

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE  
PLANTA ELECTRICA**

**Presentado por:**

**Br. Gianfranco Cucchia Oliva**

**C.I. 30.116.990**

**TRUJILLO, VENEZUELA**

**2024**

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**  
**VICERRECTORADO ACADEMICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE**  
**PLANTA ELECTRICA**

**Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Presentado por:**

**Br. Gianfranco Cucchia Oliva**

**C.I. 30.116.990**

**TUTOR: Ing. Edgar E Omaña B.**

**TRUJILLO, VENEZUELA**

**2024**



VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, **Prof. Edgar Omaña, Profa. Liliana Rivera y Profa. Yumary Valecillos** designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado **"SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE PLANTA ELECTRICA."** que presenta el bachiller: **Gianfranco Cucchia Oliva** portador de la C.I. N°. **30.116.990**: nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Veinte (20)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

En fe de lo cual firmamos en Carvajal a los veintitrés (23) días del mes de julio del dos mil veinticuatro (2024).

Profa. Yumary Valecillos  
C.I: 14.151.309  
**JURADO**

Prof. Edgar Omaña  
C.I: 11.896.440  
**TUTORA**

Profa. Liliana Rivera  
C.I. 13.048.877

**PRESIDENTE DEL JURADO**



Profa. Yumary Valecillos  
C.I. 14.151.309  
**DECANO**



Prof. Zaida Kassir  
C.I. 9.175.011  
**VICERRECTORA  
ACADEMICA**

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



ACEPTACIÓN DEL TUTOR

San Rafael de Carvajal, 20 de abril de 2024

Directora Del CIDIFI  
Presente-

Por medio de la presente, hago de su conocimiento, que ante la solicitud realizada por el Bachiller ~~Cucchia~~ Oliva Gianfranco, titular de la cedula de identidad V- 30.116.990, acepto el compromiso de Tutor en el desarrollo de su trabajo de investigación titulado: SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE PLANTA ELECTRICA, para optar al título universitario de INGENIERO DE INDUSTRIAL; hasta su presentación y evaluación.

Atentamente,

Ing. Edgar Omaña  
C.I. 11.896.440

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi Carácter de Tutor del Trabajo Especial del Grado Titulado: SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE PLANTA ELÉCTRICA, realizado por el Bachiller Cucchia Oliva Gianfranco, titular de la cedula de identidad V- 30.116.990, para optar por el título de **Ingeniero Industrial**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido ante la presentación pública y la evaluación por parte del jurado que se asigne.

A los 25 días del mes de junio de 2024

Atentamente,

Ing. Edgar Omaña  
C.I. 11.896.440

## DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado con profundo amor y gratitud a tres pilares fundamentales en mi vida: mi querida Nonna Alicia, mi adorado Nonno José y mi amado Papá Iván, quienes siempre me han acompañado física y espiritualmente, pero cuya presencia siento cada día en mi corazón.

A mi Nonna Alicia, cuya sabiduría y cariño incondicional iluminaron mi camino desde pequeño. Sus enseñanzas sobre la importancia de la familia y la perseverancia en los estudios han sido mi guía constante.

A mi Nonno José, hombre de principios inquebrantables, quien me enseñó el valor del trabajo duro y la honestidad. Su ejemplo de vida recta y su dedicación a sus seres queridos siguen inspirándome a ser una mejor persona.

A mi Papá Iván, mi primer maestro y eterno compañero. Su pasión por el conocimiento, su apoyo incondicional y su fe inquebrantable en mis capacidades me impulsaron a llegar hasta aquí. Cada logro mío es también suyo. Papa siempre estarás conmigo y perdurarás a través del tiempo. Tus enseñanzas, Tu amor y los valores que me inculcaron son la base sobre la que he construido mi vida y mi carrera. Este trabajo es un tributo a todos y una promesa de continuar honrando todo lo que representaron y me transmitieron. Que este logro académico sea un reflejo del amor, la dedicación y la fortaleza que ellos sembraron en mí. Siempre vivirán eternamente en cada paso que dé y en cada meta que alcance. Siempre estarán en mi corazón y mente.

Gianfranco Cucchia Oliva.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios; por ser quien ha hecho este momento posible, reconociéndolo y dándole todo el crédito de este logro.

A mi madre por ser el pilar, base y la razón por la cual he cursado la carrera.

A mi padre por ser mi apoyo incondicional, compañero y sustento hasta el final de la carrera.

A mi tía Yennifer por su apoyo constante y sus consejos que se mantienen presente.

A mis tíos Cheo y Antonio por ser mi inspiración y mi guía durante el transcurso de la carrera.

A mis hermanos Giancarlo y Luciana por mantenerse presente en amor y confianza.

A mi querida amiga Rosbelys por el apoyo firme, aprecio y presencia hasta la culminación de mis estudios.

Finalmente, a los profesores, Wilmer Méndez, Larry Araujo e Iván Pérez por incentivar me a ser el profesional en que me estoy convirtiendo.

A todos en los que de alguna manera contribuyeron a este logro tan importante de mi vida y carrera profesional muy agradecido estoy.

Gianfranco Cucchia Oliva.

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
VICERRECTORADO ACADEMICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE  
PLANTA ELECTRICA**

**Autor:** Gianfranco Cucchia Oliva  
Tutor: Edgar Omaña

**Junio 2024**

**RESUMEN**

El propósito de esta investigación fue diseñar una propuesta de un Sistema automatizado para el control de suministro de energía el cual está dirigido hacia clínica Instituto médico Valera C.A ubicado en el estado Trujillo-Valera. El tipo de investigación fue de tipo proyectiva, la población de estudio estuvo conformada por el sistema de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera (IMV). Esto considera todos los elementos clave del sistema actual, como el tanque de almacenamiento de combustible, medidores de nivel de combustible, medidores de flujo, sensores de presión, sistema de control, bombas de suministro, tuberías, conductos y válvulas de control de flujo. Adicional el factor humano (personal involucrado) en la operación y mantenimiento del sistema de suministro de combustible que son dos (2) operadores de la planta eléctrica, personal de mantenimiento (supervisor), ingeniero responsable del sistema. La técnica utilizada para la recolección de datos fue la observación directa conjuntamente con un instrumento de comprobación Checklist, además se realizó una descripción de los componentes elementales para automatizar la medición del tanque de combustible, en los resultados obtenidos se identificaron deficiencias críticas en los elementos de medición y control del sistema actual. Los medidores de nivel de combustible, medidores de flujo y sensores de presión no existen de forma automatizada, impidiendo un monitoreo preciso del combustible, el sistema de control automatizado y la interfaz de usuario no existe como tal. Por otra parte, se realizó una descripción de los elementos claves del sistema para el complemento de la propuesta.

**Palabras clave:** Control, Combustible, Planta eléctrica. Automatization

## **ABSTRACT**

The purpose of this research was to design a proposal for an automated system for the control of energy supply which is directed towards the Instituto Médico Valera C.A clinic located in the state of Trujillo-Valera. The type of research was projective, the study population was made up of the fuel supply system of the power plant at the Valera Medical Institute (IMV) clinic. This considers all key elements of the current system, such as the fuel storage tank, fuel level gauges, flow meters, pressure sensors, control system, supply pumps, pipes, lines and flow control valves. Additionally, the human factor (personnel involved) in the operation and maintenance of the fuel supply system is two (2) operators of the power plant, maintenance personnel (supervisor), and engineer responsible for the system. The technique used for data collection was direct observation together with a Checklist verification instrument, in addition a description of the elementary components was made to automate the measurement of the fuel tank, in the results obtained critical deficiencies in the elements of fuel. Measurement and control of the current system. Fuel level gauges, flow meters and pressure sensors do not exist in an automated way, preventing accurate fuel monitoring, the automated control system and user interface do not exist as such. On the other hand, a description of the key elements of the system was made to complement the proposal.

**Keywords: Control, Fuel, Power plant**

## INDICE

ACEPTACION DEL TUTOR .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
APROBACION DEL TUTOR.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
VEREDICTO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
DEDICATORIA .....	6
AGRADECIMIENTO .....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT .....	9
INDICE .....	10
INDICE DE TABLAS .....	13
INDICE DE FIGURAS.....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
I FASE: PLANIFICACIÓN.....	17
Diagnostico Situacional.....	17
Problemas de la investigación.....	21
Problema general .....	21
Problemas específicos.....	21
Objetivos de la investigación .....	21
Objetivo general .....	21
Objetivos específicos.....	21
Justificación de la Investigación .....	22
Delimitaciones.....	23
Revisión de la literatura .....	25

Estudios Previos .....	25
Bases teóricas .....	28
Automatización Industrial .....	28
II. FASE DE IMPLEMENTACIÓN .....	35
Tipo y Diseño de la investigación .....	35
Población y muestra .....	36
Técnica e instrumento de recolección de datos .....	37
Validación y Confiabilidad de Instrumentos.....	38
Análisis de datos.....	38
Aplicación del instrumento del instrumento .....	40
Integración de Resultados. ....	54
Síntesis de hallazgos:.....	54
Síntesis de hallazgos:.....	55
Validación de Resultados.....	56
Triangulación de fuentes de datos: .....	56
Consulta con expertos:.....	57
Validación de la metodología: .....	57
Consistencia interna:.....	57
Aplicabilidad: .....	58
Conclusión de la validación:.....	58

III. FASE DE PRESENTACIÓN.....	59
Conclusiones. ....	59
Recomendaciones.....	60
Planteamiento de la propuesta.....	62
Sistema Automatizado Para El Control De Suministro De Planta Eléctrica.....	62
Objetivos de la propuesta .....	63
Objetivo general de la propuesta .....	63
Objetivos específicos de la propuesta .....	63
Justificación de la propuesta .....	64
Beneficiarios de la propuesta .....	66
Desarrollo de la propuesta. ....	67
Descripción del sistema de automatización propuesto fig. 3. ....	68

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	34
Tabla 2 Ficha técnica: Sensor de proximidad.....	47
Tabla 3 Unidad de control.....	49
Tabla 4 Ficha técnica: Indicadores de nivel.....	50
Tabla 5 Ficha Técnica: Sistema de alarmas.....	51
Tabla 6 Ficha Técnica: Interfaz de Usuario.....	53
Tabla 7 Estructura de costos sistema automatizado de medición de nivel de combustible Diésel para la clínica Instituto médico Valera.....	78

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista de la boca de suministro del tanque de almacenamiento de combustible Diesel en el IMV.....	45
Figura 2 Tanque de almacenamiento de combustible diésel IMV.CA. ....	67
Figura 3 Modelo de sistema automatizado para medición de combustible Diesel IMV C.A.....	68
Figura 4 Sistema automatizado propuesto para la clínica IMV.C.A .....	69
Figura 5 Corte de conjunto tanque torreta de medición.....	72
Figura 6 Vista de planta de la torreta de medición .....	72
Figura 7 Soporte de cámara y señalizador de aguja.....	73
Figura 8 Vista y detalle del tubo soporte de araña.....	73
Figura 9 Vista del tubo soporte de araña .....	74
Figura 10 Varilla con flotante .....	75
Figura 11 Interfaz de usuario para operador de registro y control de datos combustible diésel..	76
Figura 12 . Hoja de registros que se llevaría en el mismo archivo de Excel. ....	77

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de la gestión eficiente de recursos energéticos en instituciones de salud, la precisión en la medición y control del combustible diésel para plantas eléctricas de respaldo es crucial. Este trabajo de investigación aborda la propuesta de un sistema automatizado para la medición de combustible diésel en el Médico Valera (IMV) C.A., una innovación tecnológica diseñada para superar las limitaciones de los métodos manuales tradicionales. La propuesta integra tecnologías de sensores, monitoreo visual y procesamiento de datos para ofrecer una solución completa que mejora la precisión, eficiencia y seguridad en la gestión del combustible. A lo largo de este estudio, se detallará el diseño del sistema, sus componentes clave, y los beneficios esperados, destacando cómo esta automatización no solo optimiza los procesos operativos, sino que también contribuye a la continuidad y calidad de los servicios médicos ofrecidos por la institución.

En su configuración fue necesario establecer lo acordado por las autoridades de la facultad de ingeniería de la Universidad Valle del Momboy en cuyo caso se estableció el trabajar la investigación a través de fases que se describen en lo siguiente:

En la fase I está señalada como fase de planificación, que en contenido posee el diagnóstico Situacional, problemas de la investigación, problema general problemas específicos, formulación de objetivos, objetivo general, objetivos específicos, justificación de la investigación, delimitación, revisión de la literatura, estudios previos, bases teóricas seguidos del cronograma de planificación. Continuándose con la II fase de implementación en la cual se encuentran el tipo y diseño de la investigación, población y muestra, diseño de instrumento de recolección de datos, validación y confiabilidad de Instrumentos y como cierre de esta parte el análisis de datos.

Para efectos de la tercera fase III esta muestra en su contenido las conclusiones, recomendaciones, planteamiento de propuesta, diseño de sistema automatizado para la medición de combustible en la clínica IMV, seguido de la contextualización del estudio realizado en dicha clínica, otros a mencionar son la justificación de la propuesta, beneficiarios de la propuesta, desarrollo de la propuesta, referencias y Anexos respectivamente.

## **I FASE: PLANIFICACIÓN**

### **Diagnostico Situacional**

Hoy en día es un hecho la importancia histórica que acarrea la actual era sobre la ciudadanía moderna, una época llena de constante evolución y cambios en todo aspecto y sentido, donde, cada vez es mayor la importancia y la prevalencia de la actualización de ciertos procesos y la renovación de la tecnología en los mismos, especialmente si estos aplican a nuestro ámbito laboral, yendo en conjunto de los hallazgos y avances de la ciencia y las nuevas tecnologías dando pie al uso y manipulación de sistemas y herramientas que facilitan el trabajo de los operadores y optimizan los diferentes procesos de una compañía.

Partiendo desde este punto como base, es indispensable en ciertas ocasiones el diseño de máquinas, artefactos o incluso sistemas completos para lograr tal cometido, en algunos casos siendo necesario la incorporación de innovadoras tecnologías como las de digitalización, sensores, escaneo optando por la automatización industrial para la actualización y optimización de los diferentes procesos de una empresa. Mendoza (2022), dice que:

La transformación digital, en conjunto con los desafíos modernos a los que se enfrenta cualquier empresa dentro del mercado laboral impulsan a las compañías a incluir dentro de su planificación estratégica la incorporación de procesos automatizados que le den pie a mantenerse a flote dentro de la revolución tecnológica (p.2).

Un aspecto interesante sobre el desarrollo de este tipo de tecnologías es la constante evolución de la misma por parte de los países del primer mundo, casos como Estados Unidos o países europeos como España son numerosas las constantes evoluciones y renovaciones de los

diferentes procesos de trabajo. Un caso que representa lo antes mencionado es relatado por Tardón (2023), quien afirma que:

Únicamente el 35% de las organizaciones empresariales han dado con la labor de anexar soluciones del internet con respecto al ámbito industrial de manera masiva. A pesar de ello, el 96% de los encargados, toman como aspecto fundamental la digitalización como fin de llegar a la sostenibilidad (p.2).

Refiriéndose a un punto de vista basado en los registros mundiales acumulados de los países. Hasta hace unos años, América Latina se mantenía varios pasos atrás si de cambios tecnológicos se habla, pues la incorporación diaria de innovaciones como la robótica o la inteligencia artificial, aun en áreas como el mercado laboral se veía aún muy lejos. Sin embargo, debido a una serie de factores como lo ha sido la transición de la pandemia de COVID 19, numerosos países de Latinoamérica se han propuesto a impulsar de sobremanera el desarrollo y aplicación de este tipo de tendencias tecnológicas en sus diferentes regiones, casos como los países de México y Brasil que actualmente se encuentran al borde de una revolución industrial.

En este mismo contexto Schleyer (2019), asevera que “La recreación y posterior evolución de nuevas tecnologías de vía informática comunicativa han dado acceso a la automatización de operaciones, protocolos y procedimientos que hasta el momento se consideraban como imposible automatizar” (p.2). Partiendo de lo antes mencionado, se permite reflexionar sobre el camino en que se encuentran dirigidos los países latinoamericanos con respecto a la automatización en el mercado laboral.

Algo a tomar en cuenta es que Venezuela siendo parte de los países latinoamericanos tercermundista, esta se encuentra pasos atrás del nivel de automatización de los países del primer mundo. Hoy en día es común ver en las diferentes empresas y compañías de la región venezolana

como el concepto de automatización de procesos se ha dejado de lado deteniendo considerablemente la evolución que años atrás se había presentado, en parte debido a la situación sociocultural y económica de los ciudadanos en fin de poder sobrellevar la crisis que el país sigue viviendo. A pesar de ello, en los últimos años se ha visto la aparición de diferentes proyectos en vía a la automatización, como es el caso Chivico (2011) en la Universidad de Carabobo cuya propuesta fue un sistema automatizado de reporte descriptivo del rendimiento estudiantil en la escuela básica Lancaster.

De igual manera, poniendo el enfoque al Estado Trujillo, viéndose en comparación con los demás como uno de los más limitados territorialmente dentro de la república venezolana, y por consecuencia sociocultural de los que menos ha destacado en la cultivación de la práctica de la automatización en su ciudadanía moderna, es de esperarse que son contadas las empresas o compañías que optan de manera rutinaria al uso de la automatización en sus diferentes protocolos organizacionales, dado sea el caso de Industrias Kel. C.A, donde Di Micheli y González (2022) afirman que:

Las fases iniciales dentro del departamento productivo se encontraron en una situación de alta complejidad, pues, no se mantenía presente un recurso económico apto para cubrir la necesidad de mayores niveles productivos, provocando de esta manera que el proceso se mantuviera un ritmo desacelerado y con un estándar de calidad en la mano de obra relativamente alto, pues, para ese entonces se tenía acceso únicamente a un molino como maquinaria dentro del proceso productivo recurriendo a protocolos artesanales para cubrir con la mayor parte de la demanda asignada, incluyendo traslado, mezclado y empaclado de mercancía. (p.10)

Debido a que ha sido un proceso difícil para el crecimiento de la compañía, y que inicialmente sus procesos se mantenían de manera general como Semi-Artesanales, hoy en día pueden gozar de maquinarias y sistemas que les han ayudado a ser la empresa productora.

Finalmente, se fija la mirada al municipio Valera donde se presta especial atención a la empresa privada Aribrasca C.A Instituto Medico Valera, que desde el año 1987 ha tomado como labor esencial la prestación de servicios médicos, clínicos e intensivos en todas las áreas de la medicina moderna, sin discriminación de ningún tipo hacia los ciudadanos de todo el país, siendo un pilar fundamental en el desarrollo de la ciudad de Valera Estado Trujillo. A lo largo de los años, la clínica ha implementado medidas para garantizar el cumplimiento de los parámetros establecidos en la constitución venezolana. Entre estas medidas se encuentra la incorporación de una planta eléctrica, además del anexo al establecimiento de un tanque de gasoil subterráneo. La planta eléctrica proporciona energía de respaldo en caso de fallos en la red pública, mientras que el tanque de gasoil asegura un suministro constante de combustible. Estas medidas permiten a la clínica mantener la continuidad de sus operaciones incluso en situaciones de emergencia.

