



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA
AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA
PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**

Sósimo Adan Canel García

Asesorado por la Msc. Inga. María Elizabeth Aldana Díaz

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA
AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA
PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SÓSIMO ADÁN CANEL GARCÍA

ASESORADO POR LA MSC. INGA. MARÍA ELIZABETH ALDANA DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonzo Rivera Carrillo
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alberto Navarro Fuentes
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA
AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA
PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 5 de febrero de 2021.

Sósimo Adán Canel García

Ref. EEPFI-0158-2021
Guatemala, 05 de febrero de 2021

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**, presentado por el estudiante **Sósimo Adan Canel García** carné número **200915083**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Tecnologías de la Información y la Comunicación.

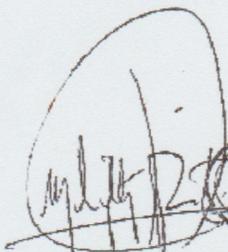
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

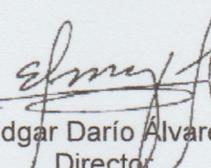
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtra. María Elizabeth Aldana Díaz
Asesora

María Elizabeth Aldana Díaz
Ingeniera en Ciencias y Sistemas
No. de Colegiado 9,188


Mtro. Marlon Antonio Pérez Türk
Coordinador de Área
Transferencia Tecnológica


Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-004-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**, presentado por el estudiante universitario **Sósimo Adan Canel García**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Armando Alonso Rivera Carillo
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica



Guatemala, febrero de 2021



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.067.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA AUTOMATIZAR Y MONITOREAR EN TIEMPO REAL LOS NIVELES DE GAS EN UNA PIPA ESTACIONARIA MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES INTELIGENTES**, presentado por: **Sósimo Adan Canel García**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova 

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme permitido culminar una más de mis metas, ser mi fortaleza en momentos difíciles y por amarme tanto convirtiéndome en una persona de bien.
- Mis padres** Sósimo Adán Canel, y María Guillermina García, por haberme cuidado y guiado en mi vida, gracias por su apoyo para hacer realidad este sueño.
- Mi esposa** Verónica García, por tus cuidados y amor que me has dado incondicionalmente, incluso en los momentos más difíciles, motivándome a estudiar y avanzar a culminar esta meta.
- Mi hijo** Adán Canel (q. d. e. p.), tú fuiste mi inspiración para lograr esta meta y que aun en tu corta estadía con nosotros tus padres, nos distes una gran regalo de amor el cual llevaremos en nuestros corazones.
- Mis hermanos** Eduardo y Juan Canel, por su apoyo y compañía durante mi vida.
- Mi abuela** Rosa María García (q. d. e. p.) por ser la persona más dulce, tierna a la cual amo tanto y la que me guio para confiar y creer más en Dios.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la *alma mater* que me permitió nutrirme de conocimientos.

Facultad de Ingeniería

Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.

**Mis amigos de la
universidad**

Por los recuerdos, anécdotas, desvelos sufridos, frustraciones, sacrificios y en especial los éxitos para culminar esta meta.

Mi asesora

Msc. Ing. María Elizabeth Aldana Díaz, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.

**Mis jefes y compañeros
de trabajo**

Por medio de la labor que realizo con ellos logre desempeñar y aplicar los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos durante la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS.....	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
6.1. Necesidades por cubrir.....	17
6.2. Esquema de la solución.....	17
6.3. Alcances	20
6.3.1. Perspectiva investigativa	20
6.3.2. Perspectiva técnica.....	21
6.3.3. Perspectiva de resultados.....	22
7. MARCO TEÓRICO	25
7.1. Fundamento de pipas estacionaria de gas lp	25
7.1.1. Sensor magnético efecto de Hall	26
7.1.2. Twinsite TS012	27
7.1.3. Medidores comerciales para monitoreo de los niveles de gas Lp	27
7.1.3.1. Rochester Elga 3340-0001.....	27

	7.1.3.2.	Medidor inalámbrico RSI-33521	27
	7.1.3.3.	Monitor RSI-12333	28
	7.1.3.4.	Monitor RS-228	28
	7.1.3.5.	MidegasP	28
	7.1.3.6.	CuentaGas	28
7.2.		Arquitectura en Capas (N-Layer).....	29
	7.2.1.	Capa de presentación (Frontend).....	29
		7.2.1.1. Bootstrap (Html, css, JavaScript)	29
	7.2.2.	Backend (Capa de datos y lógica de negocios)	30
		7.2.2.1. Php	30
		7.2.2.2. MySql.....	30
7.3.		Modulo wifi Esp8266	31
7.4.		Problemas de seguridad en los Sistemas de Información.....	31
	7.4.1.	Exposición	31
	7.4.2.	Vulnerabilidad del sistema.....	32
	7.4.3.	Amenaza contra Datos	32
	7.4.4.	Amenazas contra Hardware	32
	7.4.5.	Amenazas contra Software	32
	7.4.6.	Virus malware o Ransomware.....	32
	7.4.7.	Ejemplos de ataques a los sistemas de información	33
7.5.		Mecanismos de defensa.....	33
	7.5.1.	Encriptación.....	34
		7.5.1.1. Criptografía simétrica	35
		7.5.1.2. Criptografía asimétrica	36
	7.5.2.	Protocolo criptográfico Https y SSL/TLS	36
		7.5.2.1. Https(Protocolo de transferencia de híper texto)	37
		7.5.2.2. SSL/TLS.....	37
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	39

9.	METODOLOGÍA	43
9.1.	Tipo de estudio	43
9.2.	Diseño experimental	43
9.3.	Alcance	43
9.4.	VARIABLES.....	44
9.5.	Fases del estudio.....	45
9.5.1.	Investigación y análisis de herramientas a utilizar	45
9.5.2.	Diseño del sistema.....	46
9.5.3.	Desarrollo e implementación del sistema	46
9.5.4.	Fase de experimentación.....	47
9.5.5.	Evaluación de resultados.....	47
9.6.	Técnicas de recolección de información	47
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS	51
11.	CRONOGRAMA.....	55
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	57
12.1.	Factibilidad operativa	57
12.2.	Factibilidad técnica	59
12.3.	Factibilidad económica	60
13.	REFERENCIAS.....	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Componentes del sistema de información	17
2.	Modelo arquitectura por capas del sistema.....	18
3.	Pipa estacionaria	25
4.	Flotador y magnetel	26
5.	Cifrado de información	34
6.	Encriptación simétrica	35
7.	Encriptación asimétrica	36
8.	Descripción de actividades	55

TABLAS

I.	Descripción de variables	44
II.	Observación.....	48
III.	Revisión documental.....	49
IV.	Descripción de técnicas.....	51
V.	Gastos estimados del proyecto.....	60

1. INTRODUCCION

La empresa de distribución de gas (LP) con la finalidad de mejorar el control que se tiene sobre la distribución de gas con sus clientes, desea adquirir un software que le permita llevar el registro del nivel de gas de sus clientes, para ver cuando es oportuno que se necesite realizar el abastecimiento de sus contenedores de gas, observando los problemas para controlar los niveles actuales de gas tienen la necesidad de buscar una nueva forma automatizada y fiable para recabar la información.

Con el propósito de dar solución a esta necesidad, se desea desarrollar el siguiente proyecto, que consiste en una aplicación que utiliza un medidor inteligente para obtener la lectura del nivel de gas. Esto le permitirá a la empresa obtener informes de la fluctuación de los consumos en la red de distribución que manejan. También habrá notificaciones por correo para recordarle a la empresa que se necesita abastecer a uno de sus clientes. El sistema de software se implementa bajo una arquitectura mixta que le permite obtener una escalabilidad en volumen de datos, en dispositivos y un balanceo de carga operativa.

El proyecto utilizará como base de datos MySQL, y como plataforma de desarrollo PHP este proyecto propone una solución utilizando tecnología de vanguardia en los procesos de medición de gas mediante dispositivos inteligentes que son integrados al sistema de información. Este documento contiene los elementos y definiciones teóricas en las cuales se basa el nuevo sistema de información.

En los siguientes capítulos se expondrá el desarrollo del estudio.

- En el primer capítulo, pertenece a los antecedentes en el cual se expondrán estudios de trabajos similares que ayuden a estabilizar nuestra investigación a través de fundamentos sólidos y nos sirva para orientar las formas de realizar el estudio.
- El segundo capítulo, corresponde a la justificación donde se expone las razones del estudio, considerando la problemática actual y como la solución tecnológica de un sistema de información posibilite la solución de la problemática.
- En el tercer capítulo, pertenece al alcance se definen los limites funcionales del sistema de información propuesto, separando los aspectos que quedan dentro del estudio de aquellos que se refieran a posteriores trabajos.
- El cuarto capítulo, corresponde al marco teórico en el que se desarrolla los conceptos teóricos que fundamenta al presente trabajo, que incluye los diferentes dispositivos comerciales, arquitectura del sistema, la seguridad a aplicar al sistema, así como las herramientas que nos sirvan para el desarrollo del proyecto.
- En el quinto capítulo corresponde a la presentación de resultados, contiene el detalle, la identificación y definición de los elementos para la solución hecha por un sistema de información, incluyendo el diseño de la arquitectura, el desarrollo por el *framework bootstrap* que permita el almacenamiento, procesamiento y consulta de la información de los niveles de gas de cada cliente, el diseño del esquema de la base de datos usando el gesto *MySql* que permite almacenar y recompilar la información necesaria para luego extraerla y ver reportes de las variaciones de los niveles de gas.
- Finalmente, el sexto capítulo, pertenece al análisis de los resultados donde se evidenciará que la solución propuesta del sistema de información para automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas, cumple la efectividad de los procedimientos de aprovisionamiento, cumplimiento de los estándares de seguridad; y de los aspectos de negocio.

2. ANTECEDENTES

Los sistemas de información van evolucionando constantemente, haciendo que el uso en organizaciones y empresas dependan más de ellas, con la innovación de sistemas informáticos que recaban información de dispositivos inteligentes conectados a internet, estos sistemas permiten la automatización de recolección de información por medio de sensores o actuadores, para después procesar, analizar y visualizar la información.

