

**Mejora de las condiciones de seguridad en un tanque de almacenamiento de combustible,
aplicando la gestión tecnológica en la implementación de proyectos.**

Ricardo Andrés Salazar Giraldo

Asesor

Gloria Paulina Castellanos Jaramillo

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia
Escuela Ciencias Básicas Tecnología E Ingeniería
Ingeniería Industrial
Manizales
2020

Tabla de contenido

Índice de tablas	4
Índice de imágenes	5
Resumen	7
Abstract	9
Introducción	1
Justificación	2
Objetivos	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
Planteamiento del problema.	5
1.1 Marco Conceptual	6
1.2 Sistemas similares que generen una alarma por alto nivel	8
1.3 Marco contextual.	11
1.4 Marco legal	13
1.5 Marco Metodológico.	15
1.5.1 Métodos	16
1.5.2 Técnicas	16
1.5.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos:	16
DIAGNÓSTICO	16
1.1 Descripción general de la Planta de abastecimiento donde se desarrolló el proyecto.	17
1.2 Diagnóstico	20
1.3 Procedimiento.	23
1.4 Impacto	23
1.5 Últimos incidentes de derrames de combustibles presentados en la planta de abastecimiento.	24
1.5.1 Incidente 1	24
1.5.2 Incidente 2	25
1.6 Análisis de vulnerabilidad de la planta de almacenamiento	26

	3
PLANTEAMIENTO	27
2.1 Análisis de equipos involucrados.	28
Sistemas similares en el mercado utilizados en el sector de hidrocarburos que pueden generar alarma por sobrellenado.	28
2.1.1 Tanque de almacenamiento número 10	28
2.1.2 Sistema Scada	30
2.1.3 Sensor de alto nivel	33
2.1.4 PIC: Control Lógico programable	33
Tipo de PLC (Schneider Electric modicom quantum)	34
2.1.5 Equipo de supervisión y control.	34
IMPLEMENTACIÓN	39
3.1 Sensor de contacto mecánico equipo seleccionado para el sistema de seguridad	40
3.2 Sistemas servo (sistema descartado)	44
3.3 Sistemas de radar (sistema descartado)	46
3.4. 3 <i>Tabla comparación de equipos.</i>	48
3.5 Razones por la que se determinó que el sensor mecánico de referencia El GSI 4100 HLAS es la opción más viable para un sistema de seguridad de sobrellenado.	53
4.0 Montaje – paso a paso	54
MEDICIÓN.	57
4.1 Prevención de riesgo:	57
4.2. 4. Tabla elementos en riesgo por un posible derrame de combustible.	57
4.3. 5 Tabla Procesos en riego.	58
4.4 Matriz de riesgo vs probabilidad antes de la implementación del sistema de seguridad.	59
4.5 Matriz de riesgo vs probabilidad después de la implementación del sistema de seguridad.	61
4.6 Costos vs Beneficios	62
4.6.1 Costos	62
4.6.2 Beneficios del sistema de seguridad	63
4.7 Impacto de la solución respecto al problema inicial.	64
5 Conclusiones	66
6 Bibliografías.	68

Índice de tablas

2.2. 1 Tabla Costos.....	35
2.3. 2 Tabla Costos Materiales.....	38
3.4. 3 Tabla comparación de equipos.....	48
4.2. 4. Tabla elementos en riesgo por un posible derrame de combustible.	57
4.3. 5 Tabla Procesos en riesgo.	58

Índice de imágenes

Imagen 1. Área administrativa y operativa. (Salazar, 2020).....	12
Imagen 2. Sistema de recibo. (Salazar, 2020).....	21
Imagen 3. Análisis de vulnerabilidad. (Terpel.com, 2020).....	26
Imagen 4. Amenazas. (Terpel.com, 2020).....	27
Imagen 5. Tanque de almacenamiento. (Salazar, 2020).....	29
Imagen 6. Sistema básico SCADA. (data:image/jpeg & base64, s.f.).....	31
Imagen 7. Vista sistema SCADA. (data:image/jpeg & base64, s.f.).....	32
Imagen 8. PLC (Controlador lógico programable) (Salazar, 2020).....	34
Imagen 9. Equipo de supervisión y control. (Salazar, 2020).....	35
Imagen 10. Sensor de alto nivel. (Salazar, 2020).....	40
Imagen 11. Partes del sensor de alto nivel. (http://www.grupo-syz.com/product-category/21_accesorios-de-tanques-y-carrotanques/ , s.f.).....	42
Imagen 12. Sistema servo. (http://www.insurcol.com/productos_enraf.php , s.f.).....	45
Imagen 13. Vista interior de un equipo servo. (http://www.insurcol.com/productos_enraf.php , s.f.).....	45
Imagen 14. Equipo de sistema radar. (s.f.).....	47
Imagen 15. Vista lateral de un sistema radar.....	47
Imagen 16. Paso a paso desacople y acople de equipos. (Salazar, 2020).....	55
Imagen 17. Paso a paso conexiones. (Salazar, 2020).....	56
Imagen 18. Verificación de funcionamiento. (Salazar, 2020).....	56