Pese a ello, en los últimos años se ha visto en la necesidad de un nuevo sistema de medida para tal tanque, pues actualmente se maneja un método artesanal que ha traído diferentes problemas a la institución y al equipo de trabajo encargado de tal laboriosa tarea, problemas como por la falta de precisión y la dificultad de su implementación debido a la inexacta medida del combustible, mismo que provoca además un desvarió en la proporción de la compra y reposición del mismo, por lo que se propone un sistema de medición especialmente adaptado a las características y propiedades del mismo con el fin de optimizar los diferentes procesos que este conlleva dentro de la clínica.

## **Problemas de la investigación**

### **Problema general**

¿Cuál es el diseño de un sistema automatizado para el control de suministro de combustible acorde al tanque de gasoil de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera?

### **Problemas específicos**

¿Cómo es el proceso actual de suministro de combustible de la planta eléctrica de la clínica Instituto Médico Valera?

¿Cuáles serían los elementos fundamentales del sistema de medición de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV?

¿Cuál sería el diseño sistema automatizado del control de suministro de combustible adecuado al tanque de la planta eléctrica de la clínica Instituto Médico Valera IMV?

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Proponer el diseño de un sistema automatizado para el control de suministro de combustible acorde al tanque de gasoil de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar el proceso actual del suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV.
- Describir los elementos fundamentales del sistema de medición de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV.

- Elaborar el diseño de un sistema automatizado del control de suministro de combustible adecuado al tanque de la planta eléctrica de la clínica Instituto Médico Valera IMV a partir de la data recolectada.

### **Justificación de la Investigación**

Como se relató desde un principio la republica venezolana sufre de manera constante de diferentes fallas eléctricas, producto del deplorable estado en que se encuentran las instalaciones del país. Debido a ello las organizaciones que prestan servicios cuya influencia eléctrica se mantienen indispensable como lo es el servicio médico han optado por la utilización de plantas generadoras de electricidad cuya capacidad y uso les permita mantener en funcionamiento un óptimo prestado de servicio y asistencia a la salud de la ciudadanía local.

Bernal (2010), indica que “Dentro de la ejecución de una actividad investigativa, la justificación se presenta como la base por la cual es realizada dicha actividad dando a relucir las razones solidas del propósito de dicha investigación” (p.1).

Desde una perspectiva teórica, basado en la redacción del autor de este trabajo investigativo, se abordaran conceptos e ideas de gran interés para cualquier ingeniero industrial, partiendo de la redacción de autores como lo son Morales (2020) o Acuña (2023), profundizando conceptos que van desde sistemas de control, automatismo industrial, era digital, eficacia y eficiencia, optimización de tiempos y procesos entre otros. Cabe señalar que cada uno de los conceptos presentados representará el pilar en donde se sostendrá el desarrollo y evolución de la investigación.

Desde el punto de vista práctico, se busca diseñar un sistema de medición de gasoil digital y automatizado para la clínica Instituto Medico Valera con el fin de proveerla de una mayor eficiencia y efectividad en la medición, compra y consumo del combustible conduciéndola en un mejor uso de los tiempos de los trabajadores en las operaciones relacionadas a tal medición.

Desde el plano metodológico, la investigación seguirá de precisa y clara cada uno de los lineamientos, normas y exigencias de la Universidad Valle del Momboy con respecto a la elaboración y entrega de los Trabajos Especiales de Grado asegurando de esta manera una investigación que vaya acorde a los estándares de calidad establecidos por esta unidad educativa sirviendo posteriormente como una referencia a futuras investigaciones, sean estas locales, regionales, nacionales e internacionales.

Desde el punto de vista social, siguiendo los lineamientos del autor del presente proyecto de grado, al tratarse de una propuesta la misma tendrá como fin la resolución de una problemática que presenta el instituto médico Valera, llevando de esta manera a una mejor continuidad en la realización y ejecución de los procesos y logrando un trabajo más eficiente.

### **Delimitaciones**

Desde lo espacial: En su ubicación o localización se encuentra en la Av. 6 con Calle 23 Sector los Limoncitos Urb. Las Acacias, Edif. Instituto Médico Valera. Cabe destacar que la presente investigación está enmarcada en la línea de investigación: Desarrollo humano sustentable (Grupo Focal: Producción, Operaciones y logística de las empresas públicas y privadas del estado Trujillo específicamente en el área de diseño industrial).

Los recursos con los que se cuenta para una efectiva recolección de la información necesaria para el establecimiento del diseño, van desde el acceso de información proporcionada

por parte de los diferentes trabajadores, obreros e ingenieros encargados de la supervisión y medición de gasoil del suministro del tanque subterráneo, tomando en cuenta la no disponibilidad de un diseño digitalizado del tanque de gasoil, el tiempo como un factor decisivo en la profundización de la investigación de parte, tanto de los trabajadores, como de los mismos investigadores el cual debe de mantenerse sincronizado y además, del uso de diferentes herramientas tecnológicas (computadoras, teléfonos celulares, tablets, etc.) Y digitales (acceso a internet y sitios web) para una mayor profundización en la obtención y comparación de data.

Desde la temporalidad: Este proyecto se realizará desde el mes de enero 2024 hasta el mes de Julio 2024. Los autores que sustentarán la investigación estarán vinculados a los estudios previos y la sustentación teórica, señalando a los principales autores: Ronceros et al. (2023), Morales et al. (2023), Morales y Pomblas (2022), Liopis et al. (2010), Iriarte (2017), Para Emerson (2017), COVENIN 284291 (1991), Higuera (2005), Moreno (1999), Pérez (2009), Sánchez (2018)

### **Revisión de la literatura**

En este proceso se realiza una revisión exhaustiva de la literatura académica y científica relacionada con el tema de investigación. Se identifican los marcos teóricos y los conceptos clave que guiarán la investigación, lo que permitirá establecer una base sólida para el desarrollo del trabajo:

Realizar una revisión exhaustiva de la literatura académica y científica relacionada con el capital social, la sostenibilidad, la innovación y la responsabilidad social empresarial. Identificar los marcos teóricos y los conceptos clave que guiarán la investigación). Según Arias (2012), el marco teórico es la consecuencia de la revisión documental y bibliográfica, cuyo propósito es obtener información de gran importancia de autores sobre definiciones referentes a la investigación en cuestión, y de esta manera respaldar la información proporcionada en dicha investigación.

### **Estudios Previos**

Ronceros et al. (2023), en su artículo científico titulado “Automatización del Sistema de Deshidratación de Crudo Mediano de una Estación de Flujo”, generado por la Universidad de Oriente. Núcleo Monagas. La finalidad de esta investigación fue desarrollar una propuesta tecnológica que consiente visualizar y monitoreo de las variables dependientes del Sistema de Deshidratación de Crudo Mediano de la Estación de Flujo del Complejo Operacional Amana. De acuerdo a la metodología utilizada esta es de tipo proyecto factible con un enfoque documental oriundo de la organización de PDVSA. La población y muestra de estudio estuvo conformada por el personal que trabaja en la estación de flujo, por otra parte, se revisaron las guías de gerencia de proyectos de inversión de capital, en lo referente a las técnicas utilizada se tienen la entrevistas no

estructuradas y observación directa. En los instrumentos se caracterizaron la guía de entrevista y un cuaderno de notas.

En cuanto a los resultados obtenidos se obtuvo una panorámica completa del funcionamiento del sistema y procesos que se dan en la estación de flujo. Por ende, se pudo determinar los elementos clave que debe de llevar el sistema de automatización del sistema de deshidratación de crudo. Pudiendo así presentar la propuesta indicada en el objetivo general. Considerando la perspectiva anterior La investigación de Ronceros et al. (2023) aporta significativamente al presente estudio al proporcionar un enfoque estructurado para la automatización de sistemas industriales, aplicable al contexto del suministro de combustible para la planta eléctrica.

Este trabajo ofrece valiosos insights sobre la integración de componentes tecnológicos en un sistema cohesivo, demuestra cómo la automatización puede mejorar la eficiencia y precisión en el manejo de fluidos, y proporciona pautas cruciales sobre factores a considerar en el diseño de sistemas automatizados para entornos industriales. Además, el estudio presenta un marco para evaluar los beneficios de la automatización en términos de eficiencia operativa y seguridad, aspectos fundamentales en el manejo de combustible para una planta eléctrica. Estos aportes constituyen una base sólida y ofrecen directrices valiosas para el desarrollo del sistema automatizado de control de suministro de combustible propuesto en la presente investigación.

Otro estudio previo, se tiene al proyecto de grado de Morales et al. (2023) para optar al título de ingeniero electrónico titulado “Diseño del sistema automatizado para el llenado y sellado de baldes de pintura en la empresa pinturas sur” ha tenido como objetivo general el diseñar un sistema automatizado con PLC y sensores para el llenado y sellado de baldes de pintura en la Empresa Pinturas Sur. En su metodología, el tipo de investigación es proyectiva , con un diseño

de campo , así mismo la población y muestra estuvo estructurada por los componentes clave del sistema de llenado y sellado de baldes de pintura , la técnica utilizada fue la observación directa a los instrumentos en pleno funcionamiento del sistema .El análisis de la información permitió el llegar a realizar la propuesta de diseño que pasa de un sistema electromecánico a un sistema electrónico y mecánico automatizado.

Ambos trabajos comparten el objetivo principal de diseñar un sistema automatizado para optimizar un proceso industrial específico. El estudio de Morales et al. (2023) contribuye significativamente a la presente investigación al proporcionar un modelo metodológico valioso para abordar proyectos de automatización. Su enfoque proyectivo y diseño de campo basado en la observación directa de componentes y procesos ofrece una estructura sólida que puede adaptarse eficazmente al contexto de la automatización del suministro de combustible en la planta eléctrica.

Esta metodología permite una comprensión profunda de los elementos y dinámicas del sistema a automatizar, facilitando así el desarrollo de una solución más precisa y adecuada a las necesidades específicas del Instituto Médico Valera. La aplicación de este enfoque en el presente proyecto promete mejorar la calidad y pertinencia del diseño propuesto para el sistema automatizado de control de suministro de combustible.

Por último, Morales y Pomblas (2022), en su artículo presentado por la plataforma de RTE titulado “Sistema automatizado para el control del consumo de glicol regenerado suministrado al sistema de deshidratación del gas natural”. Esta investigación tuvo como propósito principal proponer un sistema automatizado para el control del consumo del glicol regenerado el mismo es suministrado al sistema de deshidratación de gas natural Planta Extracción Jusepín de Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA). Referente al tipo de investigación esta fue de campo con un nivel descriptivo bajo la modalidad de proyecto factible. Para población y muestra incluida para la

recolección de datos esta estuvo conformada por veinte personas del personal de la planta. En las técnicas utilizadas se utilizaron la observación y la entrevista estructurada, además la información de las métricas en funcionamiento fue tomada en el sitio de la instrumentación de la planta, y en cuanto a los resultados obtenidos se pudo determinar cuáles requerimientos se necesitaban para realizar la propuesta del sistema automatizado.

El proyecto de los autores anteriormente citados posee una relación con la presente investigación, se basa en el propósito común de ambos trabajos: la optimización de un proceso mediante la incorporación de un sistema tecnológico automatizado. Con el desarrollo de una propuesta tecnológica que dará acceso al control preciso de las diferentes variables que intervienen directa e indirectamente en el Sistema de Deshidratación de Crudo Mediano de la Estación de Flujo del Complejo Operacional Amana. Por su parte los sistemas son propuestos partiendo de un estudio y análisis de la información lo cual apunta a una solución del problema planteado.

## **Bases teóricas**

### **Sistema**

Para Checkland (1993) el concepto de sistema “engloba la idea de un grupo de elementos conectados entre sí, que forman un todo” (p.17). Este concepto, enmarcado en la teoría general de sistemas, se aplica en el ámbito de la ingeniería de manera análoga a los contenidos relacionados con procesos.

### **Automatización Industrial**

La automatización industrial es sinónimo de automatización y se basa en sistemas que automatizan procesos mecánicos. Para los autores Liopis et al. (2010) lo define como “aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin intervención del operario)” (p.7). En otras palabras, la idea

es reemplazar el control manual, las actividades de toma de decisiones y las reacciones humanas por equipos mecanizados y comandos de programación lógica.

### **Sistema de medición**

Por lo general Los tanques de almacenamiento de combustibles diésel son una parte fundamental de la infraestructura utilizada para el manejo, distribución y suministro de este tipo de combustible en diversos sectores. Estos tanques están diseñados específicamente para contener y proteger el diésel de manera segura, garantizando su calidad y disponibilidad para su uso posterior. Para poder realizar mediciones en los reservorios de combustible se hace necesario conocer las dimensiones o características geométricas del mismo, partiendo del diseño de tanques cilíndrico horizontal. Para Iriarte (2017) “cuando se trata de tanques horizontales la tarea empieza a tornarse un poco más complicada, debido a que es una tarea recurrente conviene automatizar este tipo de cálculos” (p.1).

Expuesto el párrafo anterior, se destaca la importancia de tomar en cuenta tres volúmenes que serían el volumen máximo de líquido en reposo, el volumen intermedio y el volumen útil.

### **Medición**

Para efectos de la medición de tanques destinados para el uso de combustible, en su contenido .Para Emerson (2017) la medición de tanques es “la medición de líquidos en grandes tanques de almacenamiento con el fin de cuantificar el volumen y la masa del producto en los tanques” (p.2).Es importante destacar que para el autor en la actividad de automatización hay que poseer conocimiento de la arquitectura de los elementos clave que llevara el sistema.

### **Suministro**

Con relación al suministro de combustible Diésel en los tanques de almacenamiento es importante tomar en cuenta el manejo de dicho combustible, según la sección COVENIN 284291

(1991) en la sección del procedimiento de recepción de combustibles y específicamente el punto 7.1 antes de la descarga:

Asegurarse de que las bocas de llenado de los tanques de combustible estén debidamente identificadas, observar que las tapas y las bocas de descarga del camión estén debidamente sellados con precintos que tengan la identificación correspondiente de la operadora en particular, realizar el suministro al tanque de almacenamiento, revisar el nivel de combustible en el tanque de almacenamiento según la norma COVENIN 2673 (p. 7)

### **Control**

La definición de control en la presente investigación está relacionada con el control automático en la industria el cual para Higuera (2005) es descrito como “sinónimo de regulación automática << ingeniería de control >> .Donde se utiliza una serie de planteamientos matemáticos con objeto de obtener algoritmos de control aplicables a diferentes tipos de proceso (p.15).

En efecto en la presente investigación surge la necesidad de proponer un sistema de medición del nivel y volumen de combustible.

### **Falla de suministro**

En el contexto de la automatización los problemas de automatización Para Moreno (1999) conciernen a “los problemas prácticos de la teoría y tecnología de los captadores, los accionadores y los ordenadores” (p.7). En el escenario de los sistemas automatizados de abastecimiento de combustible para tanques diésel, los desafíos de la automatización se enfocan primordialmente en la elección y uso apropiado de los sensores necesarios para medir el nivel de combustible líquido en el reservorio de manera certera y confiable. Estos sensores o dispositivos deben desempeñarse

de manera confiable en condiciones extremas, como altas temperaturas, vibraciones y contaminación del combustible.

### **Sensor de proximidad magnético**

Los sensores de proximidad magnéticos son muy utilizados en la industria para la automatización y señalización de procesos. Para Pérez (2009) “basan su funcionamiento en la influencia del campo magnético sobre algunos metales y semiconductores” (p. (529). En esta sección de la investigación, medir el nivel de combustible es importante porque puede indicar el nivel de combustible en el tanque de diésel y también puede activar el mecanismo de alarma. En la industria y la seguridad, existen muchos modelos que se utilizan para realizar estas operaciones de automatización.

### **Transmisores**

Para Sánchez (2018) el transmisor “convierte la señal del sensor en una señal aceptable para el controlador“(p.324). Según lo expuesto convierten la señal del sensor de nivel en una señal eléctrica que puede ser procesada por otros componentes del sistema. Para este caso el sensor es utilizado en el diseño de un señalizador y este se denomina sensor de campo magnético, no obstante, también puede ser utilizado para activar alarmas.

### **Unidad de control**

La unidad de control se traduce en tecnología de sistemas de control, según Bahon y Giner (2004) unidad de control es “aquella área de conocimiento analítico de regulación automática básica, es decir la teoría de control que permite explicar la mayor parte de los procesos industriales estándares con los dispositivos y elementos disponibles en el mercado.” (p.7). Para este caso en la unidad de control se hará uso de un estudio previo de los componentes insertos que poseen

probabilidad de ser utilizados en este proyecto en función de que estos se puedan encontrar en el mercado tecnológico y de manufactura. Por otra parte, en las oficinas de mantenimiento y servicios generales del Instituto médico tendrían la oportunidad de establecer un sistema de control de consumo de combustible Diésel a través del sistema automatizado de medición de volumen de líquido en el tanque de almacenamiento.

### **Indicadores de nivel**

Al considerar este concepto Pérez (2007) establece que para determinar el nivel de combustible en un tanque “se dispone de un flotador adicional encerrado en un recipiente cilíndrico que puede cerrar un contacto eléctrico cuando el nivel de combustible baja de un cierto valor “(p.329). Para el presente proyecto este fundamento teórico servirá de base para el estudio del componente principal para la medición de nivel de combustible Diésel en el tanque de almacenamiento del Instituto Medico Valera C.A. Acompañando al dispositivo mencionado por el autor este contendría en su cuerpo una aguja señalizador codificada que dará información del nivel de combustible en que se encontraría el tanque en un determinado momento.

### **Sistema de alarmas**

Para Liptak (2003). “una alarma es un instrumento indicador que proporciona una señal visible, y/o indicación audible en un valor medido o iniciador. La variable está fuera de los límites, si ha cambiado de segura a una condición insegura y/o ha cambiado de una condición normal a un estado o condición de funcionamiento anormal.”(p.6). En esta investigación la definición encaja perfectamente con la referencia a la automatización de la medición del volumen de combustible existente en un determinado momento en el tanque de almacenamiento ya sea una condición dada por el administrador del sistema para la solicitud de pedido de combustible dentro del rango máximo o mínimo planteado para el tanque .