Ricart, Andreu, y Valor en su estudio titulado *Estrategias y sistemas de Información*, establecen que los sistemas de información podrían describirse como:

Conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de la empresa, recopila, elabora y distribuyen selectivamente la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia. (1991, p. 23)

Según Monforte (1994) determina a un sistema estratégico de información como: “aquel sistema de información que forma parte del ser de la empresa, bien porque supone una ventaja competitiva por sí mismo, bien porque está unido de una forma esencial al negocio y aporta un atributo especial a los productos, operaciones o toma de decisiones” (p. 31).

Los estudios anteriores dan una perspectiva sobre lo que un S.I. puede aportar a las empresas, para la distribuidora de gas un sistema información que permita automatizar y monitorear la información de los niveles de gas en la pipa haciendo uso de dispositivos inteligentes, puede ser una solución para la retroalimentación de la información de los niveles de gas en las pipas de sus clientes, esto ayuda a tomar mejores decisiones logísticas en los servicios de llenado de gas, además de también ser una característica de valor agregado para la empresa.

Rodríguez (2012) menciona algunos medidores comerciales de nivel de gas licuado en pipas estacionarias cuyas características se describen en general los medidores miden el nivel de gas en la pipa, por medio de sensores magnéticos, luego se envía la información por *bluetooth*, radiofrecuencia, cableada o wifi, a un concentrador local, para después ser visualizada en un *display*, además los dispositivos permiten configurar el tiempo para solicitar lecturas del nivel de gas, como también una alerta cuando los niveles de gas se encuentran bajos. El suministro de energía es cableado para la mayoría, aunque otros utilizan baterías. Además, también menciona que los radiotransmisores *ZigBee* mejoran el alcance de la comunicación inalámbrica del medidor hacia el concentrador local.

Con base en esta información se define que los dispositivos inteligentes, deben de tener un sensor magnético para recabar la información del nivel del gas y para ser procesada por un microprocesador, debe de considerarse la eliminación del suministro de voltaje por cables en el medidor instalado en el tanque y hacer uso de baterías para mejorar la portabilidad. Y que los módulos de radiofrecuencia Zigbee mejoran la distancia de transmisión hacia el concentrador local.

Rodríguez (2012) en sus conclusiones afirma lo siguiente:

La comunicación inalámbrica desde el dispositivo instalado hacia un concentrador local con *display*, proporciona flexibilidad para colocarlos en cualquier lugar, en lugar de estar fijo.

Posibilidad de integrarse como un nodo perteneciente a una red de sensores conectados a un sistema central. (p. 83)

Con base en las conclusiones de su trabajo de graduación, definimos la oportunidad de utilizar los medidores y poderlos integrar a un sistema informático que nos permita automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas en la pipa.

Khan, Faheem y Zoha, Ahmed y Ali, Rana. (2007) en su artículo *Design and Implementation of Smart Billing and Automated Meter Reading System for Utility Gas*. Menciona que su sistema inteligente de facturación y lectura automática de medidores para el despacho de gas de servicio público minimiza la intervención humana en la recabación de la lectura del medidor, además que su Gateway que utilizan para transmitir la información de sus medidores remotamente es a través de módulos (GSM).

Wiratama, Syaifuddin, Wibowo, Ardilla y Purnomo (2018), en su artículo *Gas Billing System based on Automatic Meter Reading on Diaphragm Gas Meter with Email Notification*, describen que en su sistema de comunicación de sus medidores utilizan módulos Gsm a través de su servicios Gprs envía la información a sus servidores de base de datos, los datos se procesarán para el cálculo del monto de la factura cargada al cliente mediante notificación por correo electrónico con protocolo SMTP.

Analizando los dos artículos anteriores, ellos hacen uso de un módulo GSM que corresponde a tecnología 2G, existen también módulos más recientes de tecnología 3G o 4G, pueden ser una alternativa para ser nuestra puerta de enlace hacia internet, para nuestros dispositivos medidores de nivel de gas y así transmitir nuestra información hacia nuestro sistema de información donde tendremos nuestra base de datos para resguardar nuestra información, también podemos ver la oportunidad de utilizar un servidor de correo para notificar las alertas de los niveles bajos de gas en la pipa a los interesados en la empresa distribuidora de gas.

Jian, liang, Cui, He, Cao, y Hu. (2010) en su artículo *Wireless Digital Gas Meter with Lower Power Consumption* menciona que a través del sistema de lectura del medidor de gas, por medio de su dispositivo instalado en las casas de los usuarios, transmiten los datos del valor del gas enviados por red inalámbrica, para que después estos datos se envían a un DataCenter por transmisiones de banda ancha para su procesamiento en tiempo real y el uso de un software que analiza el sistema de lecturas automáticas de los medidores el cual les permite ver cómo los usuarios utilizan el gas combustible.

Analizando el sistema del artículo anterior, ellos utilizan un datacenter, debido a que la cantidad de información de sus clientes es muy alta, el cual les proporciona ciertas ventajas como seguridad, fiabilidad, movilidad de los datos, así como acceso a la información en cualquier lugar y momento.

Cai, Zhang, Huang, y Yu (2012) en su artículo titulado *Remote Gas Meter Reading System Based on Zigbee Network*. Mencionan que en su sistema de contabilización de gas se implementan en servidores a larga distancia en sus instalaciones, accedidos a través de una ip pública, envían un comando de control, el cual ordena al medidor tomar la fotografía del contador de gas y

enviarla por internet a su red privada para ser procesada y almacenada, en el sistema utilizan a MySQL como su gestor de base de datos y visualizada a través de una interfaz gráfica desarrollada en visual studio 2005.

Basados en el artículo anterior podemos relacionar que se puede utilizar en la capa de datos una base de datos relacional para almacenar la información, también que podemos utilizar el programa Visual studio para realizar nuestra interfaz gráfica que corresponde al Frontend de nuestro sistema informático y que ellos trabajan en una infraestructura de nube privada ya que el sistema se encuentra alojado en sus instalaciones.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una empresa guatemalteca encargada de la distribución, envasado, almacenamiento, comercialización e importación de Gas Lp brinda sus servicios de llenado de pipas a industrias que manejan un consumo mínimo de 500 galones de gas.

Sin embargo, ha presentado deficiencia en su proceso de logística en el servicio de llenado de Gas, la logística de llenado de gas implica grandes retos para la empresa, porque consta de 3 sedes que suministran a todo el país, por lo tanto, se debe de llevar un control muy detallado de las empresas y rutas a las que se les debe suministrar el servicio de llenado de gas para no incurrir en gastos adicionales y afectación de los clientes.

El factor clave que determina las rutas y control de llenado es el porcentaje del nivel actual de gas en la pipa. El nivel del gas de la pipa se visualiza en un magnetel que se encuentra ubicado directamente en la pipa, por lo tanto, solamente el cliente tiene acceso directo a esta información, provocando que el cliente o la empresa tenga que interactuar constantemente para consultar la información de los niveles de gas en las pipas. Incurriendo en gastos de comunicación, pérdida de tiempo innecesario de los trabajadores (tanto de la empresa como de los clientes), y pérdidas económicas al no abastecer a los clientes antes de que se acabe el gas disponible.

Como se mencionó anteriormente el manejo de la información de los niveles de gas de los clientes es clave para que el proceso de logística de llenado de gas se realice correctamente. Existen algunos dispositivos inteligentes que

proveen información de dichos niveles de gas automáticamente, entre ellos se destacan los siguientes: Rochester Elga 3340-0001, Centeron RSI-33521, Centeron RSI-12333, MideGas P, RobertShaw RS-228, CuentaGas, los cuales se caracterizan por recabar la información, enviarla por radiofrecuencia, bluetooth, cableada o wifi, a un concentrador local, que visualiza la información en un display, cuentan con configuración de lecturas y alertas estáticas o programables en niveles bajo (Rodríguez ,2012).

Para seleccionar los dispositivos inteligentes que proveen información de los niveles de gas automáticamente se debe considerar que los dispositivos puedan trabajar en el exterior soportando altas y bajas temperaturas, que los dispositivos no sean muy invasivos para las instalaciones del cliente y que permitan recabar la información del nivel de gas en tiempo real, para centralizar, almacenar y gestionar la información, en base a la información también poder configurar alertas de los niveles bajos de gas en las pipas, y poder configurar remotamente los dispositivos.

Al determinar que la información de los niveles de gas en las pipas es fundamental para el éxito en la logística, del proceso de servicio de llenado, en la empresa distribuidora de gas surge la siguiente pregunta central:

- ¿Cuál es la solución tecnológica para automatizar la adquisición, procesamiento y monitoreo en tiempo real de los niveles de gas en la pipa, para mejorar la eficiencia logística en el abastecimiento a los clientes?

Debido a que es un proceso de suma importancia tanto para el cliente como para la empresa distribuidora de gas surgen también las siguientes preguntas auxiliares en apoyo a la pregunta central:

- ¿Cuál es la configuración de los medidores inteligentes que permitan adquirir información confiable de los niveles de gas en las pipas?
- ¿Cuál es el protocolo de comunicación para adquirir y almacenar los datos no estructurados eficientemente?
- ¿Cuál es la política de seguridad de la información que permita la gestión de la información sensible de clientes?

4. JUSTIFICACIÓN

El enfoque del siguiente trabajo de graduación es sobre la línea de investigación de "Sistemas para impulsar la integración de sistemas de información", mediante esta línea de investigación se apoyara a la empresa distribuidora de gas para automatizar el proceso de recabar la información de los niveles de gas en la pipa de sus clientes, valiéndose de un sistema de información que permita recolectar, almacenar, visualizar y gestionar la información de los medidores que recaba la información del nivel de gas en la pipa, también de una herramienta de alertas parametrizable que permite notificar a las partes interesadas de la distribuidora de gas cuando los niveles de gas en la pipa se encuentran muy bajos.