Imagen 19. Sensor instalado. (Salazar, 2020).....	57
Imagen 20. Matriz antes de la instalación del sistema de seguridad. (Salazar, 2020)	60
Imagen 21. Matriz después de la instalación del sistema de seguridad. (Salazar, 2020).....	61

Resumen

Sin ninguna duda los avances tecnológicos y la competitividad en las organizaciones hacen que se requiera la valoración constante de sistemas que fortalezcan los procesos operativos en cuanto a seguridad se refiere, es el caso de algunas compañías de combustibles, que requieren evaluar e implementar alternativas tecnológicas para un sistema de seguridad por sobrellenado en tanques de almacenamiento de gasolina. Para la valoración de estas alternativas se ha tomado el estudio de caso de una Planta de abastecimiento en la Ciudad de Manizales.

En la valoración del presente proyecto, se consideraron 3 alternativas de sistemas de alarmas de sobrellenado, un sistema de medición de radar, un sistema servo, y el sistema de contacto mecánico, encontrando viabilidad en este último sistema, el cual está compuesto por un sensor de sobrellenado y cumple con requisitos de comunicación con el control lógico programable (PLC), y sistema de supervisión control y adquisición de datos (SCADA) que actualmente tiene la planta, además puede emitir en tiempo real una alarma por nivel alto en llenado y en el tanque de almacenamiento. Para la implementación de este sistema se realizaron estudios de condiciones mecánicas de los equipos, costos vs beneficios y además la valoración de cuál era el equipo (sensor) indicado dentro de los existentes en el mercado para hidrocarburos que cumpliera con las características requeridas.

En este sentido se buscó desde el perfil profesional del ingeniero industrial hacer una valoración integral del proyecto que permita mejorar las condiciones de seguridad en un tanque de almacenamiento en una planta de abastecimiento de combustibles.

Palabras claves

Sistemas de seguridad, PLC (control lógico programable), SCADA (supervisión control y adquisición de datos) hidrocarburos, sensores hidrocarburos, sobrellenado.

Abstract

Undoubtedly, technological advances and competitiveness in organizations require constant evaluation of systems that strengthen operational processes in terms of safety, this is the case of some fuel companies, which need to evaluate and implement technological alternatives to a safety system for overfilling in gasoline storage tanks. For the evaluation of these alternatives, the case study of a Supply Plant in the City of Manizales has been taken.

In the evaluation of this project, 3 alternatives of overfill alarm systems were considered, a radar measurement system, a servo system, and the mechanical contact system, finding feasibility in the latter system, which is composed of a sensor of overfilling and complies with communication requirements with the programmable logic control (PLC), and the monitoring system, control and data acquisition (SCADA) that the plant currently has, it can also issue a real-time alarm for high level in filling and the storage tank. For the implementation of this system, studies were carried out on the mechanical conditions of the equipment, costs vs. benefits, and also the evaluation of which was the equipment (sensor) indicated within those existing in the market for hydrocarbons that met the required characteristics.

In this sense, it was sought from the professional profile of the industrial engineer to make a comprehensive assessment of the project that allows improving the safety conditions in a storage tank in a fuel supply plant.

Keywords

Security systems, PLC (programmable logic control), SCADA (supervision, control and data acquisition), hydrocarbons, hydrocarbon sensors, overfilling.

Introducción

El aprovechamiento de equipos tecnológicos hace posible implementar sistemas de seguridad que permiten que los procesos operativos dentro de las compañías sean más precisos y confiables, protegiendo la salud de los empleados, el medio ambiente y custodiando de forma adecuada los bienes materiales de la Compañía.