### **Interfaz de usuario**

El termino interfaz de usuario está familiarizado con las tecnologías de ordenadores o dispositivos móviles , Para Romero (2023) es definido como “un conjunto de componentes que son empleados por el usuario para comunicarse con el ordenador ” (p. 41 ). En el contexto de la investigación referido al diseño de un sistema automatizado para el control de suministro de combustible acorde al reservorio de gasoil de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico, la interfaz de usuario se refiere al punto de interconexión entre el personal de la clínica y el sistema de control de abastecimiento de combustible. Esta interfaz debe ser automática, fácil de usar y proporcionar toda la información necesaria para operar el sistema de manera efectiva.

**Tabla 1 Operacionalización de las variables**

**Objetivo General:** Proponer el diseño de un sistema automatizado para el control de suministro de combustible acorde al tanque de gasoil de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico

Objetivos Específicos	Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica e instrumento
Diagnosticar el estado actual de los elementos del sistema automatizado de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV.		Estado actual de los elementos del sistema automatizado de suministro de combustible	Medición	Técnica
			Suministro	Observación directa
			Control	Instrumento
			Fallas suministro	Checklist
Describir los elementos fundamentales del sistema de medición de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV.	Sistema automatizado de suministro de combustible	Elementos fundamentales del sistema de control de medida	Sensor de proximidad	Revisión documental
			Transmisores	Fichas técnicas
			Unidad de control	
			Indicadores de nivel	
			Sistema de alarmas	
			Interfaz de usuario	
Elaborar el diseño de un sistema automatizado del control de suministro de combustible adecuado al tanque de la planta eléctrica de la clínica Instituto Médico Valera IMV a partir de la data recolectada.				

Nota. El contenido de esta tabla establece el recorrido que debe realizarse para el desarrollo de esta investigación  
Fuente: Elaboración Propia (2024)

## **II. FASE DE IMPLEMENTACIÓN**

En la presente sección, correspondiente a la Fase II (Implementación), se destacan los aspectos metodológicos relevantes de esta investigación, cuyo objetivo general es: “Proponer el diseño de un sistema automatizado para el control del suministro de combustible acorde al tanque de gasoil de la planta eléctrica en la Clínica Instituto Médico”. Para alcanzar este objetivo, se diagnostica el proceso actual del suministro de combustible de la planta eléctrica en la Clínica Instituto Médico Valera (IMV), así como describir los elementos fundamentales del sistema de medición del suministro de combustible de dicha planta. Para cumplir adecuada y efectivamente con los objetivos de la investigación, es necesario contar con una metodología debidamente estudiada y sustentada. En esta sección, se abordaron el tipo y diseño de investigación, la población y muestra, el diseño de técnicas e instrumentos de recolección de datos, y la validación y confiabilidad de los instrumentos utilizados como herramientas para recoger información, el análisis de datos, así como la validación de los resultados.

### **Tipo y Diseño de la investigación**

Este tipo de investigación, consiste en la elaboración de un sistema automatizado, como solución a una necesidad de tipo práctico al Instituto Médico Valera (IMV), a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, en este sentido expresa Hurtado (2010) La investigación de tipo proyectiva es aquella que “Consiste en formular proposiciones o modelos en un determinado campo del conocimiento, a partir de un diagnóstico certero” (p.325).

La investigación de campo es la recopilación de datos nuevos de fuentes primarias para un propósito específico. Es un método de recolección de datos cualitativos encaminado a comprender,

observar e interactuar con las personas en su entorno natural. Según Arias (2006),”consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios)” (p.31).

Esta investigación presenta un enfoque de campo lo que implico que se recopilarán datos clave del contexto real en el que se realiza el estudio, prestando especial atención al capital social y la gestión de calidad en la empresa (IMV).

### **Población y muestra**

Población: Arias (2006)”es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación” (p.81).

Muestra: Arias (2006) “es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” p (.83)

Muestra censal: Ramírez (2000) la define como “aquella en donde todas las unidades son consideradas como muestras” (p.32).

La población de estudio para esta investigación incluye: El sistema de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera (IMV).

Esto incluiría todos los componentes del sistema actual, como el tanque de almacenamiento de combustible, medidores de nivel de combustible, medidores de flujo, sensores de presión, sistema de control, bombas de suministro, tuberías , conductos y válvulas de control de flujo. También El personal involucrado en la operación y mantenimiento del sistema de suministro de combustible que son dos (2) operadores de la planta eléctrica, personal de mantenimiento (supervisor), ingeniero responsable del sistema.

La documentación técnica relacionada con el sistema de suministro de combustible, incluye manuales de operación, registros de mantenimiento, especificaciones técnicas de los componentes

### **Técnica e instrumento de recolección de datos**

Técnica: Arias (2006), "el procedimiento o forma particular de obtener datos o información" (p.67).

Instrumento de recolección de datos: Arias (2006) es "cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. (p.69).

Para el objetivo específico número una de las técnicas utilizada fue la observación directa: Arias (2006), señala que "consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier, hecho fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos" (p.69)

En este mismo objetivo se utilizó el instrumento Checklist que según Gawande (2011), es una lista de comprobación que "no solo ofrece la posibilidad de verificación, sino que también inculcan una especie de disciplina para conseguir el mayor rendimiento "(p.40)

Para el objetivo específico numero dos: Se utilizó la técnica de revisión documental, para Scribano (2007) esta "Consiste en la obtención y análisis de documentos producidos en el curso de la vida cotidiana. Como tal es una técnica obstructiva rica en bosquejar los valores y creencias de los participantes en el campo" (p.33). En este sentido el instrumento de recolección de datos elegido fue la ficha técnica, según Gutiérrez (2015)"es un documento en forma de resumen que contiene la descripción de las características de un producto, servicio o entidad" (p.66).

### **Validación y Confiabilidad de Instrumentos**

Validez de un instrumento: Arias (2012) es preciso “comprobar si el instrumento mide lo que se pretende medir, además de cotejar su pertinencia o correspondencia con los objetivos específicos y variables de la investigación. Este procedimiento puede ser realizado a través del juicio de expertos (p. 135). Para efectos de esta lo realizaran tres expertos de la facultad de ingeniería de la Universidad Valle del Momboy.

Confiabilidad: Según Hernández et.al (2014) expresan que “la confiabilidad de un instrumento de medición se determina a través de diversas técnicas y, se refieren al grado en el cual su aplicación repetida al mismo sujeto de estudio, que producen resultados iguales” (p.200). En vista que el instrumento utilizado fue una lista de comprobación y solo es utilizado por el investigador, lo que lleva a dejar la evaluación del mismo a los expertos elegidos en la validez del mismo.

### **Análisis de datos**

En este apartado se presentan el desarrollo de los instrumentos fijados en la operacionalización de variables ,así pues se dio respuesta a cada objetivo planteado, se trabajó con la técnica de observación directa para verificar los elementos clave existentes en el campo de la medición, seguido de la aplicación de un Checklist o lista de comprobación, luego de esto, se llevó la información recabada a una tabla de datos, obteniéndose una panorámica de la situación existente en el sistema de medición de combustible. .Seguidamente para describir los elementos fundamentales del sistema de medición de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV, se realizó una revisión documental y se aplicaron las ficha técnicas correspondientes que lleva el sistema de medición a utilizar .Obtenido los resultados y el análisis de la información , se procedió a hacer un contraste de la información obtenida con los

autores que fundamentan y sustenta la investigación, acompañado de los estudios o antecedentes que guardan relación con la misma y por último la apreciación del investigador .

**Objetivo 1:** Diagnosticar el estado actual de los elementos del sistema automatizado de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV.

**Variable:** Sistema automatizado de suministro de combustible.

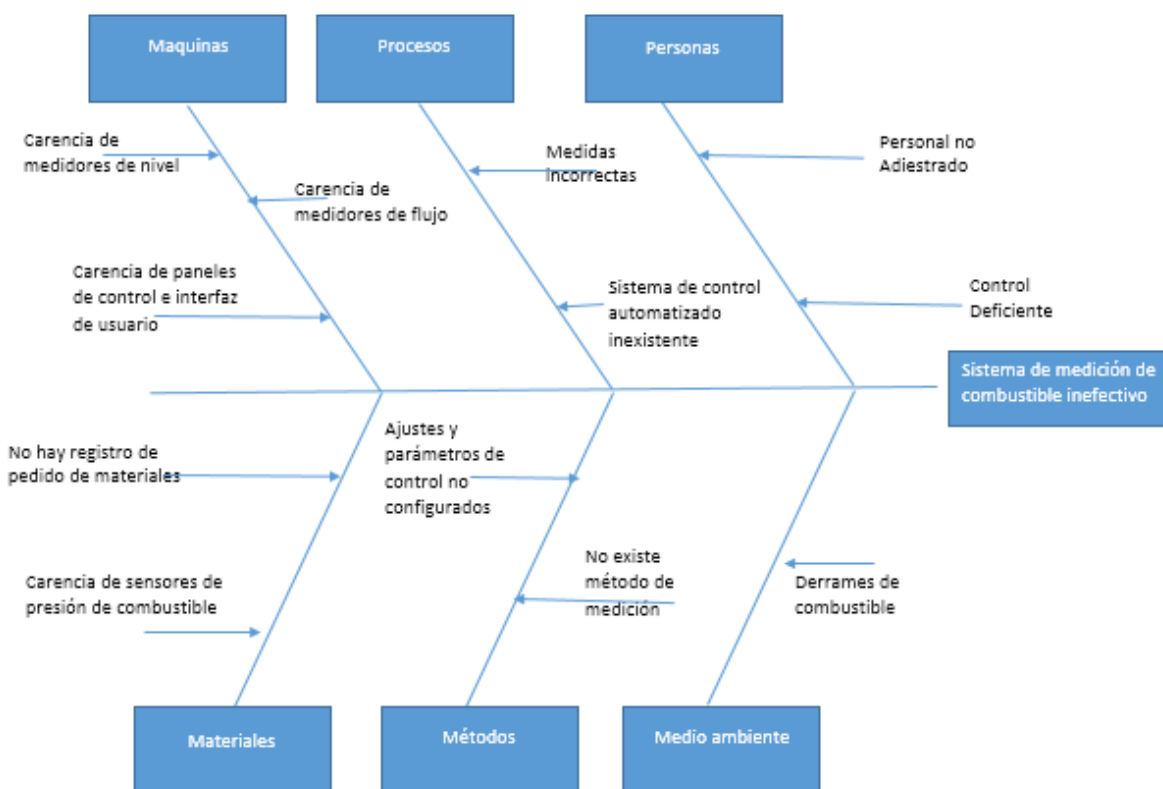
**Dimensión:** Estado actual de los elementos del sistema automatizado de suministro de combustible.

**Indicadores:** Medición, suministro, control, fallas suministro.

### Aplicación del instrumento del instrumento

A continuación, se muestra el diagrama casusa y efecto de Sistema de medición de combustible inefectivo, a través de este análisis, se pretende identificar las causas posibles que afecta el suministro de combustible lo que permitirá buscar información clave para tomar decisiones sobre los elementos más adecuados para implementar con éxito un sistema automatizado de combustible para la planta del Instituto Medico Valera.

**Figura 1 Diagrama causa y efectos**



Nota: Resultados obtenidos por el investigador.

Fuente: Elaboración propia (2024).

Efecto principal: Deficiencias en el sistema de medición y suministro de combustible

- Medición inadecuada

- Medidores de nivel de combustible no funcionan correctamente
- Medidores de flujo de combustible no operan adecuadamente
- Sensores de presión de combustible en mal estado
- Control deficiente
- Sistema de control automatizado no existe.
- Paneles de control e interfaz de usuario no existe
- Ajustes y parámetros de control no configurados apropiadamente
- Fallas en el suministro debido a mediciones imprecisas por un operador
- Causas de fallas identificadas (fugas, obstrucciones, fallas de componentes)

Análisis de los hallazgos:

- Problemas de medición y monitoreo: El sistema actual presenta deficiencias significativas en la medición y monitoreo del combustible. Los medidores de nivel, flujo y presión no están funcionando correctamente, lo que impide un seguimiento preciso del estado del combustible. Esto puede llevar a estimaciones incorrectas de las reservas de combustible y dificultar la planificación del reabastecimiento.
- Problemas de almacenamiento: El tanque de almacenamiento de combustible no está en buenas condiciones, lo que plantea riesgos potenciales de fugas, contaminación del combustible o incluso fallas estructurales. Esta situación podría comprometer la integridad del suministro de combustible y representar un peligro para la seguridad.

- Deficiencias en el control automatizado: El sistema de control automatizado, incluyendo los paneles de control y la interfaz de usuario, no existen. Además, los ajustes y parámetros de control no están configurados apropiadamente. Esto sugiere una falta de capacidad para gestionar eficientemente el suministro de combustible de manera automática, lo que podría resultar en ineficiencias operativas y posibles errores humanos.

Fallas en el suministro:

- Se han identificado fallas o interrupciones en el suministro de combustible, y esto se debe a posibles causas como una medición con muchos errores por parte del operador y esto hace que no se tome en cuenta la exactitud de la medición por lo que se pueden hacer pedidos atemporales para realizar el suministro.
- Aspectos positivos:
- A pesar de los problemas identificados, hay elementos que están funcionando correctamente, como la bomba de suministro de combustible, las tuberías y conductos sin fugas ni obstrucciones, y las válvulas de control de flujo. Además, se han implementado protocolos de seguridad y contingencia, lo que proporciona cierto nivel de protección.

Basándose en la información proporcionada, se realizará a continuación un análisis amplio del estado actual del sistema de suministro de combustible en la clínica Instituto Médico Valera (IMV) contrastando los resultados con los sustentos teóricos:

Elementos de Medición: Estos elementos están relacionado con los fundamentos teóricos.

Según la definición de Emerson (2017) sobre la medición de tanques como “la medición de líquidos en grandes tanques de almacenamiento con el fin de cuantificar el volumen y la masa del producto en los tanques” (p.2), respalda la importancia de tener elementos de medición funcionales. La situación actual del sistema de combustible diésel en la Clínica Instituto Médico Valera contrasta notablemente con la importancia que Iriarte (2017) atribuye a la automatización de cálculos en tanques horizontales. En el caso de la clínica, se evidencia un escenario donde los elementos de medición se encuentran inoperantes, lo cual subraya la urgente necesidad de implementar un sistema automatizado eficiente, tal como sugiere Iriarte en su estudio.

#### Elementos de Suministro:

El mejor estado de los elementos de suministro se alinea con las directrices de la norma COVENIN 284291 (1991) sobre el manejo y suministro de combustible Diésel. Para este caso contrasta con la normativa Covenin. Ósea todos los elementos están en cumplimiento.

Elementos de Control: La definición de Higuera (2005) sobre control automático como el uso de “planteamientos matemáticos con objeto de obtener algoritmos de control aplicables a diferentes tipos de proceso” (p.15), subraya la importancia de un sistema de control automatizado funcional. Por su parte el estado actual del sistema, se encuentra operando principalmente de forma manual y solo se realizan mediciones con una varilla que se introduce desde la entrada de alimentación del tanque de combustible hacia su interior hasta que toca fondo , se extrae y se mide cuanto de profundidad de líquido existe en el reservorio , por tanto aquí no hay cálculos matemáticos y solo se hace de manera imprecisa ,esto presenta divergencia con lo planteado en la definición de automatización industrial de Liopis et al. (2010) como un sistema “capaz de reaccionar de forma automática (sin intervención del operario)” (p.7)

#### Elementos de Medición:

Convergencia: La definición de Emerson (2017) sobre la medición de tanques como “la medición de líquidos en grandes tanques de almacenamiento con el fin de cuantificar el volumen y la masa del producto en los tanques” (p.2), esta respalda la importancia de tener elementos de medición funcionales.

Divergencia: La situación actual del sistema, con todos los elementos de medición no funcionales, contrasta con la importancia que Iriarte (2017) da a la automatización de cálculos en tanques horizontales.

#### Elementos de Suministro:

Convergencia: El mejor estado de los elementos de suministro se alinea con las directrices de la norma COVENIN 284291 (1991) sobre el manejo y suministro de combustible diésel.

Divergencia: El mal estado del tanque de almacenamiento contradice estas mismas directrices y representa un riesgo para el sistema.

#### Elementos de Control:

Convergencia: La definición de Higuera (2005) sobre control automático como el uso de “planteamientos matemáticos con objeto de obtener algoritmos de control aplicables a diferentes tipos de proceso” (p.15) subraya la importancia de un sistema de control automatizado funcional.

Divergencia: El estado actual del sistema, operando principalmente de forma manual, contrasta con la definición de automatización industrial de Liopis et al. (2010) como un sistema “capaz de reaccionar de forma automática (sin intervención del operario)” (p.7)

#### Fallas en el Suministro:

La identificación de posibles causas de fallas no se alinea con la observación de Moreno (1999) sobre los problemas prácticos en la teoría y tecnología de los captadores, accionadores y ordenadores en la automatización. En lo que refiere a las fallas en el suministro de combustible a pesar de no poseer mediciones ni objetos de automatización estas no presentan observaciones de fallas de tipo operativo, sin embargo, la falta de un registro detallado de fallas contradice la importancia de la gestión de fallas en sistemas automatizados. Para el caso de la clínica IMV no existen automatizados de la información todo se hace de manera correctiva a la hora de solucionar problemas.

#### Observaciones del investigador:

A través de una inspección realizada al sistema de almacenamiento de combustible Diésel de la clínica IMV se pudo observar que el tanque de almacenamiento se encuentra encerrado en un embaulamiento de concreto, esto por razones de seguridad, y por modo reservado no se puede fotografiar el investigador con algún miembro de la institución. A continuación, se muestran las fotografías de la boca de alimentación del tanque por donde se realiza el proceso de medición de combustible de manera ortodoxa (Figura 1, a y b).

**Figura 2 Vista de la boca de suministro del tanque de almacenamiento de combustible Diésel en el IMV.**



Nota: Figura (1a) izquierda presenta vista de la boca de alimentación del tanque cerrado, figura (1b).

Fuente: Elaboración propia (2024)

#### Análisis general:

El sistema actual presenta deficiencias críticas, principalmente en las áreas de medición y control. La falta de instrumentos de medición funcionales impide un monitoreo preciso del combustible, lo que puede llevar a decisiones incorrectas en el suministro. Aunque los elementos de suministro están en mejor estado, el mal estado del tanque de almacenamiento es preocupante. La ausencia de un sistema de control automatizado funcional, junto con interfaces de usuario defectuosas, sugiere que el sistema está operando principalmente de forma manual, lo que aumenta el riesgo de errores humanos y reduce la eficiencia. Por otra parte, la implementación de protocolos de seguridad es un punto positivo, pero puede no ser suficiente dado el estado general del sistema. Este análisis resalta la necesidad urgente de modernizar y automatizar el sistema de suministro de combustible en la clínica IMV, en consonancia con lo anterior, este estudio se propone el diseño de un novedoso sistema automatizado, alineándose perfectamente con el objetivo principal de esta investigación.