Un sistema de información en la nube proporciona ventajas favorables a la empresa distribuidora de gas, los beneficios que proporciona son: escalabilidad en la infraestructura informática, en caso de necesitar más recursos de hardware o capacidad de almacenamiento, reducción de costes en gastos de mantenimiento y servicio al equipo de cómputo, un control efectivo de la gestión remota de los dispositivos que miden el nivel de gas en la pipa, disponibilidad de mayor y mejor información para los usuarios en tiempo real, accesibilidad al sistema desde cualquier momento y lugar que cuenten con acceso a internet, ventaja competitiva y valor agregado a la empresa, seguridad y almacenamiento adecuado de la información.

Con base en eso se decide desarrollar e implementar un sistema de información hecho a la medida, de manera que, a través de este sistema, se pueda llevar un control más detallado de la información de los niveles de gas en

la pipa de los cliente, lo que mejora la relación y control de los clientes, nos permite mantener un servicio y contacto 24/7 de la información, el hecho de monitorear entender y analizar esa información con un sistema de alertas cuando los niveles de gas en la pipa se encuentra bajos el cual es notificado por correo electrónico a las partes interesadas en la empresa distribuidora de gas, hará tomar decisiones más acertadas en el proceso de logística para la coordinación del servicio de llenado de gas en la pipa de los clientes.

Otros beneficios que aporta el sistema de información es mejorar el perfil de la empresa en relación con los clientes por un servicio anticipado de llenado de gas en la pipa del cliente, maximizar las ventas de gas, reducción de costes en combustibles al mejorar las rutas derivado del proceso de logística, reducción de costes de comunicación al evitar monitorear al cliente de forma manual.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Desarrollar e implementar un sistema de información para el monitoreo en tiempo real de los niveles actuales de gas en la pipa, mediante el empleo de medidores inteligentes y una herramienta de alertas para los niveles bajos de gas en la pipa.

5.2. Específicos

- Diseñar e implementar un sistema de información que permita la interoperabilidad técnica con los medidores inteligentes.
- Determinar el protocolo de comunicación de datos a implementar en el medidor para la integración eficiente de la información al sistema de monitoreo de los niveles de gas.
- Implementar políticas de seguridad con el propósito de restringir, administrar y resguardar la información de manera pertinente en el sistema de monitoreo de los niveles de gas en las pipas.

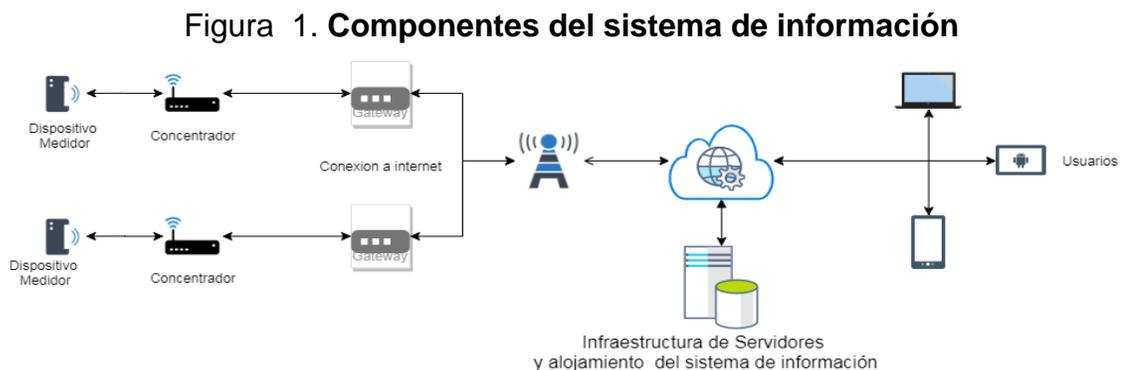
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

6.1. Necesidades por cubrir

El sistema información cubrirá la necesidad que presenta la empresa de servicio de llenado de gas, de recabar, almacenar, procesar, asegurar y visualizar la información en tiempo real obtenida de los dispositivos que se encargan de medir el nivel de gas en la pipa, el sistema información busca cambiar la forma en que se da seguimiento al cliente, el cual consta de comunicación vía telefónica, la implementación del sistema de información es con el fin de mejorar la toma de decisiones en logística en el servicio de llenado de gas.

6.2. Esquema de la solución

El sistema de información a diseñar e implementar para el monitoreo y recabo de los datos enviados por los dispositivos inteligentes que miden el nivel de gas en una pipa estacionaria en un esquema general se describe en la (Figura 1).

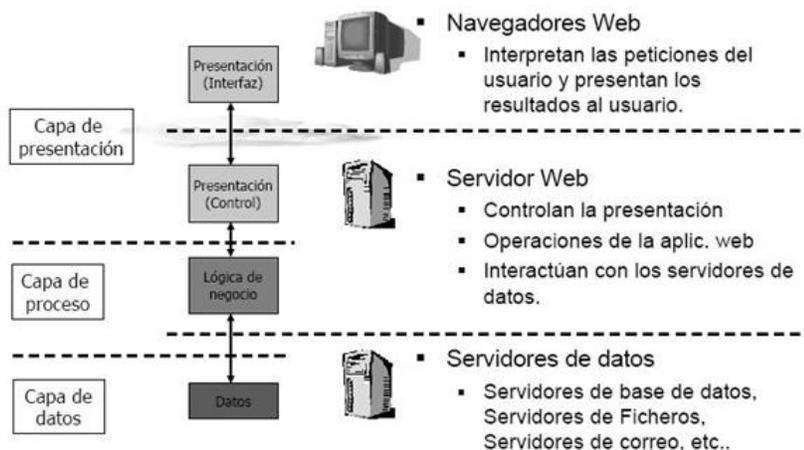


Los componentes que conforman nuestro sistema se describen a continuación:

Dispositivo medidor: al recibir la solicitud del concentrador de forma inalámbrica, es el encargado de medir los niveles de gas en el tanque y enviar la información devuelta al concentrador.

Concentrador: es el encargado de hacer solicitudes de información al medidor periódicamente, recibir la información del medidor, visualización de la información de los niveles de gas de forma local mediante un *display*, permite ser configurado mediante internet, empaqueta la información recibida del medidor para enviarla por una *gateway* de internet hacia nuestro sistema. El sistema en una arquitectura por capas lo podemos ver en la Figura 2.

Figura 2. **Modelo arquitectura por capas del sistema**



Fuente: Puente (2013). *Arquitectura de las aplicaciones Web*. Consultado el 10 de octubre de 2020. Recuperado de <https://programacionwebisc.wordpress.com/2-1-arquitectura-de-las-aplicaciones-web/>

Las capas del sistema se describen de la siguiente forma:

La capa de presentación: es el Frontend del sistema es la interfaz gráfica con la que interactúan los usuarios en el uso del sistema, la cual es accesible desde cualquier dispositivo como computadoras, tablets, celulares que tenga acceso a internet. Esta capa puede contar con un balanceador de carga para asignar y balancear las solicitudes de nuestros clientes al servidor web más disponible, en esta capa también se debe de considerar sus componentes como los métodos de entrada como lo son *input text*, *radio button* entre otros y validaciones de los datos para evitar errores por datos no válidos.

La capa de proceso: es el backend del sistema, donde tenemos la infraestructura de servidores, control de la operación y lógica del negocio de nuestro sistema, control de concurrencias y transacciones, encriptación, seguridad de la información, también se encarga de la interoperabilidad con la capa de datos y con la capa de presentación. El sistema para implementar tendrá las siguientes funcionalidades:

- Gestión de usuarios.
- Gestión para el aprovisionamiento de los medidores inteligentes que recaban la información de los niveles de gas en la pipa.
- Gestión para configurar alertas personalizadas por cliente, cuando sus niveles de gas en la pipa se encuentren bajos.
- Visualización de los niveles de gas de los clientes e indicadores visuales que varían conforme el porcentaje de gas en las pipas.

- Un sistema de alertas de los niveles bajos en las pipas de los clientes que será notificada por correo electrónico a los interesados de la distribuidora de gas.

En la capa de datos: tendremos nuestros gestores de base de datos que pueden ser SQL o noSql donde almacenamos la información recabada de los dispositivos que miden el nivel de gas en la pipa, la información de contacto de nuestros clientes, también se debe de encargar de cifras las cadenas de conexión, como la encriptación de contraseñas para el resguardo pertinente de la información, un servidor de correo que servirá como herramienta para las notificaciones de alertas a los interesados en la empresa distribuidora de gas. Una replicación en clúster de la base de datos para tener un respaldo a nuestra información y mejorar la disponibilidad de los datos para la aplicación del sistema.

6.3. Alcances

A continuación, se describen los alcances que tendrá nuestra investigación.

6.3.1. Perspectiva investigativa

- Describir la arquitectura por utilizar para la integración de la información de los medidores.
- Describir los conceptos de encriptación de la información.
- Describir los medidores comerciales de gas lp para pipa o tanque estacionario.

6.3.2. Perspectiva técnica

- Una limitación técnica por propiedad intelectual es no revelar la estructura interna del medidor desarrollado por la empresa distribuidora de gas.
- El tipo de modelo de datos a utilizar es una base de datos relacional en los cuales los gestores pueden ser Oracle, Sql Server, MySQL.
- Para la encriptación se utilizará un certificado SSL sha-2.
- Para el desarrollo del *Frontend* se pretende utilizar el *framework Bootstrap*.
- El sistema podrá ser accedido desde cualquier dispositivo con conexión a internet.
- Generación de documentación técnica para la configuración de la conectividad del medidor y uso del sistema de información.
- Para el entregable del aprovisionamiento del medidor inteligente se limita a lo siguiente:
 - Mostrar el estatus de conexión a internet del concentrador.
 - Mostrar si el medidor es el que no está enviando información al concentrador.
 - Guardar la información de los niveles de gas en la pipa recabada del medidor y enviada por el concentrador.
- Para el entregable de las notificaciones de alerta de los niveles bajos de gas en la pipa se limita a lo siguiente:
 - Enviar de forma automática un correo de notificación a los interesados de la empresa distribuidora de gas alertando que los niveles de gas en la pipa se encuentran bajos.