El presente documento describe las etapas necesarias para la evaluación y ejecución de un proyecto de mejora de las condiciones de seguridad en un tanque de almacenamiento en una planta de abastecimiento de combustibles, con aprovechamiento de equipos tecnológicos, el cual está compuesto por diagnóstico, planteamiento, implementación y medición del sistema de seguridad para detectar el sobrellenado de un tanque de almacenamiento de gasolina extra enlazada a un sistema SCADA, donde se hace reconocimiento de equipos existentes, equipos requeridos y la solución óptima para completar con éxito el proyecto, como son: sensor de nivel, el PLC (Control Lógico Programable), equipo de supervisión y control y todos los componentes que hacen posible que el sistema sea funcional; definiendo indicadores y beneficios del sistema seleccionado.

Justificación

Para las compañías de abastecimiento de combustible es un reto garantizar las operaciones y hacerlas más seguras y confiables en los procesos de recibo, almacenamiento y despacho de combustible; procurando que los procesos sean monitoreados y controlados en busca de mejorar la seguridad de los empleados, del medio ambiente y de los bienes materiales de la compañía.

En una era de innovación y tecnología, donde las organizaciones buscan cada día más la automatización en sus áreas, se trabajará aprovechando los recursos tecnológicos existentes, en este caso se vinculará el sistema de seguridad a valorar con el sistema SCADA (Supervisión control y adquisición de datos) donde se garantizaran operaciones más seguras y confiables en dichos procesos, logrando optimizar al máximo todos los recursos tecnológicos y humanos disponibles aplicando los conocimientos adquiridos durante varios años en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia evidenciando las capacidades de análisis diagnóstico, diseño e implementación de proyectos, reconociendo la importancia y oportunidad que se presentan desde la academia para las compañías disminuir los riesgos y afectaciones a la salud de los empleados y el medio ambiente, fortaleciendo los procesos, “haciéndolos más seguros y confiables”, así como aumentando los niveles de producción vs incidentes.

Las empresas apuestan en ser compañías altamente efectivas no solo por su producción, la calidad de productos y el buen servicio, además de ser organizaciones sociales y ambientalmente responsables, identificando factores que elevan la competitividad llevándolas a una categoría superior, donde cada proceso o actividad que ejecutan están siendo respaldados por

una estrategia de aprovechamiento del capital intelectual y tecnológico, recursos efectivos que puedan prevenir cualquier tipo de accidente o incidente que afecte en pequeña o gran medida los intereses de la organización.

Objetivos

Objetivo General

Mejorar las condiciones de seguridad en el tanque de almacenamiento de gasolina extra, aplicando la gestión tecnológica en la implementación de proyectos empresariales.

Objetivos Específicos

- ❖ Realizar un diagnóstico sobre las condiciones mecánicas y de seguridad que tiene actualmente el tanque de almacenamiento de gasolina extra
- ❖ Plantear una solución tecnológica para el sistema de seguridad.
- ❖ Implementar una solución tecnológica por medio de un sistema de seguridad que mejore las condiciones actuales del tanque de gasolina extra.
- ❖ Determinar el grado de confiabilidad con la implementación del sistema de seguridad

Planteamiento del problema.

La valoración constante de sistemas que fortalezcan los procesos operativos es una necesidad, máximo cuando incorpora la seguridad. Para las empresas de combustibles el proceso de almacenamiento requiere de especial atención en todas sus etapas de gestión, desde el llenado (recibo del hidrocarburo), hasta su disposición y entrega final.

Gran parte de los aspectos relacionados a la gestión de almacenamiento se han abordado y trabajado desde las empresas, pero en la etapa de recepción se identifican aún oportunidades de mejora que permitan mejorar los niveles de seguridad del proceso incorporando la evaluación e implementación de alternativas tecnológicas para un sistema de seguridad por sobrellenado en tanques de almacenamiento de gasolina.

Desde el proceso la documentación disponible para consulta se evidencian pocos estudios de caso, dada la reserva que estas empresas mantienen para la gestión de sus procesos, sin embargo, para la valoración de alternativas se ha tomado el estudio de caso de una Planta de abastecimiento en la Ciudad de Manizales, para la cual se cuentan con datos y acceso a los recursos, sin divulgación de los datos específicos de la misma.