**Objetivo 2:** Describir los elementos fundamentales del sistema de medición de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV.

**Variable:** Sistema automatizado de suministro de combustible


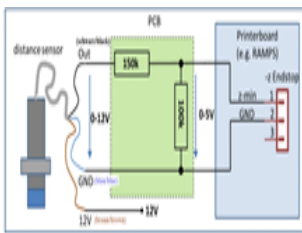
**Dimensión:** Elementos del sistema de control de medida

**Indicadores:** Sensor de proximidad: Transmisores, unidad de control, Indicadores de nivel, sistema de alarmas, Interfaz de usuario.

## Aplicación de la técnica e instrumento

Para la recolección de información de esta sección se ha hecho énfasis en aplicar la técnica de revisión documental conjuntamente con la aplicación de fichas técnicas las cuales se describen a continuación. No obstante, es necesario revelar el hecho que la institución no posee en la actualidad ningún tipo de sistema automatizado, sin embargo, el mostrar las fichas será de gran ayuda a la hora de considerar los elementos o características de cada uno de los componentes del automatismo que debería contener el sistema automatizado de medición del tanque de almacenamiento.

**Tabla 2 Ficha técnica: Sensor de proximidad**

 Ficha Técnica: Sensor de Proximidad			
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Tanque de almacenamiento para planta eléctrica	
Descripción: Los sensores de proximidad son dispositivos que detectan la presencia o ausencia de objetos u materiales sin contacto físico.			
Función: 	Ubicación: Base de medición	Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Inductivos (para materiales metálicos) <input type="checkbox"/> Capacitivos (para materiales no metálicos) <input type="checkbox"/> Fotoeléctricos (haz de luz) <input type="checkbox"/> Ultrasónicos (ondas sonoras)	Señal de salida: Digital 0 (apagado) 1 (encendido) Datos y modelo Marca: Heschen M18 Tipo: LJ18A3-8-Z/BY detector de 8 mm, PNP normalmente abierto

Características técnicas
<input type="checkbox"/> Rango de detección (distancia de operación) :8mm
<input type="checkbox"/> Tamaño del objeto detectable :
<input type="checkbox"/> Materiales detectables: Metales
<input type="checkbox"/> Requisitos de alimentación eléctrica: 10-30VDC 200mA
<input type="checkbox"/> Tipo de salida de señal (analógica, digital): Digital
<input type="checkbox"/> Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales: temperatura de trabajo 20 a 70°C
Aplicaciones en el sistema de combustible
<input type="checkbox"/> Detección de nivel de combustible en tanques
<input type="checkbox"/> Monitoreo de flujo de combustible en tuberías
x Control de válvulas y actuadores
Mantenimiento
<input type="checkbox"/> Limpieza y ajuste de alineación : facilidad y ajustable
<input type="checkbox"/> Reemplazo de componentes desgastados : es mejor cambiar a la hora de sustituir

.Nota: Descripción del componente inductivo

Fuente: Elaboración propia (2024)

Un interruptor de sensor de proximidad inductivo es un dispositivo electrónico que detecta la presencia de objetos metálicos sin necesidad de contacto físico, este funciona generando un campo electromagnético alrededor de su cara frontal. Cuando un objeto metálico se acerca al sensor, este campo se ve afectado, lo que provoca un cambio en la señal de salida del sensor. Este cambio de señal se utiliza para indicar la presencia del objeto. Esto se encuentra con lo expresado por Pérez (2009) quien señala que su funcionamiento depende de un campo magnético lo cual al inducir una corriente este hace que se activen las compuertas NPN o PNP para enviar la señal de registro al dispositivo que monitorea esta señal.

Se puede destacar que el sensor de proximidad moderno no requiere de la etapa de transmisión, puesto que el campo magnético se activa cuando un metal se encuentra cerca del sensor. Este envía una señal digital que puede conectarse directamente a alarmas o incluso a señalizadores con

bombillas de 110 voltios. Esta característica del sensor moderno simplifica su instalación y amplía sus posibilidades de aplicación en sistemas de monitoreo y control automatizados.

**Tabla 3 Unidad de control**

Ficha Técnica: Unidad de Control	
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible Equipo: Planta Eléctrica
Descripción: La unidad de control es el dispositivo central que procesa las señales de los sensores y transmisores, ejecuta la lógica de control del sistema y genera las señales de salida para controlar los actuadores y elementos finales.	
Tipos de unidad de control :	
<input type="checkbox"/> Controlador Lógico Programable (PLC) <input type="checkbox"/> Sistema de Control Distribuido (DCS) <input type="checkbox"/> Computadora Industrial (IPC) <input checked="" type="checkbox"/> Señalizador luminoso	Datos y Modelo Piloto Señalizador Led Rojo 1 Modulo Niessen Zenit
Características técnicas	
<input type="checkbox"/> Procesador (tipo, velocidad, memoria) : No Aplica	
<input type="checkbox"/> Señal de entradas y salida (Digital/Analógica): Si Aplica	
<input type="checkbox"/> Protocolos de comunicación (Ethernet, Modbus, Profibus, etc.): No Aplica	
<input type="checkbox"/> Materiales de construcción:	
<input type="checkbox"/> Requisitos de alimentación eléctrica: 110-250v 16 Ac	
<input type="checkbox"/> Materiales de construcción compatibles con el medio: Plásticos resistentes en su recubrimiento	
<input type="checkbox"/> Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales: 20°C a 70°C	
Aplicaciones en el sistema de combustible	
<input type="checkbox"/> Monitoreo de presión en tuberías y tanques Medición de flujo de combustible <input type="checkbox"/> Detección de nivel de combustible en tanques	
Mantenimiento	
<input type="checkbox"/> Calibración periódica: No Aplica <input type="checkbox"/> Limpieza y reemplazo: Solo sustituto o reemplazo igual características <input type="checkbox"/> Verificación de fugas y daños : No Aplica	

Nota: Descripción del componente señalizador

Fuente: Elaboración propia (2024)

La unidad de control, también conocida como controlador, es el cerebro del sistema de control, siendo la responsable de la recepción de señales de los sensores. Por tanto, la unidad de control recibe las señales digitales de los sensores de proximidad inductivos. Estas señales indican la presencia o ausencia de objetos metálicos en los puntos de detección del sensor. En el

procesamiento de señales la unidad de control procesa las señales recibidas de los sensores para interpretar el estado del sistema. Esto puede implicar filtrar el ruido, aplicar lógica de control y combinar las señales de múltiples sensores. Ejecución de la lógica de control: La unidad de control ejecuta la lógica de control del sistema, que define cómo debe responder el sistema a las entradas de los sensores. La lógica de control puede ser simple o compleja, dependiendo de la aplicación.

En este caso se aplica a la sección de monitoreo de la unidad de control de medición del sistema de medición de combustible diésel de la Clínica IMV. En cuanto a la generación de señales de salida la unidad de control genera las señales de salida necesarias para controlar los actuadores y elementos finales del sistema. Estas señales pueden ser señales digitales o analógicas, dependiendo del tipo de actuador. Siendo así, Cabe decir que Bahon y Giner (2004) están en consonancia con este concepto por lo que este tipo de dispositivo se adecua a lo señalado en su fundamentación teórica relacionada con el monitoreo u automatismo de la teoría del control.

**Tabla 4 Ficha técnica: Indicadores de nivel**

Ficha Técnica: Indicadores de Nivel		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta Eléctrica
	Ubicación: sobre el tanque de combustible	
Descripción: Los indicadores de nivel son dispositivos que permiten visualizar el nivel de combustible presente en el tanque de almacenamiento o en otros recipientes del sistema.		
Tipos de Indicadores de Nivel :		
Indicadores de flotador y varilla <input type="checkbox"/> Indicadores de presión hidrostática <input type="checkbox"/> Indicadores de presión diferencial <input type="checkbox"/> Indicadores de ultrasonido <input type="checkbox"/> Indicadores de radar	Datos y Modelo Construcción o fabricado por la misma clínica	
Características técnicas		
<input type="checkbox"/> Rango de medición (capacidad del tanque) :1.80m de altura		
<input type="checkbox"/> Resolución y precisión : Escala métrica con cinta métrica		
<input type="checkbox"/> Materiales de construcción (compatibles con el combustible): Metálico		
señal de salida (mecánica): Solo por movimiento mecánico		
<input type="checkbox"/> Requisitos de alimentación eléctrica: No aplica se mueve con el nivel del fluido		
<input type="checkbox"/> Temperatura de operación 0°C a 40°C		
<input type="checkbox"/> Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales: Ninguno		
Principios de funcionamiento		

Flotador y varilla: Elemento flotante conectado a un indicador mecánico
<input type="checkbox"/> Presión hidrostática: Medición de presión ejercida por el líquido
<input type="checkbox"/> Ultrasonido: Tiempo de recorrido de ondas ultrasónicas reflejadas
<input type="checkbox"/> Radar: Tiempo de recorrido de ondas de radar reflejadas
Mantenimiento
<input type="checkbox"/> Calibración periódica: Frecuencia mensual
<input type="checkbox"/> Limpieza y reemplazo de componentes desgastados: sustitutos y reemplazos fabricados por la misma clínica
<input type="checkbox"/> Verificación de fugas o daños
Interfaz con otros componentes
<input type="checkbox"/> Conexión con el sistema de control y monitoreo
<input type="checkbox"/> Posible Integración con el sistema de alarmas: Sensores de proximidad

Nota: Descripción del componente para medir la altura de combustible Diésel

Fuente: Elaboración propia (2024)

Indicadores de nivel visual: Estos indicadores utilizan una ventana transparente o una mirilla para mostrar el nivel del fluido directamente. Son simples y económicos, pero pueden ser imprecisos en entornos con poca luz o con líquidos opacos. En concordancia con Pérez (2007), estos indicadores son de tipo mecánico y pueden utilizar flotadores con elemento flotante que sube o baja según sea el caso del nivel de combustible este contenido en el reservorio de Diésel

**Tabla 5 Ficha Técnica: Sistema de alarmas**

Ficha Técnica: Sistema de alarmas		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible Ubicación: Tanque de combustible	Equipo: Planta Eléctrica
Descripción: El sistema de alarmas tiene como función principal monitorear las condiciones de operación del sistema de suministro de combustible y alertar al personal cuando se presenten situaciones anormales o de riesgo.		
Tipos		Datos y modelo Fabricados en la clínica IMV
Características técnicas		
Alarmas de proceso (niveles altos/bajos, sobrepresiones, fallas de flujo, etc.)		
<input type="checkbox"/> Alarmas de seguridad (fugas, incendios, derrames, etc.)		
<input type="checkbox"/> Alarmas de mantenimiento (averías, fallas de componentes, etc.)		
Entradas de señales analógicas y digitales		
Niveles de prioridad de alarmas (alto, medio, bajo)		
Salidas de alarma (luces, sirenas, notificaciones, etc.)		
<input type="checkbox"/> Registro de eventos y alarmas		
Lógica de activación de alarmas (valores límite, condiciones, etc.)		
Interfaz con el sistema de control y monitoreo		
<input type="checkbox"/> Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales: ninguno		
Principios de funcionamiento		

<p>Monitoreo continuo de variables críticas del proceso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Detección de condiciones anormales y activación de alarmas</li> </ul> <p>Notificación visual y sonora de alarmas: Solo visual</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Registro de eventos y alarmas para análisis posterior</li> </ul>
<p>Mantenimiento</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pruebas periódicas de funcionamiento de alarmas: Semanal</li> <li><input type="checkbox"/> Calibración y ajuste de niveles de activación: mensual</li> <li><input type="checkbox"/> Reemplazo de componentes defectuosos o desgastados: Sustituir componente</li> </ul>
<p>Componentes</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Unidad de control de alarmas (hardware y software): No aplica</li> <li><input type="checkbox"/> Sensores y transmisores (nivel, presión, temperatura, etc.): Solo sensores de nivel</li> <li><input type="checkbox"/> Dispositivos de salida de alarma (luces, sirenas, pantallas, etc.): Señalizadores luminosos</li> <li><input type="checkbox"/> Cableado y conexiones eléctricas: según proveedor y costo</li> </ul>

Nota: Descripción del componente para señalización y aviso de nivel de combustible de combustible Diésel.

Fuente: Elaboración propia (2024)

Los sistemas de suministro de combustible son esenciales para el funcionamiento de diversos sectores, como el transporte, la industria y la agricultura. Para garantizar su seguridad y eficiencia, se utilizan sistemas de alarmas que monitorean variables como el nivel de combustible, la presión, la temperatura y el flujo. Estos sistemas detectan situaciones anormales como niveles bajos o altos de combustible, presiones fuera de rango, temperaturas extremas, flujo irregular o presencia de agua en el combustible. Al detectar estas anomalías, activan alarmas auditivas y visuales, envían notificaciones al personal y pueden incluso implementar protocolos de seguridad como el cierre de válvulas o la desactivación de bombas.

Los componentes principales de un sistema de alarmas incluyen sensores, una unidad de control, dispositivos de alerta y software de monitoreo. La elección del tipo de sistema de alarmas adecuado depende del tamaño, la complejidad y los riesgos asociados al sistema de suministro de combustible. En esta línea descriptiva Liptak (2003) establece que un instrumento indicador

proporcionaría una señal de salida dependiendo de la condición que esta tenga, en cuyo caso la alarma menos riesgosa es la de la señal luminosa.

**Tabla 6 Ficha Técnica: Interfaz de Usuario**

Ficha Técnica:		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Medidor de nivel de combustible Diésel
	Ubicación: Oficinas de monitoreo de la clínica IMV	
Descripción: La interfaz de usuario es el medio por el cual los operadores interactúan con el sistema de control y monitoreo del suministro de combustible. Permite visualizar datos, configurar parámetros y ejecutar acciones de control.		
Tipos		Datos y modelo
Interfaz de operador (HMI) local <input type="checkbox"/> Estación de trabajo remota (SCADA) Aplicación móvil o web		Ubicación Local
Características técnicas		
Resolución y tamaño de pantalla(s): Monitores PC o android celulares		
<input type="checkbox"/> Capacidades gráficas y visualización de tendencias		
<input type="checkbox"/> Niveles de acceso y seguridad (contraseñas, permisos)		
<input type="checkbox"/> Protocolos de comunicación (Ethernet, OPC, Modbus, etc.)		
<input type="checkbox"/> Idiomas y opciones de personalización		
Principios de funcionamiento		
<input checked="" type="checkbox"/> Visualización de variables de proceso (niveles, flujos, presiones, etc.)		
<input checked="" type="checkbox"/> Presentación de alarmas y eventos		
<input checked="" type="checkbox"/> Configuración de parámetros de control		
<input checked="" type="checkbox"/> Inicio/Paro de equipos y actuadores		
<input checked="" type="checkbox"/> Registro de datos y generación de informes		
<input checked="" type="checkbox"/> Navegación por diferentes pantallas y menús		
Mantenimiento		
<input type="checkbox"/> Actualizaciones de software y sistema operativo		
Respaldo de configuraciones y datos		
<input type="checkbox"/> Limpieza de pantallas y componentes		
<input type="checkbox"/> Capacitación a operadores en el uso de la interfaz		
componentes		
<input type="checkbox"/> Pantalla(s) de visualización ; Aplica		
<input type="checkbox"/> Dispositivos de entrada (teclado, ratón, pantalla táctil) :Aplica		
<input type="checkbox"/> Unidad de procesamiento (computadora, PLC, panel de operador) :Aplica		
<input type="checkbox"/> Software de interfaz de usuario		

Nota: Sala de control, supervisión o monitoreo del nivel de combustible y Diésel.

Fuente: Elaboración propia (2024).

La interfaz de usuario es necesaria para el sistema de medición moderno ya que este provee con mayor rapidez la información que arroja el equipo de medición y sus componentes automatizados, cabe decir, que para efectos del sistema de medición de combustible efectivo en la clínica IMV este podrá tomar datos desde el sitio donde ocurre el cambio de nivel de combustible que a su vez será tomado por un monitoreo de cámaras en la ubicación del equipo de medición. Por ello Romero (2023) existe una comunicación constante entre el usuario y un ordenador, de este modo el sistema automatizado revela la información in situ permitiendo a un operador verificar el nivel preciso de combustible existente en el tanque de almacenamiento de Diésel de la clínica IMV.

### **Integración de Resultados.**

**Objetivo 1:** Diagnosticar el estado actual de los elementos del sistema automatizado de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV.

#### **Síntesis de hallazgos:**

El diagnóstico reveló deficiencias críticas en el sistema actual, principalmente en las áreas de medición y control. Los elementos de medición (medidores de nivel, flujo y sensores de presión) no existen por tanto el sistema actual de medición de combustible no funcionan correctamente, lo que impide un monitoreo preciso del combustible. Los elementos de suministro muestran un mejor desempeño, con la bomba, tuberías y válvulas operativas, pero el tanque de almacenamiento está en condiciones de mejora. El sistema de control automatizado y la interfaz de usuario no responden adecuadamente, lo que resulta en una operación principalmente manual.

Estos hallazgos cuantitativos se alinean con las observaciones cualitativas basadas en la teoría. Por ejemplo, la situación actual diverge significativamente del concepto de sistema integrado de Checkland (1993) y no cumple con la definición de automatización industrial de Liopis et al. (2010).

**Objetivo 2:** Describir los elementos fundamentales del sistema de medición de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica IMV.

### **Síntesis de hallazgos:**

Teniéndose conocimiento de la no existencia de un sistema de medición y control efectivo, se describieron los elementos fundamentales identificados necesarios e imprescindibles para dicho sistema, estos incluyen sensores de proximidad magnéticos (Pérez, 2009), transmisores (Sánchez, 2018), unidad de control (Bahon y Giner, 2004), indicadores de nivel (Pérez, 2007), sistema de alarmas (Liptak, 2003) e interfaz de usuario (Romero, 2023).

La descripción teórica de estos elementos contrasta con el estado actual del sistema. Por ejemplo, la importancia de la medición precisa destacada por Emerson (2017) no se refleja en el sistema actual, donde los elementos de medición no funcionan correctamente. La falta de un sistema de control automatizado funcional contradice la definición de automatización industrial de Liopis et al. (2010) y resalta la necesidad de implementar los conceptos de control automático descritos por Higuera (2005). La descripción cualitativa de los elementos fundamentales del sistema, basada en diversos autores, proporciona una base teórica sólida para abordar las deficiencias cuantitativas identificadas en el diagnóstico, con, la implementación de sensores de proximidad magnéticos, como los descritos por Pérez (2009), podría resolver los problemas de medición identificados en el diagnóstico cuantitativo.