- Herramienta para configuración de alertas personalizadas por cliente.
- Para el entregable de políticas de seguridad del Sistema de Información para automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas en una pipa estacionaria mediante el empleo de medidores inteligentes se limita a lo siguiente:
 - Verificación de los permisos de usuarios para la configuración de los medidores y visualización de la información.
 - Encriptación de la información sensible.
 - Campos de texto condicionados.
 - Copias de respaldo de la información.

6.3.3. Perspectiva de resultados

Prototipo de un sistema de información para automatizar y monitorear en tiempo real los niveles de gas en una pipa estacionaria mediante el empleo de medidores inteligentes, como resultado del prototipo a implementar la empresa distribuidora puede:

- Notificaciones por correo electrónico a los interesados en la empresa distribuidora de gas, cuando los niveles de gas en la pipa se encuentren bajos.
- Visualización en tiempo real de la información de los niveles de gas recabada por los medidores.
- Configuración personalizada de alertas por cliente.
- Configuración del tiempo de muestreo del medidor inteligente.
- Automatización del proceso manual de recolección de información de los niveles de gas en la pipa o tanque estacionario.

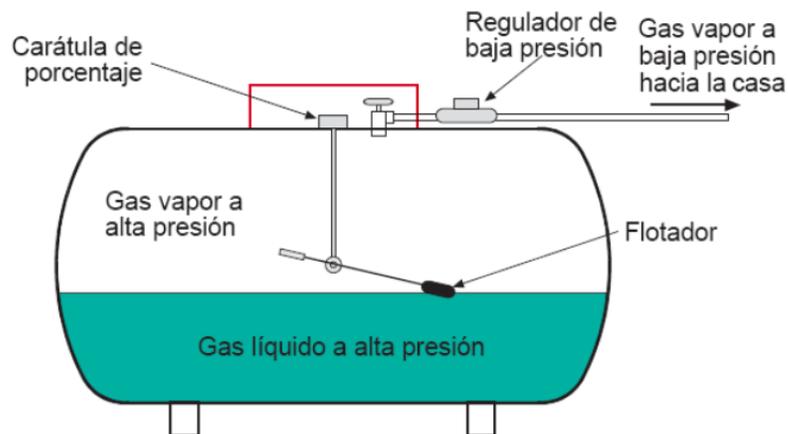
- Interpretar la información de los niveles de gas para mejorar el proceso de logística de la empresa distribuidora de gas.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Fundamento de pipas estacionaria de gas lp

Son recipientes hechos de acero para el almacenaje de gas Lp a una alta presión, en donde se almacena la mezcla de los gases butano y propano, el gas lp dentro del tanque se aloja en la parte inferior en un estado líquido y en un estado de vapor en lo superior del tanque, como se ve en la figura 3 (Rodríguez ,2012).

Figura 3. Pipa estacionaria

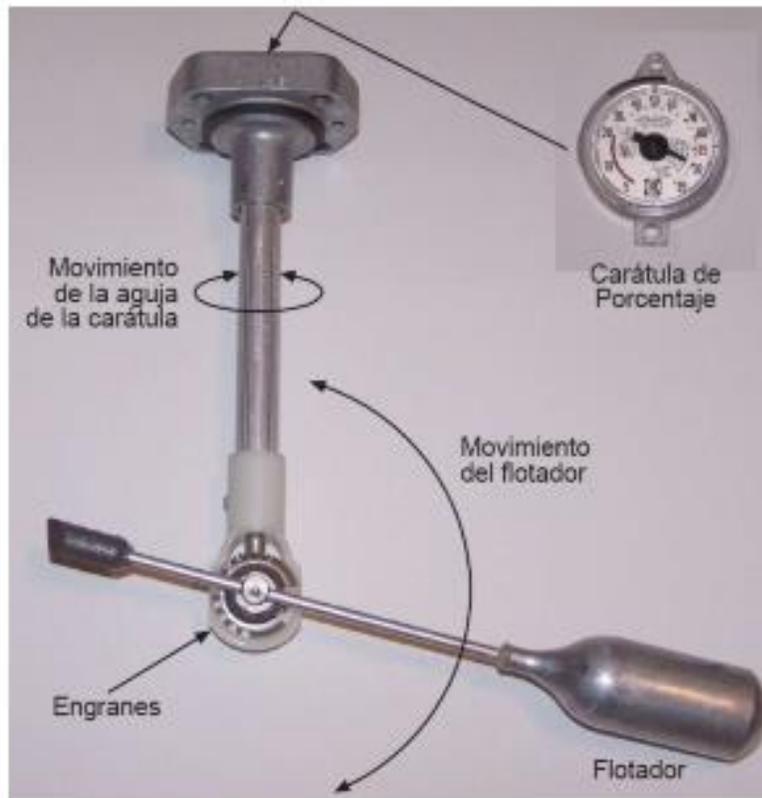


Fuente: MIDEGAS P. (2004). *Instructivo Midegas P V3*. Consultado el 10 de octubre de 2020.
Recuperado de http://www.gas-lp.com/page7/assets/INSTRUCTIVO_MIDEGAS_P_V3.pdf.

Todas las pipas cuentan con un flotador interno, estas difieren en diámetro según sea la dimensión de la pipa, en la parte superior del flotador este consta de la carátula de porcentaje también llamado magnetel. El flotador funciona de la siguiente manera este varía conforme la cantidad de gas líquido que se encuentra en el tanque, en el sistema engranaje que se acopla al flotador, en la varilla

central interna se encuentra un imán el cual varía de posición por el giro del flotador como se puede ver en la figura 4 (Rodríguez ,2012).

Figura 4. Flotador y magnetel



Fuente: MIDEGAS P. (2004). *Instructivo Midegas P V3* . Consultado el 10 de octubre de 2020.
Recuperado de http://www.gas-lp.com/page7/assets/INSTRUCTIVO_MIDEGAS_P_V3.pdf.

7.1.1. Sensor magnético efecto de Hall

Los medidores comerciales usados para monitorear la cantidad de gas que se encuentra en el contenedor estacionario hacen uso del sensor de efecto de Hall para adquirir la lectura del flotador, cuando obtiene la lectura esta es procesada y transmitida al dispositivo que despliega el nivel actual de gas. El

sensor efecto de hall mide los campos magnéticos o corrientes para determinar la posición en que se encuentra el flotador. (Rodríguez, 2012).

7.1.2. Twinsite TS012

Este indicador tiene la funcionalidad de usar un sensor de Hall, con el que, a partir de un voltaje de referencia, obtiene un voltaje de salida que es proporcionado al nivel gas, su suministro va de 3.5 a 6v, puede trabajar en el rango de 8 % a 80 % de la cantidad interna de gas en el tanque, es muy utilizado en los sistemas de monitoreo remoto. (Rodríguez, 2012).

7.1.3. Medidores comerciales para monitoreo de los niveles de gas Lp

A continuación, se mencionan algunos medidores que se encuentran en el mercado.

7.1.3.1. Rochester Elga 3340-0001

El indicador Elga hace uso de un sensor de efecto de Hall para recabar la medición del tanque, el cual está conectado de forma alámbrica al indicador Rochester Elga, al recibir la medición este la procesa, para luego visualizarla la información del tanque en porcentaje a través del display de 7 segmentos, puede indicar niveles bajo mediante oscilaciones del display (Rodríguez, 2012).

7.1.3.2. Medidor inalámbrico RSI-33521

Usa un indicador de efecto de Hall, puede transmitir la data obtenida mediante teléfono satelital, Ethernet, celular, permite configuración a distancia,

emite alarmas predefinidas, la batería puede durar 10 años, enviando información una vez al día (Rodríguez, 2012).

7.1.3.3. Monitor RSI-12333

Monitorea el nivel de gas, utiliza también un sensor de efecto de hall, transmite la información haciendo uso del protocolo DSSS, la batería incluida puede durar 5 años transmitiendo cada 4 horas, tiene un alcance de transmisión de 1.6km sin obstáculos es decir a campo abierto (Rodríguez, 2012).

7.1.3.4. Monitor RS-228

Monitorea el nivel de gas Lp, usa un indicador e efecto hall, transmite la información por radiofrecuencia 433Mhz, utiliza baterías tanto en el transmisor como el receptor, tiene un alcance de 50 metros, la visualización del nivel de gas lo muestra numéricamente y por barras, aunque presenta problemas de sincronización, y caídas del enlace de comunicación, y opera inestable en climas con temperatura baja (Rodríguez, 2012).

7.1.3.5. MidegasP

Este medidor es muy parecido al Rochester Elga, utiliza también un sensor de hall para medir el nivel de gas, sus transmisiones son alámbrica y realizadas en un intervalo de 60 segundos, muestra la información en una LCD (Rodríguez, 2012).

7.1.3.6. CuentaGas

Este medidor de gas utiliza también el sensor de efecto de *hall* Twinsite, posee dos versiones donde la información la visualizan una en forma análoga con un vúmetro de ledes y otra en forma digital utilizando un display, ambos

concentradores reciben de forma cableada la señal enviada por el sensor. (Rodríguez, 2012).

7.2. Arquitectura en Capas (N-Layer)

Es una forma de estructurar jerárquicamente cada capa que compone al sistema, por lo que en cada capa construida proporciona servicios que se relacionan entre la capa superior o inferior como fuese el caso. Esta se divide en 3 capas, presentación, negocios, y acceso a datos.(Reynoso y Kiccilof, 2004).

7.2.1. Capa de presentación (Frontend)

Esta capa constituye la capa visual del sistema, está compuesta por las tecnologías de desarrollo y diseño web, la cual se visualiza en los navegadores de internet para luego interactuar directamente con el usuario. (Jr, Carlos y Wiedemann, Ronie y Rubio-Tamayo, Jose Luis y Henriques, Renato ,2016).

También se pueden agregar funcionalidades y contenidos que pueden ser de uso general o de uso registrado, utilizando algún tipo de autenticación del sistema, esta capa tiene comunicación bidireccional con el Backend del sistema (Pinnho Soares,2009).