Para el estudio de caso, se parte por identificar que en la planta de bastecimiento en la ciudad de Manizales existe un tanque de almacenamiento de gasolina extra sin un sistema de seguridad que pueda evitar un sobrellenado de producto. Teniendo la posibilidad de causar un incidente o accidente que puede afectar la salud e integridad de los empleados por inhalación de vapores o incendio, afectar el medio ambiente ya que los derrames de combustible pueden llegar las fuentes hídricas cercanas contaminándolas y exponiendo la planta a sanciones e incluso

cierres. De otra parte, podrían afectarse los bienes materiales de la compañía por pérdida de recursos según el nivel de afectación del incidente. Los aspectos anteriormente presentados nos llevan a la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar las condiciones de seguridad en un tanque de almacenamiento de combustible, aplicando la gestión tecnológica en la implementación de proyectos?

1.1 Marco Conceptual

Con la finalidad de realizar un acercamiento al proyecto de mejora planteado, se presenta a continuación un glosario de palabras técnicas.

Glosario de palabras técnicas.

Eds: Estación de servicio. Lugar donde se venden combustible (Generalmente a todo tipo de vehículos automotores).

Planta de almacenamiento: Infraestructura física adecuada para el recibo, almacenamiento y despacho de combustibles derivados del petróleo y bio combustibles.

SCADA: Supervisión Control y Adquisición de datos. Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo

PLC: Control Lógico programable. Conjunto de módulos o tarjetas de comunicaciones dirigidos por una CPU que contiene un programa o aplicación de computador para recoger y enviar señales con las cuales es posible operar válvulas, motobombas entre otras aplicaciones.

CPU: Unidad Central de procesamiento. Equipo que contiene un programa de computadora y con la cual se dirigen otra gran cantidad de equipos (Cerebro del sistema)

RTU: Unidad Transmisora Remota: Conjunto de módulos ubicados en campo para recoger señales y enviarlas al Plc.

HMI: Interfaz entre hombre máquina, término utilizado en plantas de combustible para describir el computador de flujo

Señales de campo: Señales como pulsos magnéticos, voltajes, resistencias entre otras, emitidas por equipos las cuales son convertidas en lenguaje alfanumérico por un PLC para que un operario las pueda interpretar en un computador como temperaturas, flujos entre otras variables.

Campo o patio: Parte operativa dentro de una planta o industria donde están instalados los equipos para la producción de bienes o servicios.

Equipo de supervisión y control, HMI o computador de flujo: Equipo para monitorear y realizar acciones específicas dentro de una planta.

Sensor de alto nivel: Equipo instalado generalmente en la parte superior de un tanque de almacenamiento para detectar un nivel alto de combustible y enviar una señal al Plc.

Tanque de almacenamiento: Recipiente de gran tamaño fabricado generalmente en láminas de acero al carbón para la custodia (almacenamiento) de combustibles entre otras aplicaciones.

Bio combustibles: Término que se refiere a la mezcla de dos combustibles el primero (Bio) a alcohol carburante o aceite de palma obtenidos de vegetales vivos como la caña de azúcar y la palma y el segundo a combustibles derivados del petróleo como la gasolina y el ACPM.

ACPM: Aceite Combustible para Motores Diesel

Gasolina Oxigenada 10 %: Combustible derivado del petróleo gasolina con 10 % de alcohol carburante.

O.H: Sigla proveniente de la formula química del (CH₃-CH₂-OH) etanol con la cual se representa el alcohol carburante en la industria de combustibles.

Indicadores: característica de medición para tener referencia de progreso de un proceso o proyecto.

Gestión tecnológica en las empresas: Aprovechamiento de los recursos tecnológicos buscando siempre la mejora continua en cada uno de los procesos y aumentando la competitividad de las compañías.

Tecnologías duras: Clasificación de las tecnologías, donde estas están en el área de equipos, instrumentación y todo lo relacionado con el Hardware.

Etapas de las tecnologías duras: Inventariar, vigilar evaluar, enriquecer, asimilar, proteger.

Sistema de seguridad: Conjunto de elementos que interactúan entre si estableciendo un nivel de protección contra un peligro o una amenaza de origen tecnológico, ambiental, natural o social.

Confiabledad: Nivel de eficacia de un equipo o sistema para operar sin presentar ninguna falla.

1.2 Sistemas similares que generen una alarma por alto nivel

Se realizó búsqueda de proyectos similares o que pudieran dar referencia para guiar el presente documento, encontrando proyectos que no vinculan integralmente soluciones, pero que en sus desarrollos refuerzan los propósitos planteados en el presente proyecto.