Esta síntesis integrada de los hallazgos cuantitativos y cualitativos proporciona una comprensión holística del problema y justifica la necesidad de un nuevo diseño de sistema automatizado que cumpla con los estándares teóricos y aborde las deficiencias prácticas identificadas.

### **Validación de Resultados.**

Basándose en la información de los antecedentes o estudios previos, se procederá a validar los resultados la investigación utilizando técnicas de triangulación y comparación con estudios previos. Esto ayudará a garantizar la rigurosidad y credibilidad de los hallazgos.

#### **Triangulación de fuentes de datos:**

a) Comparación con estudios previos: El diagnóstico del estado actual del sistema de suministro de combustible se alinea con los hallazgos de Ronceros et al. (2023), quienes también identificaron la necesidad de visualizar y monitorear variables clave en un sistema industrial. La propuesta de diseño de un sistema automatizado es similar al enfoque de Morales et al. (2023), quienes pasaron de un sistema electromecánico a uno electrónico y mecánico automatizado. Así pues, la identificación de requerimientos para el sistema automatizado en el estudio se asemeja al proceso seguido por Morales y Pomblas (2022) en su proyecto de control automatizado.

#### b) Comparación con teoría:

Los hallazgos sobre la importancia de los sensores y transmisores se alinean con las definiciones proporcionadas por Pérez (2009) y Sánchez (2018) respectivamente.

La necesidad de una unidad de control eficiente en la propuesta se corresponde con la definición de Bahon y Giner (2004) sobre unidades de control en sistemas automatizados.

**Consulta con expertos:**

Para fortalecer la validación, se han de presentar los hallazgos a expertos en el campo de la automatización industrial y sistemas de control. Esto incluye ingenieros de la clínica Instituto Médico Valera con experiencia en sistemas de suministro de combustible (estos han dado respuesta convergente y coinciden con los hallazgos), Académicos de la universidad Valle del Momboy especializados en automatización industrial (jurados de la tesis) y Profesionales de empresas que diseñan sistemas automatizados similares.

Retroalimentación de interesados clave: Se presentaron los resultados a la administración de la clínica Instituto Médico Valera, así como al personal de mantenimiento responsable del sistema de suministro de combustible. Otros incluidos en este son los Operadores de la planta eléctrica, ya que ellos han confirmado la relevancia práctica de los hallazgos para desarrollar una propuesta.

**Validación de la metodología:**

El enfoque metodológico de investigación proyectiva con diseño de campo se alinea con los métodos utilizados en los estudios previos, como el de Morales et al. (2023) y Morales y Pomblas (2022), lo que respalda la validez de este enfoque.

**Consistencia interna:**

Los resultados en el diagnóstico (deficiencias en medición y control) son consistentes con una posible propuesta de diseño (implementación de sensores precisos y sistema de control automatizado), lo que refuerza la coherencia interna de la investigación.

**Aplicabilidad:**

La similitud de la propuesta con proyectos exitosos en otros contextos industriales (como los mencionados en los antecedentes) sugiere una alta aplicabilidad de este diseño en el contexto de la clínica Instituto Médico Valera.

**Conclusión de la validación:**

La triangulación de datos, la alineación con estudios previos y teorías establecidas, y la consistencia interna de tus hallazgos proporcionan una base sólida para la validez de los resultados. Sin embargo, para una validación completa, se recomienda obtener retroalimentación de expertos e interesados clave como se sugirió anteriormente. Esto no solo reforzará la credibilidad de la investigación, sino que también podría proporcionar insights adicionales para refinar la propuesta de diseño.

### **III. FASE DE PRESENTACIÓN**

En esta sección se realiza la presentación de las conclusiones y recomendaciones y las posibles propuestas dependiendo de los objetivos planteados durante la investigación.

#### **Conclusiones**

Objetivo 1: Diagnosticar el estado actual de los elementos del sistema automatizado de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico Valera IMV. En este apartado de la investigación se identificaron deficiencias críticas en los elementos de medición y control del sistema actual. Los medidores de nivel de combustible, medidores de flujo y sensores de presión no existen de forma automatizada, impidiendo un monitoreo preciso del combustible. En este sentido el sistema de control automatizado y la interfaz de usuario (no existe como tal) no responden adecuadamente, resultando en una operación principalmente manual y ortodoxa. Aunque los elementos de suministro (bomba, tuberías y válvulas) están operativos, el tanque de almacenamiento se encuentra en condiciones de mejora u actualización. Las deficiencias reveladas aumentan el riesgo de errores humanos y reducen la eficiencia operativa del sistema de suministro de combustible.

Objetivo2: Describir los elementos fundamentales del sistema de medición de suministro de combustible de la planta eléctrica en la clínica IMV.

Se describieron como componentes clave: sensores de proximidad magnética, transmisora, unidad de control, indicadores de nivel, sistema de alarmas e interfaz de usuario., así mismo los sensores de proximidad magnéticos o inductivos son cruciales para medir el nivel de combustible y activar mecanismos de alarma. Otro en particular, es la unidad de control ya que es fundamental

para gestionar la información y tomar decisiones automáticas. Los indicadores de nivel, el sistema de alarmas y la interfaz de usuario son vitales para el monitoreo y la interacción eficiente con el sistema. La implementación efectiva de estos elementos es crucial para lograr un sistema de medición preciso y confiable.

Según los hallazgos de los dos primeros objetivos específicos dan suficiente información importante y relevante a la hora de elaborar el diseño de un sistema automatizado del control de suministro de combustible adecuado al tanque de la planta eléctrica de la clínica IMV a partir de la data recolectada.

Estas conclusiones responden directamente a cada objetivo específico de la investigación, proporcionando una síntesis clara de los hallazgos y su relevancia para el campo de estudio.

### **Recomendaciones**

**Implementación del sistema automatizado:** Se recomienda proceder con la implementación del sistema automatizado de control de suministro de combustible diseñado en este estudio. Esta acción mejorará significativamente la eficiencia y seguridad del suministro de combustible en la planta eléctrica de la clínica Instituto Médico Valera.

**Capacitación del personal:** Es crucial proporcionar una capacitación exhaustiva al personal de la clínica sobre el uso y mantenimiento del nuevo sistema automatizado. Esto asegurará una transición suave y una operación eficiente del nuevo sistema.

**Mantenimiento preventivo:** Establecer un programa de mantenimiento preventivo regular para todos los componentes del nuevo sistema automatizado. Esto ayudará a prevenir fallas y extender la vida útil del sistema.

**Monitoreo y evaluación continua:** Implementar un proceso de monitoreo y evaluación continua del rendimiento del nuevo sistema. Esto permitirá identificar áreas de mejora y realizar ajustes según sea necesario.

**Actualización tecnológica:** Mantenerse al día con los avances tecnológicos en el campo de la automatización industrial y considerar actualizaciones periódicas del sistema para incorporar nuevas tecnologías que puedan mejorar aún más su eficiencia y confiabilidad.

**Protocolo de respuesta a emergencias:** Desarrollar y mantener actualizado un protocolo de respuesta a emergencias específico para el sistema de suministro de combustible. Esto ayudará a manejar eficazmente cualquier situación imprevista.

**Documentación y registro:** Mantener una documentación detallada de todas las operaciones, mantenimientos y modificaciones del sistema. Esto facilitará futuras mejoras y resolución de problemas.

**Integración con otros sistemas:** Explorar la posibilidad de integrar el nuevo sistema automatizado con otros sistemas de la clínica para una gestión más holística de las instalaciones.

**Evaluación de impacto:** Realizar una evaluación de impacto después de la implementación del nuevo sistema para cuantificar las mejoras en eficiencia, seguridad y costos operativos.

**Compartir conocimientos:** Considerar compartir los resultados y experiencias de esta implementación con otras instituciones médicas similares, contribuyendo así al avance general en la gestión de infraestructuras críticas en entornos sanitarios.

**Investigación continúa:** Fomentar la investigación continúa en el campo de la automatización de sistemas críticos en entornos médicos, posiblemente en colaboración con instituciones académicas o de investigación.

**Sostenibilidad:** Explorar opciones para hacer que el sistema de suministro de combustible sea más sostenible, considerando la posibilidad de integrar fuentes de energía renovable en el futuro.

### **Planteamiento de la propuesta**

#### **Sistema Automatizado Para El Control De Suministro De Planta Eléctrica**

La evolución constante de la tecnología en el ámbito de la salud ha transformado significativamente la forma en que se gestionan y operan las instituciones médicas. En este contexto, la automatización de procesos se ha convertido en una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia, la precisión y la calidad de los servicios prestados. La clínica IMV, consciente de la importancia de mantenerse a la vanguardia en la atención médica, ha identificado la necesidad de implementar un sistema de automatización que optimice sus operaciones y eleve el estándar de cuidado ofrecido a sus pacientes.

El presente planteamiento tiene como objetivo exponer la propuesta de un sistema de automatización integral para la clínica IMV. Este sistema busca abordar las áreas críticas de la institución, incluyendo la gestión de historias clínicas, la programación de citas, el manejo de inventarios de medicamentos y suministros, así como la optimización de los procesos administrativos.

La implementación de esta propuesta no solo promete mejorar la eficiencia operativa de la clínica, sino que también aspira a reducir errores humanos, agilizar la toma de decisiones basada

en datos, y en última instancia, elevar la calidad de la atención al paciente. A lo largo de este planteamiento, se detallarán los componentes clave del sistema propuesto, los beneficios esperados, y las consideraciones necesarias para su exitosa implementación en el contexto específico de la clínica IMV.

El presente estudio se desarrolla en la clínica Instituto Medico Valera (IMV) C.A, una institución médica en la cercanía de la avenida Bolívar de Valera, que ofrece servicios de atención médica integral a una población diversa, la clínica IMV ha experimentado un aumento en la demanda de sus servicios, lo que ha llevado a la necesidad de mejorar sus procesos internos para satisfacer a sus clientes. Estos retos han puesto de manifiesto la urgencia de implementar soluciones tecnológicas avanzadas que permitan a la clínica IMV adaptarse a las crecientes demandas del sector salud y mantenerse competitiva en un entorno cada vez más digitalizado. La propuesta de un sistema de medición automatizado surge como respuesta a estas necesidades identificadas, con el objetivo de modernizar el sistema de medición de combustible diésel que alimenta la planta eléctrica de la clínica. Buscando así ponerse a tono con los procesos de la misma y mejorar la experiencia tanto de pacientes como del personal médico y administrativo.

### **Objetivos de la propuesta**

#### **Objetivo general de la propuesta**

Proponer el diseño de un sistema automatizado para el control de suministro de combustible acorde al tanque de gasoil de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico.

#### **Objetivos específicos de la propuesta**

- Diseñar un sistema automatizado de medición de combustible diésel que integre sensores de proximidad, una varilla con flotante, y cámaras de visualización para

monitorear con precisión los niveles de combustible en el tanque, así como alarmas luminosas.

- Desarrollar una interfaz que permita al operador en la oficina ingresar y procesar la información capturada por el sistema de medición, proporcionando datos en tiempo real sobre la cantidad de combustible existente en el tanque.
- Presentar una estructura de costo del sistema automatizado para el control de suministro de combustible acorde al tanque de gasoil de la planta eléctrica en la clínica Instituto Médico.

### **Justificación de la propuesta**

La justificación de la propuesta para implementar un sistema automatizado de medición de combustible diésel se puede articular de la siguiente manera:

- a) **Precisión y confiabilidad:** El sistema automatizado proporcionará mediciones más precisas y confiables que los métodos manuales tradicionales. Esto es crucial para la gestión eficiente del combustible, ya que incluso pequeñas discrepancias pueden resultar en pérdidas significativas a lo largo del tiempo.
- b) **Monitoreo en tiempo real:** La capacidad de visualizar los niveles de combustible en tiempo real desde una oficina remota permite una supervisión constante y toma de decisiones más rápida. Esto es especialmente valioso para la planificación de reabastecimiento y la detección temprana de cualquier anomalía.
- c) **Reducción de errores humanos:** Al automatizar el proceso de medición y registro, se minimiza el riesgo de errores humanos en la lectura y transcripción de datos, lo que aumenta la fiabilidad de la información.

- d) Optimización de recursos: Con datos precisos y actualizados, la gestión del inventario de combustible puede ser más eficiente, evitando tanto el exceso de stock como la escasez.
- e) Seguridad mejorada: El sistema de alarmas integrado permite una respuesta rápida a situaciones críticas, como niveles bajos de combustible o posibles fugas, mejorando la seguridad operativa.
- f) Eficiencia operativa: La automatización del proceso libera al personal de tareas repetitivas de medición manual, permitiéndoles enfocarse en actividades de mayor valor.
- g) Análisis de datos: La recopilación automática de datos facilita el análisis de tendencias de consumo a largo plazo, lo que puede conducir a mejoras en la eficiencia energética y la planificación estratégica.
- h) Cumplimiento normativo: Un sistema automatizado puede ayudar a cumplir con regulaciones ambientales y de seguridad, proporcionando registros precisos y auditorías de uso de combustible.
- i) Retorno de la inversión: Aunque la implementación inicial puede requerir una inversión, los beneficios a largo plazo en términos de eficiencia, precisión y ahorro de recursos justifican el costo.
- j) Modernización de la infraestructura: La implementación de este sistema representa un paso hacia la modernización de las operaciones, preparando a la organización para futuras integraciones tecnológicas y mejoras en la gestión de recursos.

- k) Esta justificación destaca cómo el sistema propuesto aborda necesidades críticas de eficiencia, seguridad y gestión de recursos, al tiempo que posiciona a la organización para un futuro más tecnológico y eficiente.

### **Beneficiarios de la propuesta**

La implementación del sistema automatizado de medición de combustible diésel traería múltiples beneficios para la clínica. En primer lugar, permitiría obtener mediciones más precisas del volumen de combustible en el tanque de almacenamiento, evitando las imprecisiones asociadas con métodos ortodoxos de medición aproximada. Esto, a su vez, facilitaría la toma de decisiones oportuna para la reposición de combustible, activada por alarmas o sensores de luz en niveles críticos. Además, el sistema eliminaría la necesidad de que el personal se desplace físicamente para realizar mediciones, ya que el operador podría monitorear los niveles cómodamente desde su oficina a través de cámaras. Crucialmente, esto garantizaría un suministro ininterrumpido de energía eléctrica, vital para el bienestar y la seguridad de los pacientes que dependen de equipos médicos eléctricos.

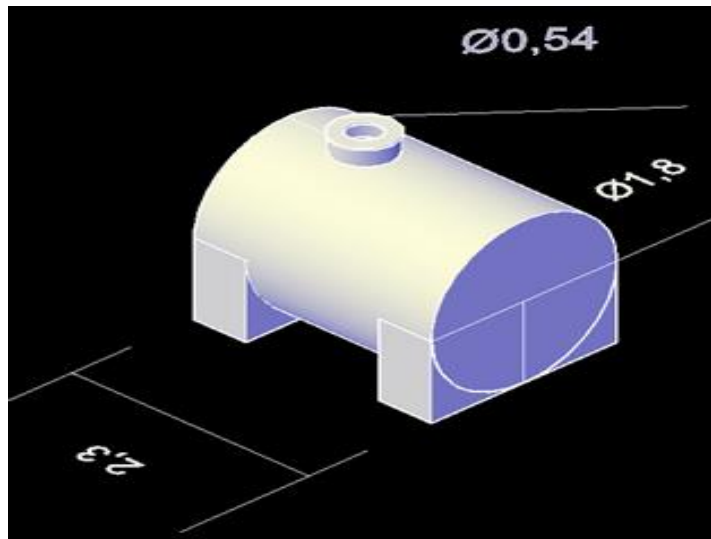
Como resultado, la clínica ganaría prestigio por su capacidad de ofrecer un servicio continuo y eficiente, mejoraría el control de costos relacionados con el consumo de combustible, y optimizaría la gestión de recursos energéticos, todo lo cual contribuiría a una operación más eficiente y confiable de la institución médica. Por ende, los encargados del monitoreo y mantenimiento de la planta quedarían satisfechos y tranquilos sabiendo que el sistema es vigilante.

### Desarrollo de la propuesta.

Objetivo específico 1. Diseñar un sistema automatizado de medición de combustible diésel que integre sensores de proximidad, una varilla con flotante, y cámaras de visualización para monitorear con precisión los niveles de combustible en el tanque, así como alarmas luminosas.

Para el desarrollo de este importante objetivo se mostrará las condiciones iniciales del tanque de almacenamiento de combustible Diésel de la Clínica Instituto Medico Valera C.A, ya que de esto dependerá el diseño del sistema automatizado de medición.

**Figura 3 Tanque de almacenamiento de combustible diésel IMV.CA.**



Nota. Condiciones iniciales del tanque actualmente. Medidas en metros

Fuente: Elaboración Propia (2024)

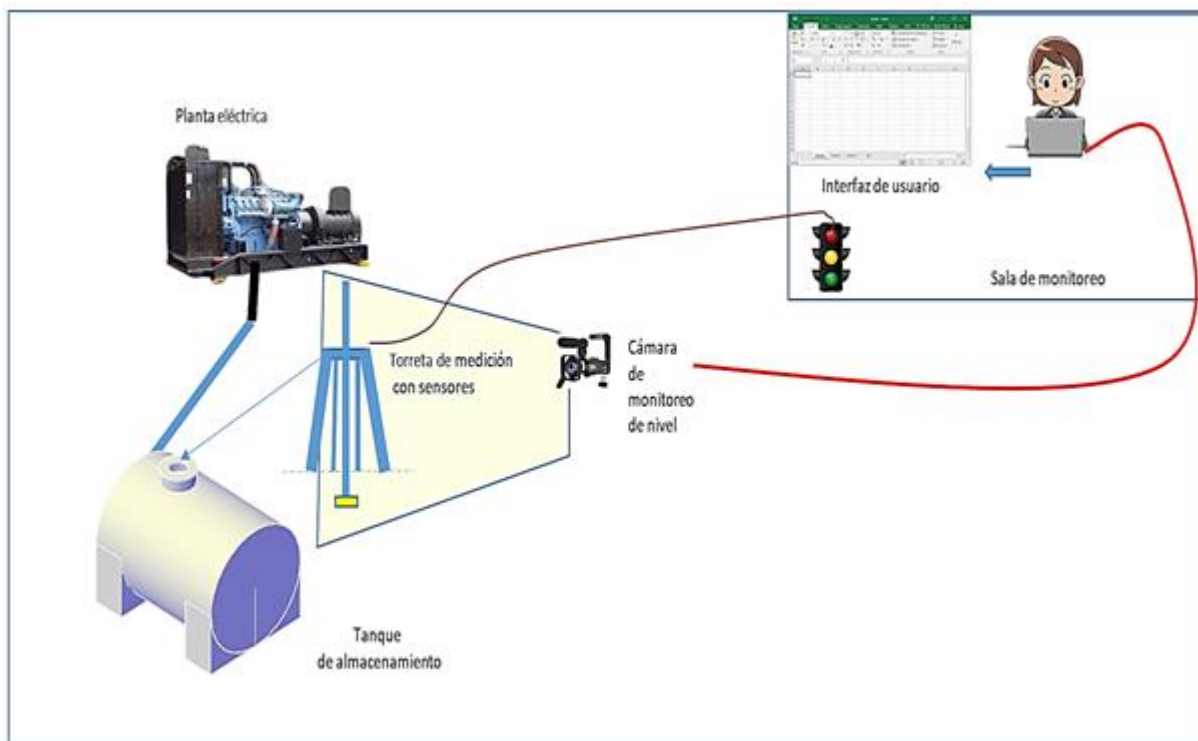
El tanque de almacenamiento de combustible diésel se encuentra actualmente en un área subterránea fuera de las instalaciones de la clínica IMV.C.A. De acuerdo a la información suministrada por el ingeniero encargado del mantenimiento y uso de este equipo es un tanque de tipo horizontal cilíndrico cuyo diámetro es de 1.80 metros y una longitud de 2.30 metros de largo, el diámetro de la alimentación de la boca toma del tanque es de 0.54 metros. Cabe destacar que

el volumen viene dado por 5852 litros. Hay que aclarar que el diseño que se desarrollara es de tipo industrial.