7.2.1.1. Bootstrap (*Html, css, JavaScript*)

Es un *framework* de código abierto que fue desarrollo por la empresa Twitter, este *framework* combina los lenguajes *Css* y *Javascript*, para mejorar las representaciones visuales de una página *html* y hacerlas más responsivas, además de su alta compatibilidad con los navegadores web del mercado Google

Chrome, Safari, Mozilla Firefox, Internet Explorer y Opera (Laaziri, M., Benmoussa, K., Khouliji, S., Larbi, K.M., y Yamami, A.E. ,2019). .

7.2.2. Backend (Capa de datos y lógica de negocios)

Es la parte que se encarga del control de operaciones de la capa de negocios, la cual a su vez controla lo que solicita la capa de presentación y además que tiene acceso a la capa de datos la cual no es accedida directamente por los usuarios de la capa de presentación. Algunos lenguajes utilizados para la programación del *Backend* son *Python*, *Php*, *C#*, *Visual Basic*, *Java*, *Ruby on Rails*. (Gerasimov, A., Heuser, P., Ketteniß, H., Letmathe, P., Michael, J., Netz, L., Rumpe, B., y Varga, S. ,2020).

7.2.2.1. Php

Es un lenguaje de código abierto muy popular de programación, el cual se adapta al desarrollo web, además que puede ser incrustado a los *HTML* a través de scripts. (Ottoni, G., 2018).

7.2.2.2. MySql

Es una plataforma de código abierto el cual puede ser instalado con facilidad, este software es utilizado para crear y administrar base de datos relacional, las base de datos relacionales son aquellas que los datos son estructurados como tablas (Saikia, A., Joy, S., Dolma, D., y Mary, R., 2015).

7.3. Modulo wifi Esp8266

Es una compacta placa de desarrollo, que está compuesto por el MCU Esp8256, el cual tiene integrado un procesador Tensilica de 32 bits, por su amplio rango de temperatura que soporta lo hace funcional para entornos industriales, además de que su tamaño pequeño lo hace ideal para el uso de aplicaciones móviles, dispositivos electrónicos portátiles y aplicaciones de iot (Akintade, OO, Yesufu, TK y Kehinde, LO , 2019).

El Esp8266 es un módulo wifi que trabaja en la banda de 802.11b/g/n con un stack TCP/IP completo y dos modos de transmisión UDP/TCP, además tiene dos modos de trabajo como punto de acceso (AP) y como cliente/estación(WIFI_STA), wifi Direct(P2p) (Kumar, Nishanth, Praveen, Archana , 2017).

Posee comunicación Uart que permite interactuar con el módulo a traves de comandos AT, y programar el microcontrolador utilizando la plataforma arduino (Zhang, C., Qiao, Y., Li, R., y Liu, Z., 2019).

7.4. Problemas de seguridad en los Sistemas de Información

Entre los más importantes problemas en la seguridad mencionamos los siguientes.

7.4.1. Exposición

Esto ocurre cuando se presenta una pérdida o daño al sistema de información, algunos ejemplos de la causa de estos problemas son: corrupción, alteración o robo de la información por acceso no autorizado (Dante,2004).

7.4.2. Vulnerabilidad del sistema

Esto ocurre cuando en el sistema de información hay una debilidad o fallo que pueda ser explotado, poniendo en riesgo los datos del sistema y que permita la irrupción de un atacante el cual puede comprometer la disponibilidad, confiabilidad y la integridad de la información (Dante,2004).

7.4.3. Amenaza contra Datos

Esto ocurre cuando se modifica intencionalmente los datos, con el fin de comprometer la fidelidad de la información, el cual si se realiza muy hábilmente puede ser indetectable (Dante,2004).

7.4.4. Amenazas contra Hardware

Esto ocurre cuando se daña intencionalmente al equipo de cómputo del sistema (Dante,2004).

7.4.5. Amenazas contra Software

Esto ocurre cuando se destruye o modifica intencionalmente el sistema, con tal de hacerlo parcial o totalmente inaccesible (Dante,2004).

7.4.6. Virus malware o Ransomware

Malware es un programa que se crea con el fin de dañar dispositivos, robo de información o causar problemas, *Ransomware* es un tipo de virus que restringe el acceso parcial o total a la información, estos son desarrollados por hacker que piden gratificaciones monetarias para solventar esos problemas (Dante,2004).

7.4.7. Ejemplos de ataques a los sistemas de información

Dante (2004) menciona algunos ejemplos de ataques a los sistemas de información.

- Robo de información sensible por ejemplo contraseñas, correos, datos personales, registro de planillas.
- Ataques *ddos*, son los ataques más frecuentes conocida por la denegación de servicio distribuida, bloquean el acceso al servicio web, ataque al servidor por información basura por ejemplo relleno de formularios falsos o envío de solicitudes.
- Phishing es un método utilizado por hacker con la finalidad de suplantar la identidad de empresas o personas, utilizando como medio la comunicación electrónica (Messenger, correos), con el objetivo de hacerse con los datos bancarios o personales.
- El más común es el que ocurre cuando se despide a personal que conoce el sistema o tiene un nivel de usuario con ciertos privilegios, y que no se le revoquen y prohibieron inmediatamente los permisos y controles de usuario, dándole la oportunidad que él pueda acceder y sustraer información confidencial o corromper el sistema. Esto sucede debido a que las empresas muchas veces contratan a personal temporalmente y si a algunos de ellos se les ofrece otra plaza permanente en otra empresa puede llevarse información que lo coloque en un buen puesto.

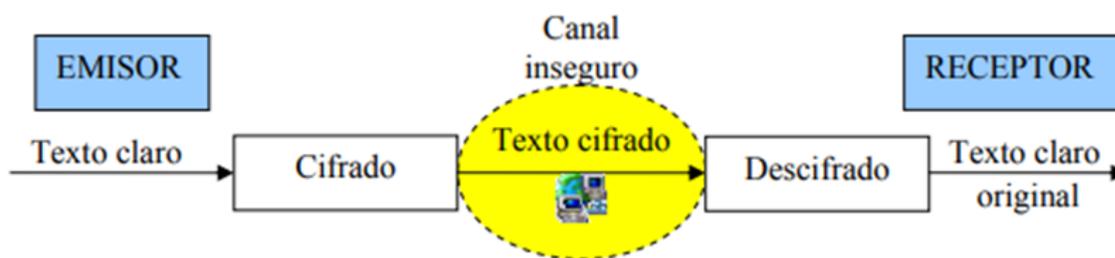
7.5. Mecanismos de defensa

Son las defensas que utilizan los sistema para evitar la vulnerabilidad ante ataques o amenazas a la información.

7.5.1. Encriptación

Una de las ramas de la criptología es la criptografía, se encarga de cifrar mensajes, este sigue el siguiente concepto, un emisor genera un mensaje claro y legible, luego es procesado mediante un cifrado usando una clave, para producir un texto codificado o cifrado, el texto cifrado es transmitido por un vía de comunicación, donde llega a un descifrador que transforma el texto cifrado utilizando otra clave para recuperar el texto como originalmente se generó por el emisor. Encriptar un texto es usar un algoritmo que, en relación con una clave de encriptación, transforman al texto, en un nuevo texto inexplicable e indescifrable para los que no posee la clave, la función es totalmente reversible para el que posee el algoritmo y la clave de encriptación. La encriptación ha sido inventada y utilizada originalmente para fines de seguridad en las transmisiones de mensajes militares (Mohamed, Reham y Harb, Hany. ,2015). Un ejemplo del proceso de encriptación se puede ver en la figura 5.

Figura 5. Cifrado de información



Fuente: Oficina de Seguridad del internauta. (2019). *Criptografía*. Consultado el 15 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2019/07/10/sabias-que-existen-distintostipos-de-cifrado-para-proteger-la-privacidad>.

La criptografía ha evolucionado en nuestros días con una fuerza insólita debido a la aplicación en sistemas informáticos, desarrollo de nuevos métodos y algoritmos de cifrado de información con el fin de asegurar los pilares principales de la criptografía (Goudar, 2012) menciona los siguientes:

- Seguridad: fiabilidad de que la información solo puede ser leída por el destinatario.
- Integridad: certeza de que la información no ha sufrido manipulación posterior al envío del emisor.
- Autenticidad: certeza de que el autor original es el remitente de la información.
- No rechazo: no se puede negar la autoría de un mensaje enviado

La criptografía se divide en dos tipos principales, la criptografía de clave simétrica o privada y la criptografía de clave asimétrica o pública.

7.5.1.1. Criptografía simétrica

En este tipo de encriptación el emisor y receptor tiene la misma clave para cifrado y descifrado de la información, la llave simétrica requiere conocer cada host en el que se desea cifrar y descifrar la información, e instalarla la llave en los hosts que requieran el (Mohamed, Reham y Harb, Hany. ,2015). En la figura 6 se describe este tipo de encriptación.

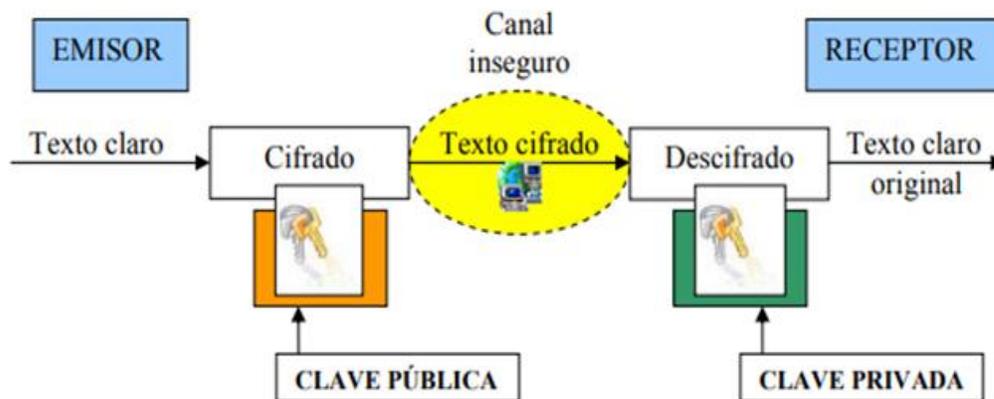


Fuente: Oficina de Seguridad del internauta. (2019). *Criptografía*. Consultado el 15 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2019/07/10/sabias-que-existen-distintostipos-de-cifrado-para-proteger-la-privacidad>.