Para Cristian Romero Avecillas el autor del artículo citado al final del párrafo “las compañías de desarrollo industriales han generado sistemas de automatización y control dedicados a la producción petrolera”, dentro de las cuales menciona la vinculación de sistemas SCADA, indicando además que la automatización de las plantas de combustible estaba tomando fuerza. En dicho proyecto se realizó una incorporación de un sistema SCADA completo y la implementación de gran cantidad de alarmas por flujo temperatura entre otras, las cuales podían ser visualizadas en un computador de flujo (Proyectos que pudieron servir de referencia, pero no están planteados específicamente para generar una alarma de sobrellenado compatible con los equipos y Software existentes).

Tomado de: Romero Avecillas, C.J (2006). Diseño de un sistema de supervisión y control para el proceso de producción de los pozos de petróleo de Petroecuador.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/53/1/CD-0020.pdf>

Otro proyecto indagado fue del año 2019 (ver referencia al final del párrafo) donde se planteaba un problema similar al descrito en el presente documento, dicho proyecto trabaja sobre el diseño de un sistema SCADA para monitorear y controlar en tiempo real los procesos de recibo almacenamiento y despacho de combustible con equipos tipo radar y de contacto tipo servos entre otros. Problema planteado en dicho proyecto (Gonzales, 2019) “El control manual, la incertidumbre en la medición de los parámetros del tanque y la falta de capacidad para supervisar y controlar desde una sala de control el estado de las operaciones que ocurren en

planta, conlleva a retrasos, pérdidas de producto y errores en las actividades diarias de la empresa. Dicho de otra manera, reduce la productividad y eficiencia de la empresa, esto se podría mejorar aplicando una solución tecnológica que otorgue el control y supervisión a distancia”

Tomado de: Quispe Gonzáles, R. A. (2019). Diseño del sistema Scada para el área de recepción, almacenamiento y distribución de hidrocarburos líquidos en la planta Petroperú-Cusco. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4177>

Se pudo evidenciar que las plantas de almacenamiento de combustible en todo el mundo están elevando el nivel de automatización buscando siempre supervisar y controlar en tiempo real sus procesos, en el caso del anterior proyecto busca diseñar un sistema SCADA para tener control sobre dichos procesos, y disminuir los riesgos de accidentes como derrames de combustibles. Aunque el proceso de diseño es uno de los primeros pasos para el desarrollo de este proyecto se debe tener en cuenta que para llegar hasta el proceso de implementación se necesita una adecuación de una infraestructura física lo que conlleva una inversión de hasta varios miles de millones dependiendo el tamaño de la planta de combustible. Caso contrario al buscado en el presente proyecto que se busca con una inversión mínima y aprovechamiento de la infraestructura actual crear un sistema de alarma seguro que pueda prevenir un derrame de combustible en un tanque de almacenamiento. Todo esto aprovechando el amplio concepto de pensamiento de ingeniería donde por medio de la innovación, el estudio y evaluación de las opciones posibles se genera y plantea una que no implique demasiada inversión económica, optimizando los recursos y asegurando un funcionamiento óptimo del sistema propuesto. Como se mencionó anteriormente existen en el mercado gran cantidad de soluciones tecnológicas que

tienen la función de alarma de sobrellenado entre otras funciones, pero se requiere una inversión importante en infraestructura física y equipos.

1.3 Marco contextual.

La planta de almacenamiento de combustible donde se desarrolló el proyecto consta de oficinas que conforman la parte administrativa y consta de instalaciones y edificaciones que componen la parte operativa, dentro de las instalaciones de la parte operativa se encuentran los tanques de almacenamiento que son equipos contruidos en láminas de acero al carbón y que tienen la forma de un recipiente de gran tamaño, en un equipo de estas características se desarrolló el sistema de seguridad del que hablaremos en el desarrollo del proyecto ver imagen número 7, (Tanque de almacenamiento) además la planta de almacenamiento tiene otros equipos como, equipos de bombeo de combustible, válvulas, válvulas cheque, medidores de flujo, transmisores de temperatura, un sistema de supervisión y control que puede mostrar en tiempo real los procesos que se realizan dentro de la planta, y otra cantidad de equipos que intervienen en procesos de recibo, almacenamiento y despacho de combustible. Hace algunos años en la planta de almacenamiento de combustible solo se realizaban mediciones manuales de nivel en los tanques de almacenamiento, teniendo la posibilidad de que existiera un derrame de combustible ya sea por un error en un proceso o por una falla de un equipo, esto y debido a la gran competitividad de las organizaciones en la actualidad, es necesario que estas, estén actualizadas en tecnologías de punta que optimicen procesos y aumenten la rentabilidad, pero sobre todo que los sistemas implementados protejan la salud de los empleados, sean amigables con el medio ambiente y ayuden a mantener los activos de una forma segura, es el caso de los