A continuación, se muestra el modelo del sistema automatizado de medición propuesto:

**Figura 4 Modelo de sistema automatizado para medición de combustible Diésel IMV**

C.A



Nota: Esquema para visualizar como quedaría el sistema propuesto

Fuente Elaboración propia (2024)

Descripción del sistema de automatización propuesto fig. 3.

Situación Actual:

El Instituto Médico Valera (IMV) cuenta con un tanque de almacenamiento de combustible diésel que alimenta la planta eléctrica de la institución. Actualmente, tanto el tanque como la planta funcionan normalmente. Sin embargo, el método de medición del volumen de combustible es

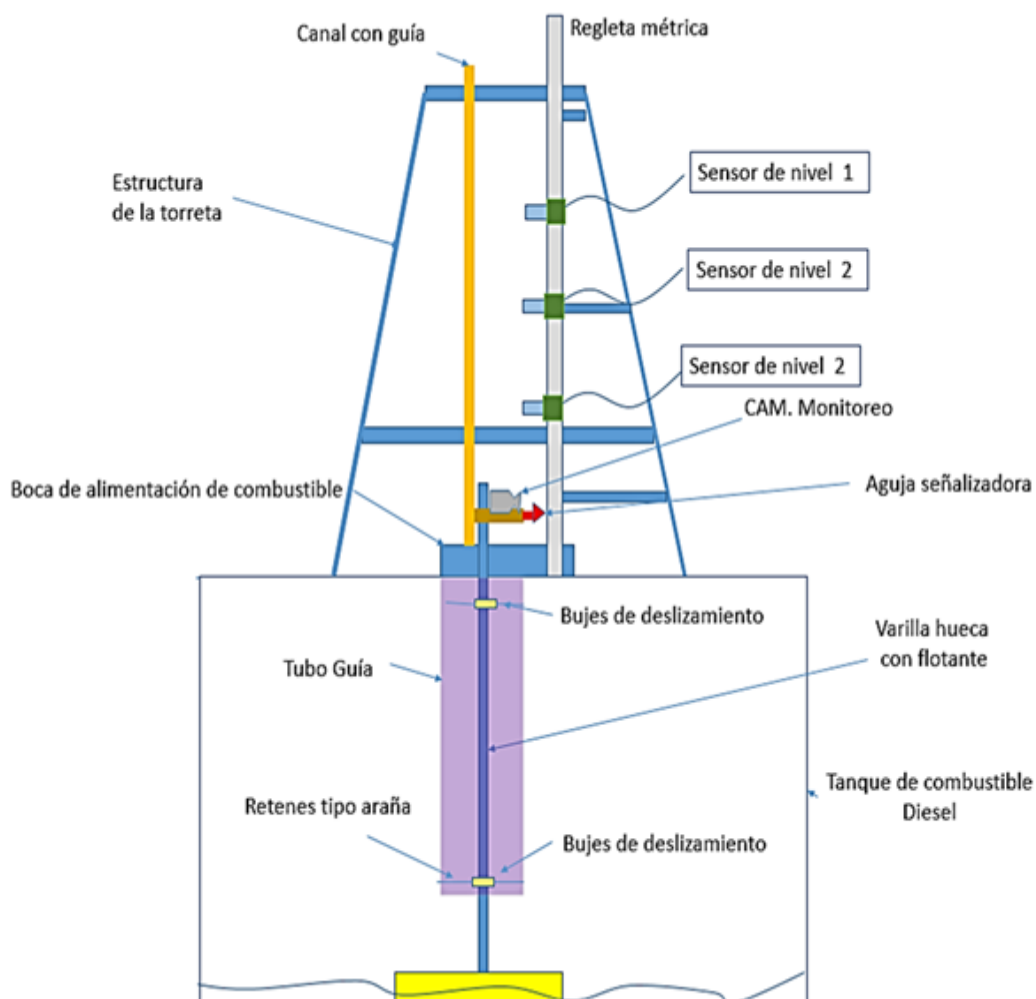
manual y aproximado, lo que resulta en una falta de precisión en el control del inventario de combustible.

En primero lugar existe un tanque de almacenamiento de combustible diésel que alimenta la planta eléctrica del instituto médico Valera , actualmente el tanque de combustible y planta funcionando normalmente , pero con el problema que la medición del volumen se hace manualmente y en aproximación no tiene precisión alguna . La propuesta establece colocar en la toma de alimentación para el llenado de combustible diésel del tanque una torreta de medición que contendría una varilla con un flotante con una escala métrica en un lado , a dicha varilla se le ajusta una aguja (metálica) ,para que señale la posición en un metro o medida que lleva el nivel de líquido de dicho tanque .

No obstante, se colocarán en la torreta tres sensores inductivos que detecten el momento en que pase la aguja por el punto de  $3/4$ ,  $1/2$  y  $1/4$  de nivel. Además, se colocarían una cámara que visualice el movimiento de la aguja indicando el nivel en que se encuentra el combustible (esta cámara se comunica con sala de monitoreo) cuando llegue a  $1/4$  se enciende una alarma luminosa que se vería en las oficina de monitoreo de nivel del tanque, así mismo, el operador o monitor que se encuentra en la sala de control o monitoreo, vería en pantalla la medida que hay de nivel y la llevaría a una interfaz hecha en Excel para que le convierta esa altura de fluido en volumen en litros ya que la interfaz posee fórmulas de volumen de líquido en función de la altura del nivel del mismo que muestra la aguja.

Propuesta de Solución:

**Figura 5 Sistema automatizado propuesto para la clínica IMV.C.A**



Nota: este es el modelo creado por el investigador

Fuente: Elaboración propia (2024)

Se propone implementar un sistema automatizado de medición que consta de los siguientes componentes:

- Torreta de Medición:
  - a) Se instalará en la toma de alimentación para el llenado del tanque de combustible.

Incluirá una varilla con flotante y escala métrica.

- b) Se ajustará una aguja metálica a la varilla para indicar el nivel de combustible.

- Sensores Inductivos:

Se instalarán tres sensores en la torreta para detectar el paso de la aguja en puntos críticos:

- a)  $3/4$  del nivel
- b)  $1/2$  del nivel
- c)  $1/4$  del nivel

Sistema de Monitoreo Visual:

Se instalará una cámara para visualizar el movimiento de la aguja.

La cámara transmitirá la imagen a la sala de monitoreo.

Sistema de Alarma:

Se implementará una alarma luminosa en la oficina de monitoreo. A través de sensores de proximidad inductivos. La alarma se activará cuando el nivel de combustible llegue a cualquiera de los tres niveles  $1/4$  de su capacidad,  $1/2$  y  $3/4$  de llenado de tanque.

Interfaz de Usuario:

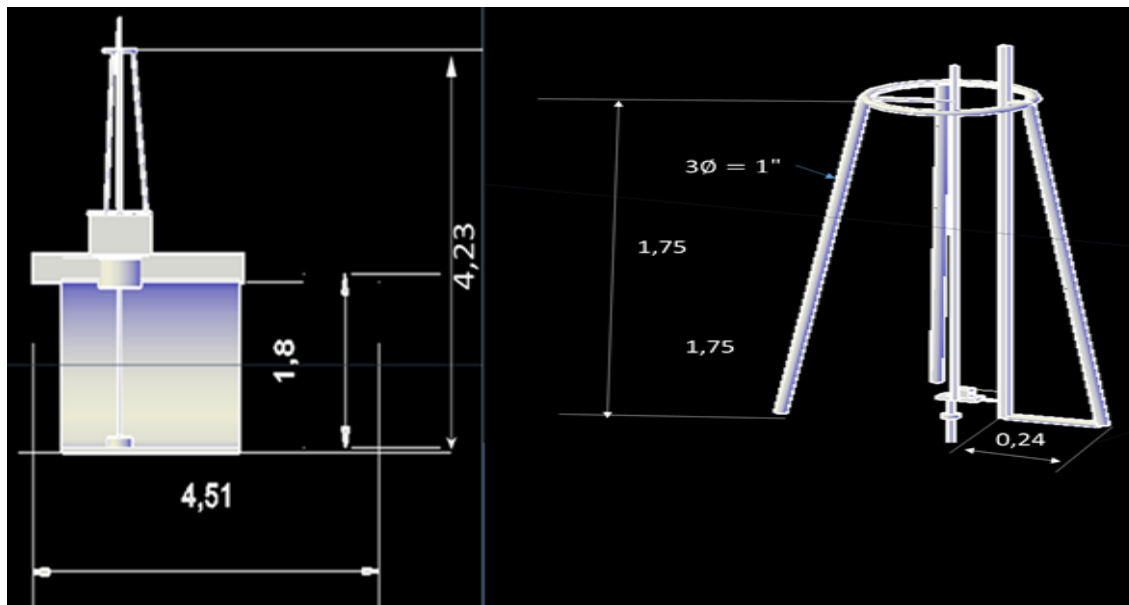
Se desarrollará una interfaz en Excel para el operador.

La interfaz convertirá la altura del fluido (indicada por la aguja) en volumen en litros.

Se utilizarán fórmulas de cálculo de volumen en función de la altura del nivel del líquido.

**Diseño de la torreta de medición**

**Figura 6 Corte de conjunto tanque torreta de medición**

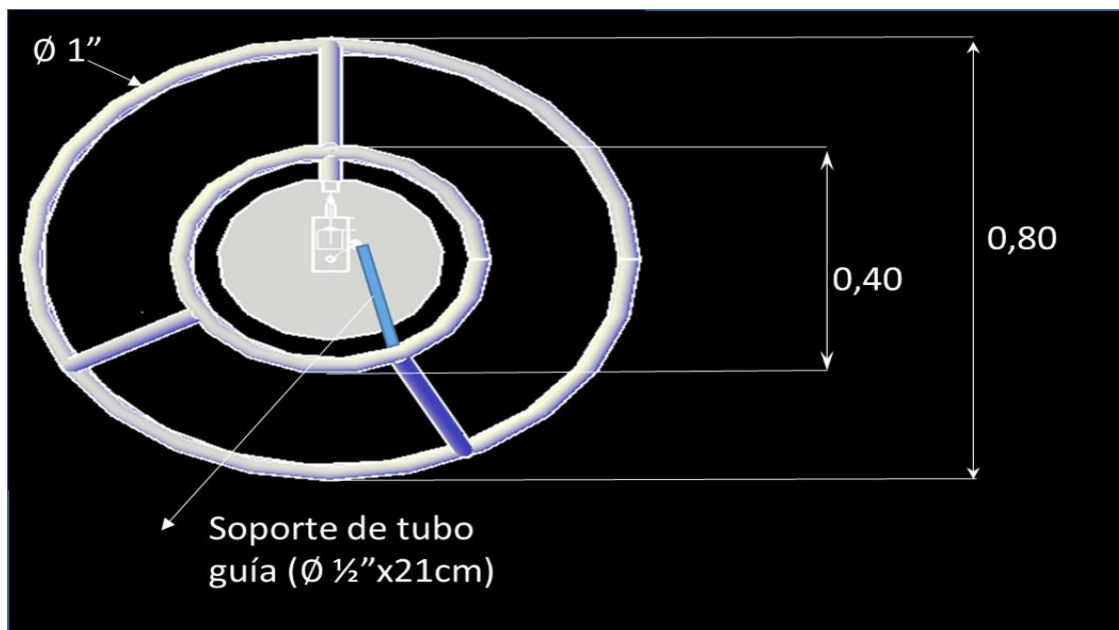


Nota: Dibujo realizado en AutoCAD 2022. Medidas en metros

Fuente: Elaboración propia (2024).

La torre de medición tendrá una altura de 1,75 metro de alto por arriba de la base ubicada desde el piso de concreto.

**Figura 7 Vista de planta de la torreta de medición**

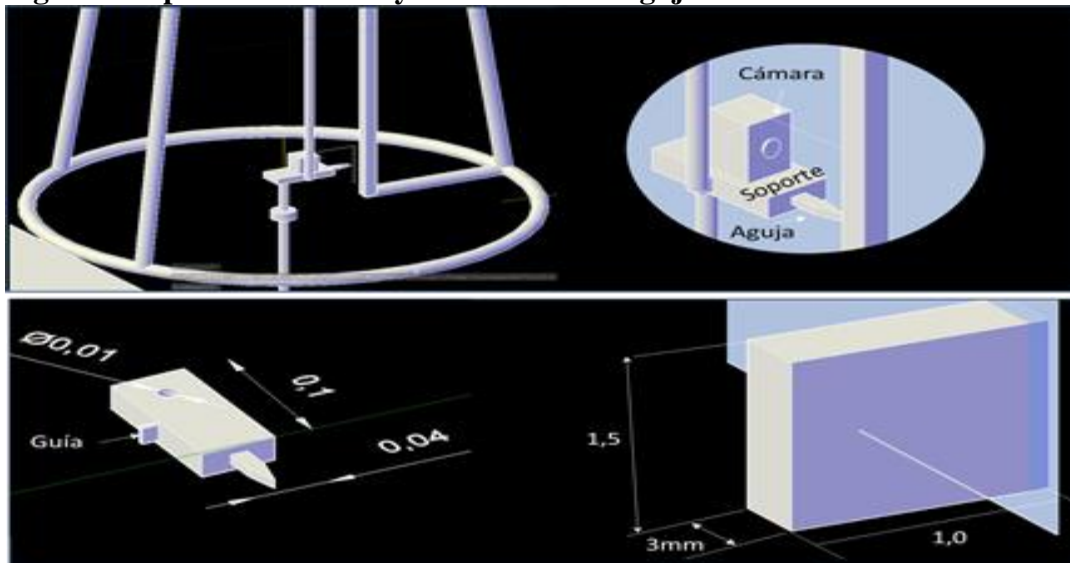


Nota: Medidas en metros

Fuente: Elaboración propia (2024)

La armadura se construye de tubo de una pulgada de diámetro

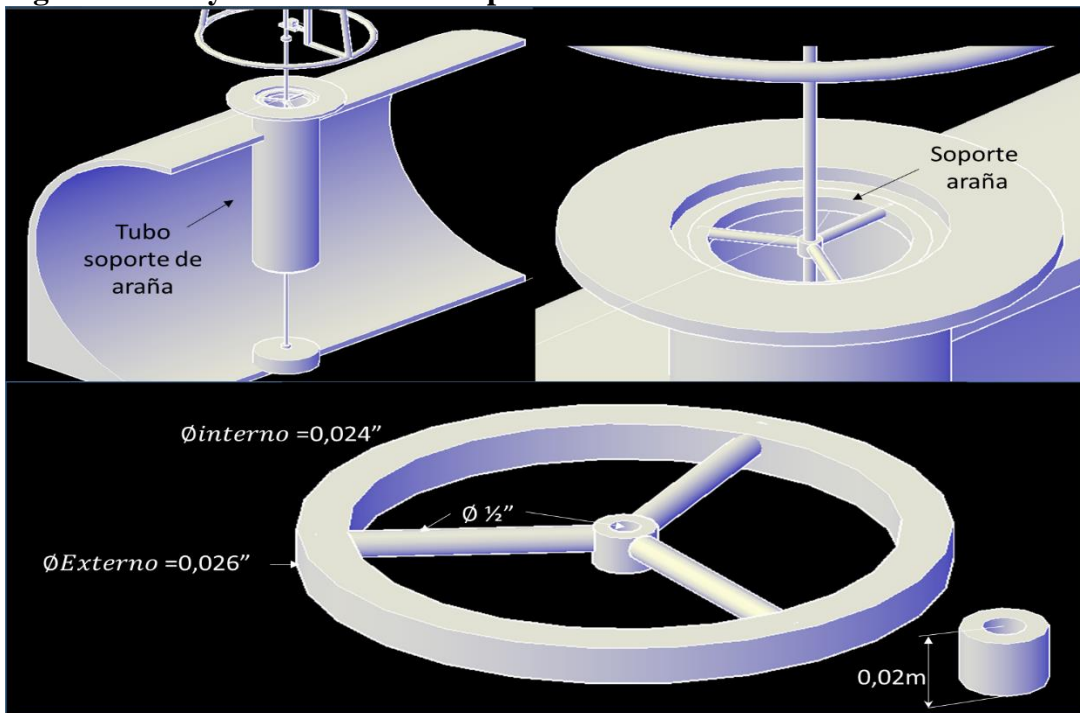
**Figura 8 Soporte de cámara y señalizador de aguja**



Nota: Detalle de soporte de cámara móvil. Dimensiones en metros

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Figura 9 Vista y detalle del tubo soporte de araña**

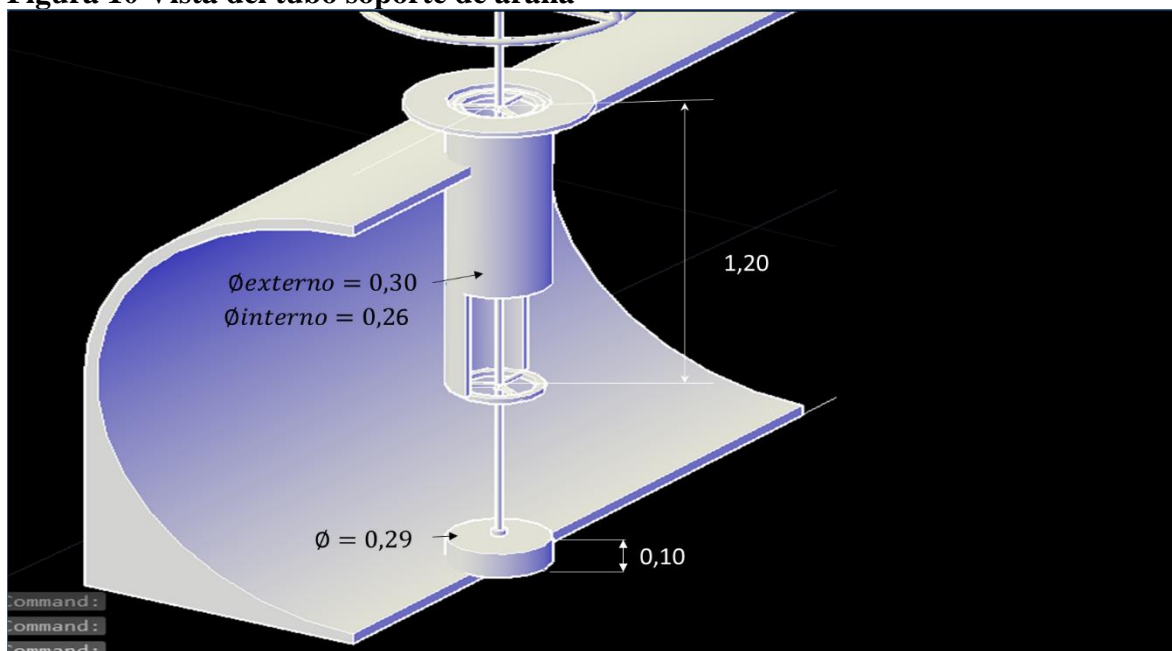


Nota: Nótese en la parte inferior la representación gráfica de la araña soporte

Fuente: Elaboración propia (2024).