7.5.1.2. Criptografía asimétrica

La encriptación se divide en dos tipos de clave, una pública y una privada, la clave privada solo el receptor debe de tener acceso, la clave pública es dada por el receptor a todo emisor con el cual él quiera tener una comunicación segura (Mohamed, Reham y Harb, Hany. ,2015). En la figura 7 se describe su funcionamiento.

Figura 7. Encriptación asimétrica



Fuente: Oficina de Seguridad del internauta. (2019). *Criptografía*. Consultado el 15 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2019/07/10/sabias-que-existen-distintostipos-de-cifrado-para-proteger-la-privacidad>.

7.5.2 Protocolo criptográfico Https y SSL/TLS

Son protocolos utilizados para proteger la información manejada en internet.

7.5.2.1. Https (Protocolo de transferencia de hiper texto)

Es un protocolo que toma como base el protocolo *HTTP*, el protocolo *HTTP* hace sus transferencia de datos en claro lo cual puede ser accesibles por terceros que intercepten la comunicación, en cambio *Https* su funcionalidad se centra en la seguridad de la transferencia de datos, por lo que cabe destacar que es la versión segura de *HTTP*, el protocolo *https* para crear la conexión segura emplea cifrado *SSL*, para asegurar que los datos viajen de forma segura de extremo a extremo (Clark, J., y Van Oorschot, 2013).

7.5.2.2. SSL/TLS

SSL(capa de sockets seguros) y *TLS*(Seguridad de la capa de transporte), son protocolos criptográficos que mantienen segura la conexión a internet, además de proteger la información confidencial donde interactúan dos sistemas, con la finalidad de impedir que un tercero (delincuente) lean, modifiquen o roben la información, *TLS* es la versión mejorada de *SSL* aunque comúnmente por motivos comerciales aun es llamado *SSL*. (Lee, Homin y Malkin, Tal y Nahum, Erich, 2007).

Su funcionamiento sigue los siguientes pasos:

- El cliente solicita establecer una conexión segura con el servidor.
- El servidor envía el certificado que contiene la clave pública (mediante encriptación asimétrica).
- El cliente verifica el certificado con la certificadoras autorizadas, caso contrario avisa al cliente que puede aceptar la comunicación bajo su propio riesgo.
- El cliente genera una clave simétrica aleatoria, la cual se cifra usando la clave pública del servidor.

- Ahora ambos conocen la clave simétrica y cifran su comunicación utilizando la clave simétrica mientras dure la sesión.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN MARCO METODOLOGICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES
2. JUSTIFICACIÓN
3. ALCANCES
 - 3.1. Perspectiva investigativa
 - 3.2. Perspectiva técnica
 - 3.3. Perspectiva de resultados
4. MARCO TEÓRICO
 - 4.1. Fundamento de pipas estacionaria de gas L_p
 - 4.2. Sensor magnético efecto de *Hall*
 - 4.3. Twinsite TS012
 - 4.4. Medidores comerciales para monitoreo de los niveles de gas L_p
 - 4.4.1. Rochester Elga 3340-0001
 - 4.4.2. Medidor de nivel inalámbrico RSI-33521
 - 4.4.3. Monitor RSI-12333

- 4.4.4. Monitor RS-228
 - 4.4.5. MidegasP
 - 4.4.6. CuentaGas
- 4.5. Arquitectura en Capas (N-Layer)
 - 4.5.1. Capa de presentación(Frontend)
 - 4.5.2. Bootstrap(Html, css, JavaScript)
 - 4.5.3. Backend (Capa de datos y lógica de negocios)
 - 4.5.3.1. Php
 - 4.5.3.2. MySql
- 4.6. Modulo wifi Esp8266
- 4.7. Problemas de seguridad en los Sistemas de Información
 - 4.7.1. Exposición
 - 4.7.2. Vulnerabilidad del sistema
 - 4.7.3. Amenaza contra datos
 - 4.7.4. Amenazas contra hardware
 - 4.7.5. Amenazas contra software
 - 4.7.6. Virus malware o ransomware
 - 4.7.7. Ejemplos de ataques a los sistemas de información
- 4.8. Mecanismos de defensa
 - 4.8.1. Encriptación
 - 4.8.1.1. Criptografía simétrica
 - 4.8.1.2. Criptografía asimétrica
 - 4.8.2. Protocolo criptográfico Https y SSL/TLS
 - 4.8.2.1. Https (Protocolo de transferencia de hiper texto)
 - 4.8.2.2. SSL/TLS

5. PRESENTACION DE RESULTADOS

5.1. Evaluación de La calidad de La emisión de datos del dispositivo fabricado por la empresa en relación al medidor mecánico magnetel por medio de estadística descriptiva

5.2. Evaluación de los tiempos de respuesta con el sistema implementado contra los tiempos que se tenían antes de forma manual.

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Análisis de reducción de costos basado en la mejora de los tiempos de respuesta obtenidos en la fase de experimentación.

6.2. Validación de fluctuación de los consumos de gas en los dispositivos instalados en las pipas de gas de los clientes.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio de investigación es mixto.

Cualitativo: debido a que dependemos de las cualidades y limitaciones del medidor.

Cuantitativo: debido a que el sistema a implementar recolectara, procesara, almacenara y visualizara información de los niveles de gas en las pipas

9.2. Diseño experimental

El estudio se considera experimental puesto que se pondrá a prueba el funcionamiento del medidor inteligente que sirve para monitorear el nivel de gas en una pipa, en el cual se controla y visualiza la información mediante el sistema de información.

9.3. Alcance

La investigación tiene un alcance descriptivo puesto que la solución tecnológica propuesta servirá para evidenciar la importancia de recolectar, almacenar y visualizar la información de los medidores de nivel de gas y que sirva como herramienta para retroalimentación del nivel actual de gas en las instalaciones del cliente y mejorar el proceso de logística.

9.4. Variables

En la tabla I se describen las variables que se emplean en el estudio.

Tabla I. Descripción de variables

Variables	Definición	Subvariables	Indicadores
Medidor inteligente	sistema de información para automatizar y monitorear el nivel de gas en una pipa.	<p>Concentrador</p> <p>Fallo de envío de información del medidor al concentrador</p> <p>Frecuencia de muestreo.</p> <p>Visualización de la información.</p> <p>Disponibilidad del sistema.</p>	<p>Muestra si el concentrador se encuentra conectado al sistema.</p> <p>Muestra que el medidor no está enviando información.</p> <p>Indica el periodo de tiempo en el que el medidor envía información al sistema.</p> <p>Tiempo que tarda el sistema en refrescar la nueva información recibida por el medidor.</p> <p>Nivel de servicio</p>
Notificación de alertas	Se encarga de notificar al interesado, cuando los niveles de gas en algún cliente se encuentran bajos.	Información del medidor de gas del cliente.	

Continuación tabla I.

Variables	Definición	Subvariables	Indicadores
Políticas de Seguridad	Herramientas de seguridad del sistema.	<p>Encriptación o cifrado.</p> <p>Nivel de acceso y privilegio de usuario</p>	<p>Aseguramiento del envío de información sensible.</p> <p>Control de permisos a usuarios en el uso del sistema.</p>

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases del estudio

En los siguientes apartados se describen el desarrollo de cada fase.

9.5.1. Investigación y análisis de herramientas por utilizar

- Recolección y lectura de forma textual, visual de la documentación técnica de los medidores, haciendo uso de análisis por tablas comparativas para extraer las características, ventajas y desventajas más relevantes de los medidores con el fin de seleccionar uno para su uso. Lectura de información utilizando artículos científicos, libros, publicaciones y tesis de maestría o doctorado, sobre temas relacionados con las mejores prácticas para la implementación de políticas de seguridad en sistemas de información automatizados, dispositivos que permitan la conectividad a internet y sus protocolos de comunicación.

- Haciendo uso de la técnica observación de campo y directa, de las instalaciones de la empresa para recolectar la información de su infraestructura TI software y hardware, funcionamiento de los procesos del medidor.

9.5.2. Diseño del sistema

- Creación de DERCAS se utilizarán para el levantado de los requerimientos que necesitará el cliente, en el funcionamiento del sistema y limitar su alcance, el cual se hará teniendo reuniones periódicas con el cliente.
- Diagrama de Flujo de la información de los niveles de gas.
- Diagrama Entidad relación registro de alarmas: se realizará para mostrar la relación entre los actores de los datos y ver su participación en el modelo de negocio.
- Diagrama de clases y componentes: se utilizara para representar la estructura del sistema, mostrando la relación de los componentes que compondrán la arquitectura del sistema y luego la relación de las clases , atributos y operaciones entre los objetos que conformaran el sistema.
- Diseño de interfaz de Usuario: se describirá la interacción del sistema con el usuario final, a través de un ambiente gráfico amigable al usuario para el uso del sistema que le permita gestionar los medidores, visualización de la información de los medidores conforme el nivel de usuario.

9.5.3. Desarrollo e implementación del sistema

En función de la fase anterior y sus herramientas descritas en la fase de diseño se desarrollarán los siguientes módulos para el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo

- Módulo de administración de usuarios y roles.

- Políticas de seguridad en transmisión de datos.
- Módulo de administración de alarmas.
- Módulo de administración de dispositivos y clientes.
- Módulo de reportería.
- Luego del desarrollo de los módulos se harán los siguientes procesos:
- Pruebas internas
- Implementación de los módulos anteriores.
- Pruebas con usuarios.

9.5.4. Fase de experimentación

- Se evaluará la calidad de la emisión de datos del dispositivo fabricado por la empresa en relación con el medidor mecánico *Magnetel* por medio de estadística descriptiva.
- Se evaluarán los tiempos de respuesta con el sistema implementado contra los tiempos que se tenían antes de forma manual.

9.5.5. Evaluación de resultados

- Análisis de reducción de costos basado en la mejora de los tiempos de respuesta obtenidos en la fase de experimentación.
- Validación de fluctuación de los consumos de gas en los dispositivos instalados en las pipas de gas de los clientes.

9.6. Técnicas de recolección de información

En las siguientes tablas describiremos las técnicas de recolección por utilizar.