sistemas SCADA (Supervisión Control y Adquisición de datos) que hace posible integrar otros sistemas y además se puedan intervenir por medio de un equipo de supervisión y control (Ingetes, 2017). En la siguiente imagen número 1 se pueden observar las áreas administrativas y operativas de la planta de almacenamiento.



Área administrativa



Área operativa

Imagen 1. Área administrativa y operativa. (Salazar, 2020)

Diagnóstico

El diagnóstico tiene por objetivo principal efectuar la identificación del problema y caracterizarlo, con la finalidad de encontrar la solución más adecuada.

Planteamiento

En el planteamiento del proyecto se analizaron los elementos como ubicación del problema, elementos afectados, y equipos que integran la solución.

Implementación

En la fase de implementación se realizan las actividades operativas encaminadas a dar solución al problema inicial. En este caso un sistema de seguridad que evite el sobrellenado de un tanque de almacenamiento de combustible.

Medición

En este capítulo se realiza una descripción de elementos afectados por un posible derrame de combustible, se presenta una matriz de riesgos vs probabilidad, se comparan los costos vs beneficios y por último se analiza el impacto de la solución con respecto al problema inicial.

1.4 Marco legal

El presente proyecto se fundamenta en las siguientes leyes existentes según la legislación colombiana:

DECRETO 283 DE 1990 (enero 30) Diario Oficial No 39.165, del 30 de enero de 1990. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo y el transporte por carrotanques de petróleo crudo. ARTICULO 1o. EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, transporte y distribución de los combustibles líquidos derivados del petróleo, es un servicio público que se prestará conforme a lo establecido en la ley en el presente Decreto y en las resoluciones del Ministerio de Minas y Energía. Las plantas de abastecimiento, estaciones de servicio, plantas de llenado y depósito de GLP y demás establecimientos dedicados a la distribución de productos derivados del

petróleo, prestarán el servicio en forma regular, adecuada y eficiente, de acuerdo con las características propias de este servicio público.

Organizaciones avaladas para la verificación de las normas Técnicas.

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Organismo Nacional de Normalización.

NFPA: The National Fire Protection Association. Asociación Nacional de Protección Contra Incendios de los Estados Unidos de Norteamérica, cuyas normas son ampliamente aceptadas en la mayoría de los países.

API: American Petroleum Institute. Instituto Americano del Petróleo de Estados Unidos de Norteamérica, encargado de estandarizar y normalizar bajo estrictas especificaciones de control de calidad, diferentes materiales y equipos para la industria petrolera. Igualmente establece normas para diseño, construcción y pruebas en instalaciones petroleras, incluyendo diseño de equipos y pruebas de laboratorio para derivados del petróleo.

ASME: American Society of Mechanical Engineers. Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos de Norteamérica, encargada de velar por la normalización de todo lo relacionado con ingeniería Mecánica.

ANSI: American National Standards Institute. Instituto Americano Nacional de Normas de los Estados Unidos de Norteamérica, encargado de coordinar y acreditar las normas técnicas que elaboran diferentes entidades especializadas, tales como API, NFPA, ASME, etc., sobre diseño, fabricación, inspección y pruebas de equipos industriales utilizados en el montaje de plantas.

GLP: Gas licuado del petróleo, también conocido comúnmente como gas propano.

INTRA: Instituto Nacional de Transporte y Tránsito.

NORMAS CITADAS.

NFPA 77: Electricidad Estática.

NFPA 11: Sistemas de Espuma de Expansión Baja y de Agentes Combinados.

NFPA 70: Código Eléctrico Nacional.

NFPA 30: Código de Líquidos Combustibles e Inflamables.

NFPA 30A: Código para Estaciones de Servicio.

NFPA 22: Tanques de Agua, para Protección Contra Incendio en Propiedades Privadas.

NFPA 24: Instalación de Tuberías de Servicio para Sistemas Contra Incendio en Propiedades Privadas.