La figura 8 representa el tubo soporte de las arañas que equilibran la varilla con el flotante. Esta permitirá sostener la posición horizontal del conjunto flota flotante varilla .además del buje central dejará que la varilla se desplace verticalmente bien sea subiendo o bajando

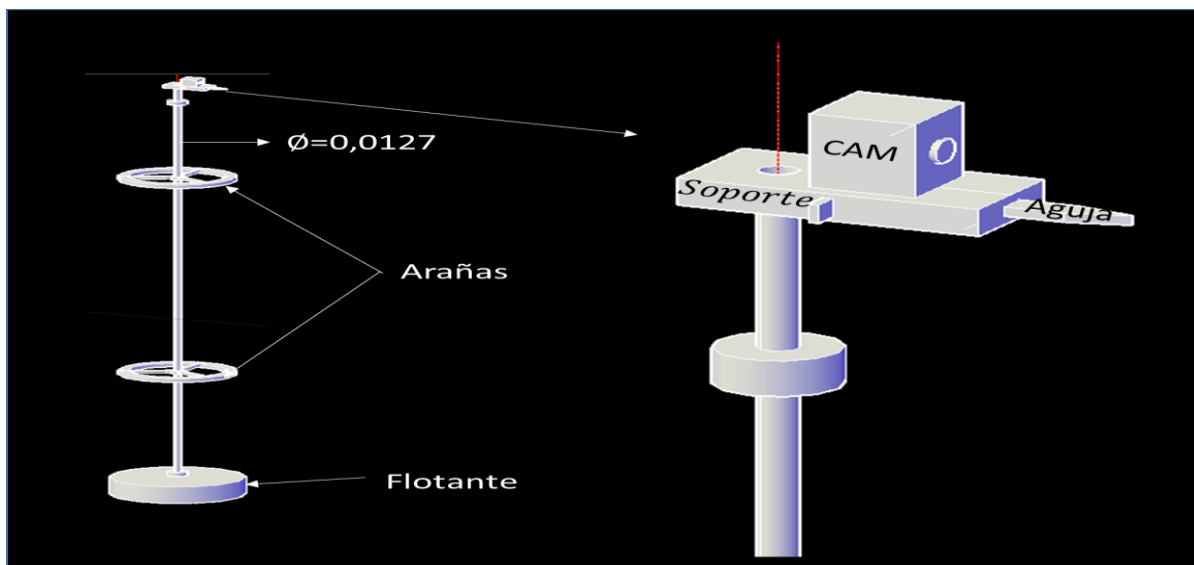
**Figura 10 Vista del tubo soporte de araña**



Nota: Detalle del tubo soporte de araña, medidas en metros

Fuente: Elaboración Propia (2024)

**Figura 11 Varilla con flotante**



Nota: Detalle de la varilla con el flotante y cámara. Medidas en metros

Fuente: Elaboración propia (2024)

- Objetivo específico 2: Desarrollar una interfaz que permita al operador en la oficina ingresar y procesar la información capturada por el sistema de medición, proporcionando datos en tiempo real sobre la cantidad de combustible existente en el tanque.

Esta interfaz estaría hecha en Excel a modo que un operador(a) pueda ingresar los datos que se visualizan en pantalla, pudiendo este realizar los cálculos correspondientes al volumen de combustible que ocupa el tanque de almacenamiento y visualizar dicho resultado, esto daría el dato del volumen además de informar en qué nivel y consumo de combustible hay hasta la presente fecha.

Antes de mostrar la interfaz es importante destacar el origen de los datos que van incluidos en las celdas de Excel

Según Setecom (2020) el volumen a calcular viene dado por la siguiente fórmula:

$$Volumen = L \left[ \frac{\pi r^2}{2} + (H-r)(\sqrt{2rH - H^2} + r^2 \arcsen \frac{(-r+H)}{r}) \right] \quad (1)$$

La demostración para llegar a esta fórmula se encuentra en el anexo B.

A continuación, se muestra como quedo la interfaz en Excel:

**Figura 12 Interfaz de usuario para operador de registro y control de datos combustible diésel**

Calculo del volumen de Combustible Para el tanque de almacenamiento Diesel	
Fecha: 12/02/2024	
Radio del tanque 110,80metros	Introduzca la altura de liquido en el tanque en metros
Longitud del tanque 2,30metros	1,8
Volumen de tanque total = 58528 litros	El volumen de combustible del tanque es
	5852,79

Nota: interfaz creada en Excel 2022.

Fuente: Elaboración Propia (2024)

Esta interfaz es de gran ayuda debido a que el operador puede tomar el valor que le arroja la medición diaria para llevarlo a su registro de control y consumo

**Figura 13 . Hoja de registros que se llevaría en el mismo archivo de Excel.  
Registro de control de volumen de combustible por día**

	Fecha	Volume/día	Consumo
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Nota: realizado con Excel 2013

Fuente elaboración propia (2024)

Estructura de costos del sistema automatizado de medio de combustible Diésel para la clínica Instituto médico Valera (IMV)

**Tabla 7 Estructura de costos sistema automatizado de medición de nivel de combustible Diésel para la clínica Instituto médico Valera.**

<b>Descripción</b>	<b>cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario \$</b>	<b>Precio total \$</b>
Tubo redondo de 1" x 3 metros (1,4mm)	2	Pza.	8	16
Electrodos 6013 3/32 Y 1/8 Metal Force	0,50	kg	2,5	1,25
Tubo de chapa galvanizado diámetro 300 mm de espesor 3mm	1,2	metros	20	24
Tubo redondo galvanizado 1/2 pulg*03 mm	2,5	metros	6,87	17,17
Tubo de 1/2 Aluminio decorativo (3metros)	1	Pza.	1	1
Barra maciza de acero inoxidable 304x1/2"	0,5	metros	26,75	13,37
Flotante de diámetro 0,30 x 0,02metros	1	Pza.	10	10
1 cinta métrica 3 metros	1	Pza.	2	2
Marca: Heschen M18, Tipo: LJ18A3-8-Z/BY, detector de 8 mm, PNP normalmente abierto	3	Pza.	20	60
Pletina de 2"	1	Pza.	15	15
Cámara de seguridad CAMARA de VIGILANCIA LARGO ALCANCE BULLET CCTV 4n1 1080p Sensor Sony© Exmor 2.19 Mpx VARIFOCAL 5-50mm Menú OSD VISION NOCTURNA IR 100 metros EXTERIOR IP66	1	Pza.	80	80
ZOSI Cables de alimentación de video CCTV todo en uno de 100 pies (98.4 ft), cable de seguridad de extensión BNC para cámara de video vigilancia de 2 MP, 1080P, 960H, 960P, 720P, sistema DVR con	100	metros	1	100
Yeesport Lámpara de pared de semáforo, luz LED de tráfico retro con control remoto, luz de freno para dormitorio de niños, luz de decoración de habitación, luz de señal divertida vintage para	1	Pza.	70	70
			<b>Total</b>	<b>409,8</b>

Nota: Costos tomados de web Mercado libre Venezuela.

Fuente: Elaboración propia (2024)

## REFERENCIAS

- Arias, F (2006) .El proyecto de investigación. Editorial Episteme .Caracas Venezuela
- Bahon. C y Giner., C (2004). Technologies de systems de control. 1era edición .Ediciones UPC. España.
- Checkland, P (1993). Pensamientos de sistema, prácticas de sistemas. 1era edición .Grupo Noriega editores. México.
- Chivico, M. (2014). Propuesta de un sistema automatizado de reporte descriptivo de rendimiento estudiantil en la escuela básica Lancaster (tesis de pregrado). Universidad de Carabobo, Bárbula. Disponible en:<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/1540/4672.pdf?sequence=4>
- COVENIN (1991) Expendio de combustible: Manejo, Almacenamiento y Despacho. Documento en línea: <https://pandectasdigital.blogspot.com/2019/06/norma-coven-284291-expendios-de.html>
- Di Micheli, E., y González. A (2023). Industrias KEL, productos trujillanos naturalmente sanos. Diario los Andes. Recuperado de <https://diariodelosandes.com/industrias-kel-productos-trujillanos-naturalmente-sanos/>
- Emerson, C (2017) Guía del ingeniero para la medición de tanques .1era edición. Documento en línea .Disponible en : [https://www.google.com/search?q=guia+del+ingeniero+para+mediciones+de+tanques&oq=guia+del+ingeniero+para+mediciones+de+tanques+&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigATIHCAEQIRifBdIBCjE1Nzc0ajBqMTWoAgiwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=guia+del+ingeniero+para+mediciones+de+tanques&oq=guia+del+ingeniero+para+mediciones+de+tanques+&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigATIHCAEQIRifBdIBCjE1Nzc0ajBqMTWoAgiwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- Gawande, A (2011).El efecto Checklist. Bosh editor. Spain

- Gutiérrez, J (2015).MF1779\_3: Aprovechamiento en pastelería .Editorial Elearning S.L. España.
- Higuera, A (2005) .El control automático en la industria .Ediciones de la Universidad Castilla la Mancha. España.
- Iriarte, P (2017).Volumen de tanques horizontales .Documento en línea. Disponible en:  
<https://iriarte.com.co/volumen-en-tanques-horizontales/>
- Liopis., R, Pérez., J, y Latorre., C (2010). Automatización Industrial.1era edición. Sapiencia. España
- Liptak, B (2003). Process Measurement and Analysis: volume I. Crc Press. Londres
- Mendoza, C. (2022). La importancia de la automatización de la información. Documento en línea. Disponible en Linked In. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/la-importancia-de-automatizaci%C3%B3n-informaci%C3%B3n-claudia-mendoza-1e>
- Morales. G, Alcántara., J y Núñez., A (2023). Diseño del sistema automatizado para el llenado y sellado de Baldes de pintura en la empresa pinturas sur de la provincia de Arequipa. Tesis de grado. Universidad Nacional del Callao. Perú.
- Moreno, E (1999).Automatización de procesos industriales .Editorial Universitat Politecnica de Valencia. España
- Pérez, J (2007). Técnicas del automóvil: Equipo eléctrico. Decimal edición .Ediciones Paraninfo .España.
- Pérez. E, Acevedo. J, Silva. F y otros (2009). Autónomas Programables y Sistemas de Automatización. 2da edición. Marcombo.
- Romero, j (2023) .Desarrollo y optimización de componentes software para tareas administrativas de sistemas .IC editorial. Malaga. España

- Ronceros., C, Pomblas, R y Salazar., J (2023). Automatización del Sistema de Deshidratación de Crudo Mediano de una Estación de Flujo. Artículo en línea.Revista Politecnica. Vol 51 N° 2.
- Sanchez, B (2018). Ingenieria de instrumentacion de plantas de proceso.Ediciones Diaz Santos .España
- Schleyer, M. (2019) Impactos de la automatización en el mundo laboral. Documento en línea  
Linked in. <https://es.linkedin.com/pulse/impactos-de-la-automatizaci%C3%B3n-en-el-mundo-laboral-schleyer-repenning>
- Tardon, L (2023). Fábricas inteligentes y también eficientes. Documento en línea El mundo.  
Recuperado de:  
<https://www.elmundo.es/extras/energia/2023/10/18/652eb8a0fdddf13a8b459a.html>

## **Anexos**

**Anexo A. Instrumentos: Lista de Verificación del Sistema de Suministro de Combustible de la Planta Eléctrica en la Clínica Instituto Médico Valera IMV**

N°	Elementos de Medición	Aplica	
		SI	NO
1	Medidores de nivel de combustible funcionando correctamente		x
2	Medidores de flujo de combustible operando adecuadamente		x
3	Sensores de presión de combustible en buen estado		x
<b>Elementos de Suministro:</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Bomba de suministro de combustible operativa	x	
2	Tuberías y conductos de combustible sin fugas ni obstrucciones	x	
3	Válvulas de control de flujo funcionando correctamente	x	
4	Tanque de almacenamiento de combustible en buenas condiciones		x
N°	Elementos de Control	SI	NO
1	Sistema de control automatizado respondiendo adecuadamente		x
2	Paneles de control e interfaz de usuario funcionando correctamente		x
3	Ajustes y parámetros de control configurados apropiadamente		x
4	Protocolos de seguridad y contingencia implementados	x	
5	Otros elementos de control relevantes operando (especificar)		x
<b>Fallas en el Suministro</b>			
1	Verificar si existen fallas o interrupciones en el suministro de combustible	SI	NO
			xx
2	Identificar posibles causas de fallas (fugas, obstrucciones, fallas de componentes, etc.)	x	
3	Registrar detalles de cualquier falla encontrada (fecha, hora, duración, impacto, etc.)		x

<b>Ficha Técnica: Sensor de Proximidad</b>			
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Area o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta Eléctrica	
Descripción: Los sensores de proximidad son dispositivos que detectan la presencia o ausencia de objetos u materiales sin contacto físico.			
Función:	Ubicación:	Tipo: <input type="checkbox"/> Inductivos(para materiales metálicos) <input type="checkbox"/> Capacitivos (para materiales no metálicos) <input type="checkbox"/> Fotoeléctricos (haz de luz) <input type="checkbox"/> Ultrasónicos (ondas sonoras)	Señal de salida:
			Datos y modelo
<b>Características técnicas</b>			
• Rango de detección (distancia de operación) :			
• Tamaño del objeto detectable :			
• Materiales detectables:			
• Requisitos de alimentación eléctrica:			
• Tipo de salida de señal (analógica, digital):			
• Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales:			
<b>Aplicaciones en el sistema de combustible</b>			
<input type="checkbox"/> Detección de nivel de combustible en tanques <input type="checkbox"/> Monitoreo de flujo de combustible en tuberías <input type="checkbox"/> Control de válvulas y actuadores			
<b>Mantenimiento</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y ajuste de alineación :</li> <li>• Reemplazo de componentes desgastados :</li> <li>• Verificación de funcionamiento correcto:</li> </ul>			

**Ficha Técnica: Transmisores**

<b>Ficha Técnica: Tipos de trasmisores</b>		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta Eléctrica
Descripción: Los transmisores son dispositivos que convierten una señal de entrada (presión, temperatura, flujo, etc.) en una señal eléctrica normalizada para su procesamiento y control.		
<b>Tipos de transmisores:</b>		
<input type="checkbox"/> De presión <input type="checkbox"/> De temperatura <input type="checkbox"/> De flujo <input type="checkbox"/> De nivel <input type="checkbox"/> Otros (según la variable a medir)	Datos y Modelo	
<b>Características técnicas</b>		
• Rango de medición :		
• Repetición y respetabilidad		
• Señal de salida (Digital/Analógica):		
• Materiales de construcción:		
• Requisitos de alimentación eléctrica:		
• Materiales de construcción compatibles con el medio		
• Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales:		
<b>Aplicaciones en el sistema de combustible</b>		
<input type="checkbox"/> Monitoreo de presión en tuberías y tanques <input type="checkbox"/> Medición de flujo de combustible <input type="checkbox"/> Detección de nivel de combustible en tanques		
<b>Mantenimiento</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración periódica:</li> <li>• Limpieza y reemplazo:</li> <li>• Verificación de fugas y daños :</li> </ul>		

**Ficha Técnica: Unidad de Control**

<b>Ficha Técnica: Unidad de Control</b>		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Area o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta Eléctrica
Descripción: La unidad de control es el dispositivo central que procesa las señales de los sensores y transmisores, ejecuta la lógica de control del sistema y genera las señales de salida para controlar los actuadores y elementos finales.		
<b>Tipos de unidad de control :</b>		
<input type="checkbox"/> Controlador Lógico Programable (PLC) <input type="checkbox"/> Sistema de Control Distribuido (DCS) <input type="checkbox"/> Computadora Industrial (IPC)		Datos y Modelo
<b>Características técnicas</b>		
• Procesador (tipo, velocidad, memoria)		
• Señal de entradas y salida (Digital/Analógica):		
• Protocolos de comunicación (Ethernet, Modbus, Profibus, etc.)		
• Materiales de construcción:		
• Requisitos de alimentación eléctrica:		
• Materiales de construcción compatibles con el medio		
• Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales:		
<b>Aplicaciones en el sistema de combustible</b>		
<input type="checkbox"/> Monitoreo de presión en tuberías y tanques <input type="checkbox"/> Medición de flujo de combustible <input type="checkbox"/> Detección de nivel de combustible en tanques		
<b>Mantenimiento</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración periódica:</li> <li>• Limpieza y reemplazo:</li> <li>• Verificación de fugas y daños :</li> </ul>		