Tabla II. **Observación**

Tipo de observación	Descripción
Directa	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de los datos no estructurados enviada por el medidor al sistema, con el fin de ver la validez y confiabilidad e identificar los casos de fallo que pudieran ocurrir. • Observar los tiempos de despliegue en la capa de visualización de la nueva información enviada por el medidor al sistema.
De campo	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer, identificar y tomar notas del proceso del funcionamiento del medidor seleccionado. • Conocer y tomar notas de la infraestructura TI de la empresa relacionado a su software y hardware, conexión a internet. • Pruebas de la interoperabilidad del medidor con el sistema de monitoreo de los niveles de gas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Revisión documental**

Documento	Descripción
Documentos Técnicos	Fichas técnicas de los Medidores que miden el nivel de gas. Donde describen sus especificaciones y/o limitaciones.
Tesis, artículos científicos, libros y publicaciones	Temas relacionados con: <ul style="list-style-type: none">● Implementación de sistemas de información automatizados y políticas de seguridad● Dispositivos que permitan conectividad a internet y sus protocolos de comunicación.

Fuente: elaboración propia.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

A continuación se describen las técnicas de análisis utilizadas para llegar al conocimiento detallado y profundo de la investigación.

Tabla IV. Descripción de técnicas

Técnica	Descripción
Estadística descriptiva: análisis de validez y confiabilidad del instrumento.	De los datos que recaba el medidor de los niveles de gas, se hará uso de la media, mediana, moda, error típico y varianza, tomando 200 muestras en cuatro escenarios distintos, cuando el nivel según el magnetel está en 15, 30, 60 y 90 %, se colocara nuestro medidor y se tomaran las muestra para luego analizar si nuestro instrumento es confiable para ver la precisión y reproducibilidad en que el dato recabado tiene el mismo valor cuando se mide varias veces y la validez para ver la seguridad y exactitud tomando como estándar el dispositivo mecánico y comparando los dato con nuestro dispositivo electrónico.
Tablas de análisis comparativo	Síntesis de los datos más relevantes de las fichas técnicas de los medidores. Donde se realizará la comparación entre sus características la cuales podrían ser temperatura soportada, tipo de transmisión, alcance de transmisión, tipo de suministro de energía, rango de medición, permite configuración remota, ventajas y desventajas.

Continuación de la tabla IV.

Técnica	Descripción
Tabla de observaciones	<p>Previo a la observación de campo y directa realizadas, se espera obtener los kpis relacionados con:</p> <ul style="list-style-type: none">• Medir el tiempo de respuesta en la notificación de la alerta, cuando el nivel de la pipa llega a un estado bajo.• Medir el tiempo que tarda en visualizarse en el sistema, el cambio de la información del nivel de gas recolectada por el medidor. <p>Tabular las anotaciones de campo de la infraestructura TI con el fin de evaluar si se tiene el equipo necesario para realizar la implementación en su infraestructura actual o buscar la solución que más se adecue para la implementación del sistema.</p>
Análisis de contenido	<p>Se destacarán en una tabla los datos más importantes referente a sistemas automatizados y dispositivos de conexión a internet y protocolos de comunicación.</p>

Continuación de la tabla IV.

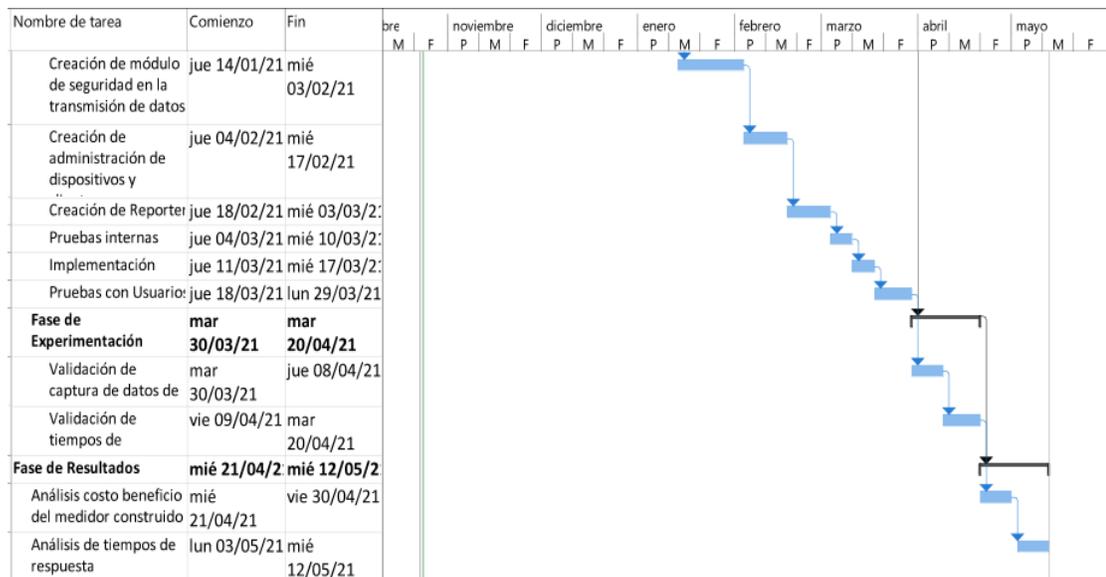
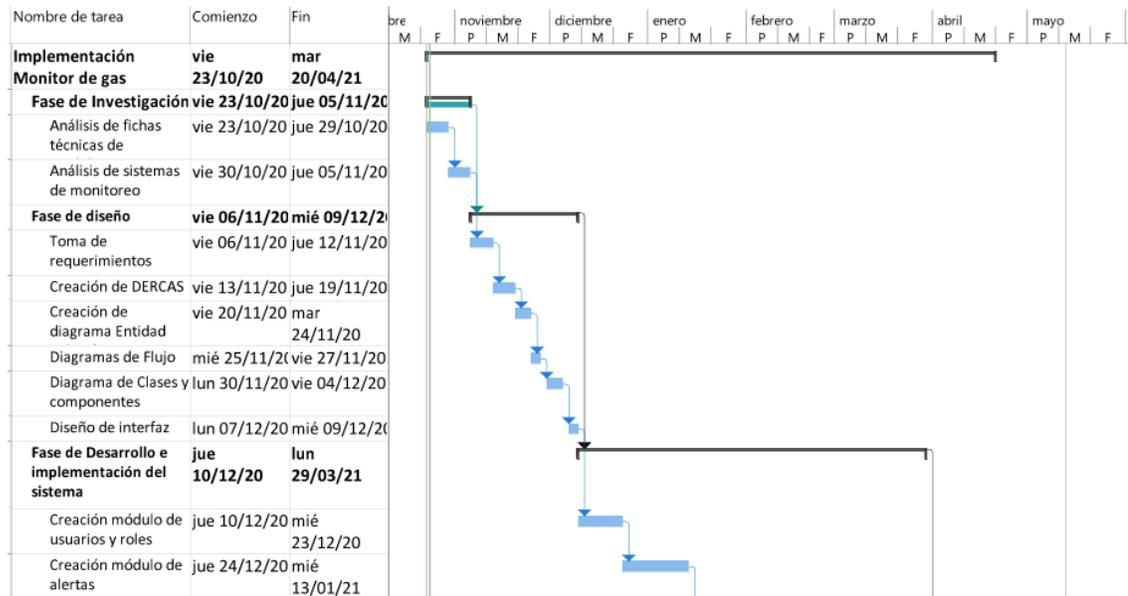
Técnica	Descripción
Toma de requerimientos creación de dercas	Conforme a reuniones con el cliente se tomarán los requerimientos funcionales y no funcionales que se necesitarán en el sistema, así como sus delimitaciones y elaborar un documento.
Diagrama entidad relación	Se utilizará para modelar los datos a tratar en el sistema de monitoreo, la relación entre tablas, y la definición de atributos.
Diagrama de flujo de la información de los niveles de gas	Se usará para mostrar los procesos de cómo fluirá la información desde la toma de la medición, envío de la información por la red, almacenamiento, visualización y procesamiento.
Diagrama de componentes y clases	Se usará para describir la dependencia entre los componentes que conformaran al sistema y el diagrama de clase nos mostrara la relación entre las clases del sistema, atributos y operaciones.

Fuente: elaboración propia.

11. CRONOGRAMA

En la figura 8, se representa el orden cronológico de las actividades por realizar.

Figura 8. Descripción de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

En el estudio de esta investigación ahí dos partes interesadas para cumplir con el proyecto, uno la empresa distribuidora de gas y otro el desarrollador de la solución que es el estudiante de este documento.

12.1. Factibilidad operativa

Entre las responsabilidades que se delegaran entre los interesados se dividen de la siguiente forma.

Relación entre ambas partes:

- Toma de requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo del sistema de información.
- Con base en lo anterior definir el alcance y delimitaciones del proyecto con la finalidad de completarlo exitosamente.
- Reuniones periódicas para mostrar los avances del proyecto.
- Relación constante entre los desarrolladores del medidor conjunto con el desarrollador para la integración al sistema para ajustar los funcionamientos entre ambos componentes.
- Se cuenta con una estrecha relación con el dueño de la empresa, el cual facilita los recursos necesarios para darle continuidad al proyecto.
- Implementación de un plan piloto en una de las instalaciones de la empresa distribuidora de gas, el cual tendrá una duración de un mes en donde podremos obtener un análisis cualitativo del funcionamiento del medidor y un cuantitativo en relación de la toma de muestras de los niveles

de gas y así poder determinar los indicadores que nos permitan demostrar que tan eficiente es el nuevo sistema.

Desarrollador:

- Capacitación al personal encargado del área de logística para el uso del sistema de información y capacitación al personal técnico para la instalación del medidor con la finalidad de minimizar los errores en el uso de ambos componentes.
- Desarrollador, arquitecto, integrador, e implementador de la solución.
- Pruebas técnicas y de campo.

Empresa distribuidora de gas:

- Facilitador del medidor inteligente a integrar.
- Prestación de equipo necesario para la utilización del medidor que será provisto por la empresa para las pruebas iniciales y funcionamiento del medidor.
- Facilitador de personal técnico y operativo para retroalimentación al sistema en base a entregables y reuniones periódicas.

