51 palabras)
5	David Salazar - David Arteaga.docx David Salazar - David Arteaga #6a6a03 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Pablo Jimenez - Pedro Alcivar.docx Pablo Jimenez - Pedro Alcivar #650984 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
2	Jorge Rivas - Hector Gomez.docx Jorge Rivas - Hector Gomez #2bf37d El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
3	Carlos Anzules - Erick Loor.docx Carlos Anzules - Erick Loor #244c16 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	dspace.uazuay.edu.ec https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10302/3/15931.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
5	repositorio.utmachala.edu.ec http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5591/6/TU/AIC_2015_JC_CD0061.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)