**Ficha Técnica: Indicadores de Nivel**

<b>Ficha Técnica: Indicadores de Nivel</b>		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Area o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta
	Ubicación: Tanque de combustible	Eléctrica
Descripción: Los indicadores de nivel son dispositivos que permiten visualizar el nivel de combustible presente en el tanque de almacenamiento o en otros recipientes del sistema.		
<b>Tipos de Indicadores de Nivel :</b>		
<input type="checkbox"/> Indicadores de flotador y varilla <input type="checkbox"/> Indicadores de presión hidrostática <input type="checkbox"/> Indicadores de presión diferencial <input type="checkbox"/> Indicadores de ultrasonido <input type="checkbox"/> Indicadores de radar	Datos y Modelo	
<b>Características técnicas</b>		
• Rango de medición (capacidad del tanque)		
• Resolución y precisión		
• Materiales de construcción (compatibles con el combustible)		
• Señal de salida (analógica 4-20 mA, digital, etc.)		
• Requisitos de alimentación eléctrica:		
• Temperatura de operación		
• Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales:		
<b>Principios de funcionamiento</b>		
<input type="checkbox"/> Flotador y varilla: Elemento flotante conectado a un indicador mecánico <input type="checkbox"/> Presión hidrostática: Medición de presión ejercida por el líquido <input type="checkbox"/> Ultrasonido: Tiempo de recorrido de ondas ultrasónicas reflejadas <input type="checkbox"/> Radar: Tiempo de recorrido de ondas de radar reflejadas		
<b>Mantenimiento</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibración periódica</li> <li>• Limpieza y reemplazo de componentes desgastados</li> <li>• Verificación de fugas o daños</li> </ul>		
<b>Interfaz con otros componentes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión con el sistema de control y monitoreo</li> <li>• Posible integración con el sistema de alarmas</li> </ul>		

**Ficha Técnica: Interfaz de Usuario**

<b>Ficha Técnica:</b>		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Area o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta
	Ubicación: Tanque de combustible	Eléctrica
Descripción: La interfaz de usuario es el medio por el cual los operadores interactúan con el sistema de control y monitoreo del suministro de combustible. Permite visualizar datos, configurar parámetros y ejecutar acciones de control.		
<b>Tipos</b>		<b>Datos y modelo</b>
<input type="checkbox"/> Interfaz de operador (HMI) local <input type="checkbox"/> Estación de trabajo remota (SCADA) <input type="checkbox"/> Aplicación móvil o web		
<b>Características técnicas</b>		
<input type="checkbox"/> Resolución y tamaño de pantalla(s)		
<input type="checkbox"/> Capacidades gráficas y visualización de tendencias		
<input type="checkbox"/> Niveles de acceso y seguridad (contraseñas, permisos)		
<input type="checkbox"/> Protocolos de comunicación (Ethernet, OPC, Modbus, etc.)		
<input type="checkbox"/> Idiomas y opciones de personalización		
<b>Principios de funcionamiento</b>		
<input type="checkbox"/> Visualización de variables de proceso (niveles, flujos, presiones, etc.)		
<input type="checkbox"/> Presentación de alarmas y eventos		
<input type="checkbox"/> Configuración de parámetros de control		
<input type="checkbox"/> Inicio/Paro de equipos y actuadores		
<input type="checkbox"/> Registro de datos y generación de informes		
<input type="checkbox"/> Navegación por diferentes pantallas y menús		
<b>Mantenimiento</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualizaciones de software y sistema operativo</li> <li>• Respaldo de configuraciones y datos</li> <li>• Limpieza de pantallas y componentes</li> <li>• Capacitación a operadores en el uso de la interfaz</li> </ul>		
<b>componentes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla(s) de visualización</li> <li>• Dispositivos de entrada (teclado, ratón, pantalla táctil)</li> <li>• Unidad de procesamiento (computadora, PLC, panel de operador)</li> <li>• Software de interfaz de usuario</li> </ul>		

**Ficha Técnica: Sistema de alarmas**

<b>Ficha Técnica: Sistema de alarmas</b>		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta Eléctrica
	Ubicación: Tanque de combustible	
Descripción: El sistema de alarmas tiene como función principal monitorear las condiciones de operación del sistema de suministro de combustible y alertar al personal cuando se presenten situaciones anormales o de riesgo.		
<b>Tipos</b>		<b>Datos y modelo</b>
<input type="checkbox"/> Alarmas de proceso (niveles altos/bajos, sobrepresiones, fallas de flujo, etc.) <input type="checkbox"/> Alarmas de seguridad (fugas, incendios, derrames, etc.) <input type="checkbox"/> Alarmas de mantenimiento (averías, fallas de componentes, etc.)		
<b>Características técnicas</b>		
<input type="checkbox"/> Entradas de señales analógicas y digitales		
<input type="checkbox"/> Niveles de prioridad de alarmas (alto, medio, bajo)		
<input type="checkbox"/> Salidas de alarma (luces, sirenas, notificaciones, etc.)		
<input type="checkbox"/> Registro de eventos y alarmas		
<input type="checkbox"/> Lógica de activación de alarmas (valores límite, condiciones, etc.)		
<input type="checkbox"/> Interfaz con el sistema de control y monitoreo		
<input type="checkbox"/> Grado de protección (IP) contra condiciones ambientales:		
<b>Principios de funcionamiento</b>		
<input type="checkbox"/> Monitoreo continuo de variables críticas del proceso <input type="checkbox"/> Detección de condiciones anormales y activación de alarmas <input type="checkbox"/> Notificación visual y sonora de alarmas <input type="checkbox"/> Registro de eventos y alarmas para análisis posterior		
<b>Mantenimiento</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pruebas periódicas de funcionamiento de alarmas</li> <li>● Calibración y ajuste de niveles de activación</li> <li>● Reemplazo de componentes defectuosos o desgastados</li> </ul>		
<b>Componentes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Unidad de control de alarmas (hardware y software)</li> <li>● Sensores y transmisores (nivel, presión, temperatura, etc.)</li> <li>● Dispositivos de salida de alarma (luces, sirenas, pantallas, etc.)</li> <li>● Cableado y conexiones eléctricas</li> </ul>		

**Ficha Técnica: Interfaz de Usuario**

<b>Ficha Técnica:</b>		
Institución: Clínica Instituto Médico Valera IMV.	Área o localización: Suministro de Combustible	Equipo: Planta
	Ubicación: Tanque de combustible	Eléctrica
Descripción: La interfaz de usuario es el medio por el cual los operadores interactúan con el sistema de control y monitoreo del suministro de combustible. Permite visualizar datos, configurar parámetros y ejecutar acciones de control.		
<b>Tipos</b>		<b>Datos y modelo</b>
<input type="checkbox"/> Interfaz de operador (HMI) local <input type="checkbox"/> Estación de trabajo remota (SCADA) <input type="checkbox"/> Aplicación móvil o web		
<b>Características técnicas</b>		
<input type="checkbox"/> Resolución y tamaño de pantalla(s)		
<input type="checkbox"/> Capacidades gráficas y visualización de tendencias		
<input type="checkbox"/> Niveles de acceso y seguridad (contraseñas, permisos)		
<input type="checkbox"/> Protocolos de comunicación (Ethernet, OPC, Modbus, etc.)		
<input type="checkbox"/> Idiomas y opciones de personalización		
<b>Principios de funcionamiento</b>		
<input type="checkbox"/> Visualización de variables de proceso (niveles, flujos, presiones, etc.)		
<input type="checkbox"/> Presentación de alarmas y eventos		
<input type="checkbox"/> Configuración de parámetros de control		
<input type="checkbox"/> Inicio/Paro de equipos y actuadores		
<input type="checkbox"/> Registro de datos y generación de informes		
<input type="checkbox"/> Navegación por diferentes pantallas y menús		
<b>Mantenimiento</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Actualizaciones de software y sistema operativo</li> <li>● Respaldo de configuraciones y datos</li> <li>● Limpieza de pantallas y componentes</li> <li>● Capacitación a operadores en el uso de la interfaz</li> </ul>		
<b>componentes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pantalla(s) de visualización</li> <li>● Dispositivos de entrada (teclado, ratón, pantalla táctil)</li> <li>● Unidad de procesamiento (computadora, PLC, panel de operador)</li> <li>● Software de interfaz de usuario</li> </ul>		

## Anexo B:

---

**VOLUMEN DE TANQUES CILÍNDRICOS Y ELÍPTICOS HORIZONTALES**


---

*"Ayer cuando estaba sentado en la yeep de mi esposa observé coincidentalmente varios camiones que transportaban varios tipos de cargas (agua, gas y combustible) en tanques cilíndricos pero con diferentes caras laterales: (círculo, elipse y semiesfera) pensé en calcular el volumen de c/u de ellos, como un ejercicio de curiosidad y este fue el resultado."*

Ejemplo de la vida real: Analicemos cuál es el volumen almacenado en un "tanque cilíndrico horizontal", en función del nivel "H" del líquido, del radio "R" del recipiente y de la longitud "L" del mismo. En este caso un tanque de gasolina conducido por un camión.



Este tipo de problema puede abordarse de forma trigonométrica, pero lo haremos por integrales definidas ya que abarca toda las situaciones de la altura (H) del fluido de estudio. ( $H \leq D, H \geq D$ ).

Considremos la ecuación de la circunferencia con centro en el origen.

Si:  $x^2 + y^2 = R^2$  entonces despejando "x":

$$x^2 = R^2 - y^2 \Rightarrow x = \sqrt{R^2 - y^2}$$

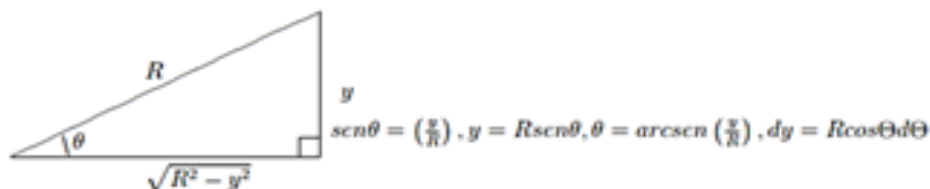
Pero el diferencial del área es:  $dA = 2x dy$  por lo tanto; sustituyendo a "x":

$$dA = 2\sqrt{R^2 - y^2} dy$$

Aplicando integral en ambos lados:

$$A = \int dA = \int 2x dy = \int_{-R}^{-R+H} 2\sqrt{R^2 - y^2} dy$$

Entonces la primitiva por el cálculo integral por sustitución trigonométrica es:



$$\int_{-R}^{-R+H} 2\sqrt{R^2 - y^2} dy = 2 \int_{-R}^{-R+H} \sqrt{R^2 - (R \text{sen} \theta)^2} R \cos \theta d \theta$$

---

VOLUMEN DE TANQUES CILÍNDRICOS Y ELÍPTICOS HORIZONTALES

---

$$\begin{aligned}
2 \int_{-R}^{-R+H} \sqrt{R^2 - R^2 \sec^2 \Theta} R \cos \Theta d\Theta &= 2 \int_{-R}^{-R+H} \sqrt{R^2(1 - \sec^2 \Theta)} R \cos \Theta d\Theta \\
2 \int_{-R}^{-R+H} R^2 \sqrt{\cos^2 \Theta} \cos \Theta d\Theta &= 2R^2 \int_{-R}^{-R+H} \cos^2 \Theta d\Theta \\
2R^2 \left[ \frac{1}{2} \Theta + \frac{1}{4} \sec(2\Theta) \right]_{-R}^{-R+H} &= 2R^2 \left[ \frac{1}{2} \Theta + \frac{1}{4} (2 \sec \Theta \cos \Theta) \right]_{-R}^{-R+H} \\
2R^2 \left[ \frac{1}{2} \Theta + \frac{1}{2} \sec \Theta \cos \Theta \right]_{-R}^{-R+H} &= 2 \left[ \frac{R^2}{2} \Theta + \frac{R^2}{2} \sec \Theta \sqrt{1 - \sec^2 \Theta} \right]_{-R}^{-R+H}
\end{aligned}$$

Haciendo cambio de variables:

$$\begin{aligned}
2 \left[ \frac{R^2}{2} \arcsen \left( \frac{y}{R} \right) + \frac{R^2}{2} \left( \frac{y}{R} \right) \sqrt{1 - y^2} \right]_{-R}^{-R+H} &= 2 \left[ \frac{R^2}{2} \arcsen \left( \frac{y}{R} \right) + \frac{Ry}{2} \sqrt{1 - y^2} \right]_{-R}^{-R+H} \\
2 \left[ \frac{R^2}{2} \arcsen \left( \frac{y}{R} \right) + \frac{y}{2} \sqrt{R^2 - y^2} \right]_{-R}^{-R+H} &\Leftrightarrow 2 \left[ \frac{y}{2} \sqrt{R^2 - y^2} + \frac{R^2}{2} \arcsen \left( \frac{y}{R} \right) \right]_{-R}^{-R+H}
\end{aligned}$$

Evaluando los límites:

$$\begin{aligned}
A &= 2 \left[ \frac{(-R+H)}{2} \sqrt{R^2 - (-R+H)^2} + \frac{R^2}{2} \arcsen \left( \frac{-R+H}{R} \right) - \left( \frac{-R}{2} \sqrt{R^2 - (-R)^2} \right) + \frac{R^2}{2} \arcsen \left( \frac{-R}{R} \right) \right] \\
A &= 2 \left[ \frac{(-R+H)}{2} \sqrt{R^2 - (-R+H)^2} + \frac{R^2}{2} \arcsen \left( \frac{-R+H}{R} \right) + \frac{R^2}{2} \arcsen(-1) \right] \\
A &= \left[ (-R+H) \sqrt{R^2 - R^2 + 2RH - H^2} + R^2 \arcsen \left( \frac{-R+H}{R} \right) - R^2 \left( \frac{-\pi}{2} \right) \right] \\
A &= \frac{\pi R^2}{2} + (H-R) \sqrt{2RH - H^2} + R^2 \arcsen \left( \frac{-R+H}{R} \right)
\end{aligned}$$

Esta es el área de la base, para encontrar el volumen tenemos que multiplicar por la altura o longitud "L" del cilindro; por lo tanto la ecuación del volumen será:

$$V = L \left[ \frac{\pi R^2}{2} + (H-R) \sqrt{2RH - H^2} + R^2 \arcsen \left( \frac{-R+H}{R} \right) \right] \quad (1)$$

---

VOLUMEN DE TANQUES CILÍNDRICOS Y ELÍPTICOS HORIZONTALES

---

$$\begin{aligned}
2 \int_{-R}^{-R+H} \sqrt{R^2 - R^2 \operatorname{sen}^2 \Theta} R \cos \Theta d\Theta &= 2 \int_{-R}^{-R+H} \sqrt{R^2(1 - \operatorname{sen}^2 \Theta)} R \cos \Theta d\Theta \\
2 \int_{-R}^{-R+H} R^2 \sqrt{\cos^2 \Theta} \cos \Theta d\Theta &= 2R^2 \int_{-R}^{-R+H} \cos^2 \Theta d\Theta \\
2R^2 \left[ \frac{1}{2} \Theta + \frac{1}{4} \operatorname{sen}(2\Theta) \right]_{-R}^{-R+H} &= 2R^2 \left[ \frac{1}{2} \Theta + \frac{1}{4} (\operatorname{sen} \Theta \cos \Theta) \right]_{-R}^{-R+H} \\
2R^2 \left[ \frac{1}{2} \Theta + \frac{1}{2} \operatorname{sen} \Theta \cos \Theta \right]_{-R}^{-R+H} &= 2 \left[ \frac{R^2}{2} \Theta + \frac{R^2}{2} \operatorname{sen} \Theta \sqrt{1 - \operatorname{sen}^2 \Theta} \right]_{-R}^{-R+H}
\end{aligned}$$

Haciendo cambio de variables:

$$\begin{aligned}
2 \left[ \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen} \left( \frac{y}{R} \right) + \frac{R^2}{2} \left( \frac{y}{R} \right) \sqrt{1 - y^2} \right]_{-R}^{-R+H} &= 2 \left[ \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen} \left( \frac{y}{R} \right) + \frac{Ry}{2} \sqrt{1 - y^2} \right]_{-R}^{-R+H} \\
2 \left[ \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen} \left( \frac{y}{R} \right) + \frac{y}{2} \sqrt{R^2 - y^2} \right]_{-R}^{-R+H} &\Leftrightarrow 2 \left[ \frac{y}{2} \sqrt{R^2 - y^2} + \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen} \left( \frac{y}{R} \right) \right]_{-R}^{-R+H}
\end{aligned}$$

Evaluando los límites:

$$\begin{aligned}
A &= 2 \left[ \frac{(-R+H)}{2} \sqrt{R^2 - (-R+H)^2} + \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen} \left( \frac{-R+H}{R} \right) - \left( \frac{-R}{2} \sqrt{R^2 - (-R)^2} \right) + \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen} \left( \frac{-R}{R} \right) \right] \\
A &= 2 \left[ \frac{(-R+H)}{2} \sqrt{R^2 - (-R+H)^2} + \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen} \left( \frac{-R+H}{R} \right) + \frac{R^2}{2} \operatorname{arcsen}(-1) \right] \\
A &= \left[ (-R+H) \sqrt{R^2 - (-R+H)^2} + R^2 \operatorname{arcsen} \left( \frac{-R+H}{R} \right) - R^2 \left( \frac{-\pi}{2} \right) \right] \\
A &= \frac{\pi R^2}{2} + (H-R) \sqrt{2RH - H^2} + R^2 \operatorname{arcsen} \left( \frac{-R+H}{R} \right)
\end{aligned}$$

Esta es el área de la base, para encontrar el volumen tenemos que multiplicar por la altura o longitud "L" del cilindro; por lo tanto la ecuación del volumen será:

$$V = L \left[ \frac{\pi R^2}{2} + (H-R) \sqrt{2RH - H^2} + R^2 \operatorname{arcsen} \left( \frac{-R+H}{R} \right) \right] \quad (1)$$

Anexo C:

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



#### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Quien Suscribe Yumarv Valecillos titular de la cédula de identidad No 14.151.309 de profesión Ingeniero Químico hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE PLANTA ELECTRICA** que presenta el bachiller: **Gianfranco Cucchia Oliva**, titular de la cédula de identidad N°: V-30.116.990, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Valera, a los 29 días del mes junio de 2024.

Firma:

AUTORES:  
Br. Gianfranco Cucchia Oliva  
TUTOR: Edgar Omaña

Anexo D:

**Anexo: Constancia de validación**

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Quien Suscribe: Ing. Marilyn Briceño, titular de la cédula de identidad No: 13.205.436 de profesión: Ingeniero de Sistemas hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE PLANTA ELECTRICA**” que presenta el bachiller: **Gianfranco Cucchia Oliva** , titular de la cédula de identidad N°: V-30.116.990, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Valera, a los 29 días del mes junio de 2024.

Firma:

AUTORES:  
Br. Gianfranco Cucchia Oliva  
TUTOR: Edgar Omaña

---

Anexo E:

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Quien Suscribe: **Liliana Rivera**, titular de la cédula de identidad No: **13.048.877** de profesión **Ingeniero de Petróleo** hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE SUMINISTRO DE PLANTA ELECTRICA** que presenta el bachiller: **Gianfranco Cucchia Oliva**, titular de la cédula de identidad N°: **V-30.116.990**, considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Valera, a los 29 días del mes junio de 2024.

Firma:

AUTORES:  
Br. Gianfranco Cucchia Oliva  
TUTOR: Edgar Omaña

---