Conclusión factibilidad operativa:

- Desde la perspectiva operativa es factible el proyecto y garantiza la utilización y desarrollo del software debido a que se cuenta con el apoyo de la gerencia en la mejora del proceso de planificación de los llenados de las pipas de gas de los clientes, asegura el uso del mismo a través de la capacitación constante del personal en el uso del sistema y las reuniones periódicas para ver los avances del mismo, además de la estrecha relación entre los desarrolladores del medidor conjunto con el desarrollador del sistema.

12.2. Factibilidad técnica

La delegación de responsabilidades se detallará a continuación, para cumplir con los recursos necesarios para la solución al problema, donde se divide el conocimiento, tecnología equipo y herramientas necesarios para la solución se definen de la siguiente forma:

Desarrollador:

- Conocimientos en la implementación del sistema, protocolos de seguridad del sistema y aspectos electrónicos.
- Esquemas del diseño de la solución a implementar.
- Esquemas del diseño del sistema.
- Esquemas de la estructuración, procesamiento y almacenamiento de la información.
- Servicios de la integración y desarrollo de la interfaz gráfica del sistema.
- Servicios de implementación del sistema.
- Instalación de software, Hardware, librerías y paquetes necesarios para el desarrollo del sistema.
- Entrega de entregables conforme se va desarrollando el sistema.

Empresa distribuidora de gas:

- Infraestructura de telecomunicaciones.
- Recursos necesarios para poder integrar el medidor al sistema.
- Proveerá la adquisición del medidor inteligente.
- Base del flotador de una pipa estacionaria para pruebas.
- Personal técnico y operativo para retroalimentación constante y mejoras significativas en el desarrollo del sistema.

- Equipo para mediciones eléctricas, electrónicas e interfaces seriales para pruebas.

Conclusión factibilidad técnica:

- Si es factible desde la perspectiva técnica debido a que se ve que el desarrollador presenta un buen conocimiento de cómo llevar a cabo la solución, además de que también la empresa se compromete mucho a facilitarle los recursos necesarios al desarrollador para cumplir con el desarrollo del sistema y con la interacción continua en base a los entregables se evidencia el compromiso de ambas partes.

12.3. Factibilidad económica

En la tabla V se describen los gastos que conlleva la realización del proyecto.

Tabla V. **Gastos estimados del proyecto**

FACTIBILIDAD ECONOMICA	
Hosting + dominio+ SSL (1er año)	Q.1,324.99
Costo gestor de datos Mysql (Open source)	0
Costo Software de Desarrollo Php (Open source)	0
Costo por mantenimiento de equipo de cómputo (no aplica)	0
Costo por módulo de conexión a internet	Q.200.00
Costo por medidor (adquirido por la empresa)	Q.1200.00
Costo desarrollo e implementación del sistema	Q.50,000.00
Costo capacitación operacional (5 personas)	Q.3,900.00
Total	Q.56,624.99

Fuente: elaboración propia.

Conclusión factibilidad económica:

- Actualmente la empresa estima que se tienen pérdidas significativas por incumpliendo mensualmente cuando se tienen atrasos en los despachos, por lo tanto, ven factible el costo de implementación del proyecto realizando pagos mensuales para cumplir el pago del total en 6 meses.

Conclusiones en vista de las tres factibilidades analizadas:

- La gerencia de la empresa tiene altas expectativas con los resultados que se tendrán al finalizar el proyecto con el nuevo proceso de medición de gas y se tienen el compromiso de uso del sistema.
- Actualmente se tienen los recursos tecnológicos mínimos para la implementación del sistema, y se comprometen a estar actualizando los mismos de ser necesario una mejora.
- El uso de un *hosting* tiene como ventaja que la información este integra y con los protocolos de seguridad básicos para almacenar la información, la empresa ve razonable el mantenimiento anual para tener los servicios disponibles para sus equipos.
- El departamento financiero ve factible el costo del desarrollo e implementación del sistema en su empresa.

13. REFERENCIAS

1. Akintade, O.O., Yesufu, T.K., y Kehinde, L. (2019). *Development of Power Consumption Models for ESP8266-Enabled Low-Cost IoT Monitoring Nodes*. *Advances in Internet of Things*, 9, 1-14 doi:10.4236/ait.2019.91001.
2. Andreu, R., Ricart J. E. Y Valor, J. (1991): *Estrategia y Sistemas de Información*. Madrid: McGraw-Hill.
3. González, D. (2001) *Seguridad en redes y Criptografía* (Tesis de Maestría) Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey, Monterrey.
4. F. I. Wiratama, M. Syaifuddin, I. K. Wibowo, F. Ardilla and A. Purnomo, "Gas Billing System based on Automatic Meter Reading on Diaphragm Gas Meter with Email Notification," *2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC)*, Bali, Indonesia, 2018, pp. 395-402, doi: 10.1109/KCIC.2018.8628521.
5. G . Nandha Kumar, G. Nishanth, E. S. Praveen Kumar, B. Archana (2017) *Arduino based Automatic Plant Watering System with Internet of Things International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 6(3) doi 10.15662/IJAREEIE.2017.0603144.
6. Gerasimov, A., Heuser, P., Ketteniß, H., Letmathe, P., Michael, J., Netz, L., Rumpe, B., y Varga, S. (2020). *Generated Enterprise Information*

Systems: MDSE for Maintainable Co-Development of Frontend and Backend. Modellierung.

7. Goudar, R. (2012). *Multilayer Security Mechanism in Computer Networks. Computer Engineering and Intelligent Systems*, 3, Pp53-57.
8. J. Clark and P. C. van Oorschot, "SoK: SSL and HTTPS: Revisiting Past Challenges and Evaluating Certificate Trust Model Enhancements," 2013 IEEE Symposium on Security and Privacy, Berkeley, CA, 2013, pp. 511-525, doi: 10.1109/SP.2013.41.
9. Jr, Carlos y Wiedemann, Ronie y Rubio-Tamayo, Jose Luis y Henriques, Renato. (2016). *Propuesta de Front-end y Back-end para un Servicio Web Aplicado en Tecnología Asistiva*. Conference: 4 Congreso Internacional Ciudades Creativas At: Madrid Volume: 4.
10. Lee, Homin y Malkin, Tal y Nahum, Erich. (2007). *Cryptographic strength of SSL/TLS servers: Current and recent practices*. Conference: Proceedings of the 7th ACM SIGCOMM Conference on Internet Measurement, San Diego, California, USA, October 24-26, pp 83-92. doi: 10.1145/1298306.1298318.
11. Laaziri, Majida y Benmoussa, Khaoula y Khouliji, Samira y Larbi, Kerkeb y Yamami, Abir. (2019). *Analyzing bootstrap and foundation front-end frameworks: a comparative study*. International Journal of Electrical and Computer Engineering. 9. Pp713-722. doi: 10.11591/ijece.v9i1.pp713-722.

12. Midegas (2011). *Medidor de porcentaje MideGas P Versión 2.2*. México
Recuperado de
http://midegas.com/page7/assets/INSTRUCTIVO_MIDEGAS_P_V3.pdf.
13. Mohamed, Reham y Harb, Hany. (2015). *Public-Key Cryptography Techniques Evaluation*. International Journal of Computer Networks and Applications. 2, Issues 2 Pp1-14.
14. Monforte, M (1994): *Sistemas de Información para la Dirección*. Pirámide, Madrid.
15. M. F. Khan, A. Zoha and R. L. Ali, "*Design and Implementation of Smart Billing and Automated Meter Reading System for Utility Gas,*" (2007) International Conference on Information and Emerging Technologies, Karachi, 2007, pp. 1-6, doi:10.1109/ICIET.2007.4381338.
16. Ottoni, Guilherme. (2018). *HHVM JIT: a profile-guided, region-based compiler for PHP and Hack*. *PLDI 2018: Proceedings of the 39th ACM SIGPLAN Conference on Programming Language Design and Implementation*, Pp 151-165. doi: 10.1145/3192366.3192374.
17. Pinho Soares, R.M.N.B. (2009) *Plataforma de servicios da Rede de Bibliotecas de Oliveira de Azemeis-* (Tesis Maestría) Facultad de Ingeniería de la Universidad de Porto.

18. Reynoso, C. y Kicillof, N. (2004). *Estilos y patrones en la estrategia de arquitectura de Microsoft*. Recuperado de: <http://carlosreynoso.com.ar/archivos/arquitectura/Estilos.PDF>.
19. Rochester Gauges Inc (2009). *Hall Effect Twinsite TS012 for LP Gas Service*. Recuperado de <http://www.rochestergauges.com/Pages/PDFs/TS012.pdf>.
20. Rodríguez, E. (2012) *Propuesta de mejora en la transmisión y procesamiento de nivel de un tanque de gas estacionario doméstico mediante el uso del protocolo inalámbrico ZigBee* (Tesis de Maestría) Universidad Autónoma de Querétaro México.
21. Saikia, Amlanjyoti y Joy, Sherin y Dolma, Dhondup y R, Roseline. (2015). *Comparative Performance Analysis of MySQL and SQL Server Relational Database Management Systems in Windows Environment*. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 4, Issue 3. Pp 160-164. doi: 10.17148/IJARCCE.2015.4339.
22. S. Cai, S. Zhang, D. Huang and S. Yu, "Remote Gas Meter Reading System Based on Zigbee Networks," 2012 Spring Congress on Engineering and Technology, Xian, 2012, pp. 1-4, doi: 10.1109/SCET.2012.6341903.
23. Y. Jiang, Y. Liang, Y. Cui, L. He, Y. Cao and C. Hu, "Wireless Digital Gas Meter with Lower Power Consumption," 2010 Fifth International Conference on Frontier of Computer Science and Technology,

Changchun, Jilin Province, 2010, pp. 192-197, doi:
10.1109/FCST.2010.113.

24. Zhang, Can y Qiao, Yujie y Li, Rui y Liu, Zhi. (2019). *Design of ESP8266 in Environmental Monitoring System*. doi: 10.4236/oalib.1105546.