ANSI-B.31.3: Tuberías para Plantas Químicas y Refinerías de Petróleo.

API 650: Tanques de Almacenamiento Atmosférico.

1.5 Marco Metodológico.

Para el desarrollo de este proyecto se aplicaron los siguientes métodos, técnicas y procedimientos de investigación

1.5.1 Métodos

Método inductivo: Aportó en la fase de exploración de alternativas, ya que se analizaron los inconvenientes presentados en casos similares, partir de las cuales se recolectó información basada en fundamentos teóricos y científicos obteniendo resultados positivos y conclusiones concretas.

1.5.2 Técnicas

Técnicas indirectas: Se utilizaron observaciones realizadas anteriormente de distintas fuentes para la investigación de los temas a indagar, tales como manuales, libros, revistas especializadas páginas web entre otras.

1.5.3 Instrumentos de investigación y recolección de datos:

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la investigación científica experimental.

Científica: Debido a que se recolecto información de fuentes verídicas sobre los sistemas SCADA (Supervisión Control y adquisición de datos) los equipos PLC (Control Lógico programable) y sensores de sobrellenado entre otros equipos que conforman el sistema de seguridad.

DIAGNÓSTICO

NOTA IMPORTANTE

El presente proyecto se desarrolló en una planta de abastecimiento de combustible en la ciudad de Manizales donde se ejecutaron las actividades descritas a lo largo del documento, por protección de la imagen de la compañía y de los proyectos ejecutados dentro de las instalaciones

de esta, se reserva el derecho de mencionar el nombre o detalles que afecten el manejo de información sensible.

1.1 Descripción general de la Planta de abastecimiento donde se desarrolló el proyecto.

La planta de abastecimiento Manizales recibe, almacena y distribuye los siguientes productos derivados del petróleo y Bio combustibles

Gasolina Corriente Oxigenada (90% Gasolina corriente 10 % OH) Almacenada en el Tanque vertical número 1 de 420.000 y en el tanque número 4 vertical de 84.000 galones

Gasolina Extra Oxigenada (90% Gasolina Extra, 10% OH) Almacenada en el tanque número 10 Horizontal de 13.000 galones

Bio Acem (90 % ACPM (Aceite combustible para motores Diesel) , 10% Aceite de palma) Almacenado en el Tanque número 2 vertical de 210.000 Galones, tanque número 3 vertical de 84.000 galones y tanque número 5 Vertical de 84.000 galones.

Bio Diesel al 50% (50% Aceite de Palma 50 % Acpm) Almacenado en el tanque número 11 Esférico de 58.000 galones

Aditivo Itech (Producto químico para reducir la contaminación producido para las gasolinas) Almacenado en un tanque horizontal de 5.000 galones.

Producto Contaminado: Almacenado en el tanque número 9 Horizontal de 2000 galones (Tanque de reserva número 8 horizontal de 12 000 galones)

Alcohol carburante: Almacenado en el tanque número 6 Vertical de 58.000 galones

Estos productos son distribuidos en todo el departamento de Caldas y en ocasiones en algunos departamentos vecinos como Risaralda, Tolima y Antioquia.

Esta planta vende aproximadamente 13.200 Galones semanales de Gasolina Extra Oxigenada, cuenta aproximadamente con 40 empleados entre el área administrativa y operativa y es un recurso clave para el Desarrollo del Departamento.

A continuación, se describe en breve cada uno de los procesos

Proceso de recibo:

a la planta de almacenamiento entran productos derivados del petróleo y bio combustibles, algunos de estos productos son transportados por un Poliducto o por medio de carro tanques que llegan a las instalaciones según requerimientos y demanda de combustible.

Proceso de almacenamiento:

En este proceso se realiza la custodia (almacenan) los productos derivados del petróleo y Bio combustibles en tanques de almacenamiento los cuales deben tener unas condiciones de seguridad para que el combustible almacenado en este recipiente de gran tamaño no sufra fugas o pueda causar un incidente o accidente que afecte a las personas, el medio ambiente o los bienes materiales .para este proceso la planta cuenta actualmente con 11 tanques de almacenamiento 6 tanques verticales 4 tanques horizontales y 1 tanque esférico, equipos a los cuales se les verifica el nivel de producto por medio de mediciones manuales, control de inventarios (Registros de entradas y salidas de productos) y como sistema de seguridad se tiene un sistema de alarma de contacto por flujo para los tanques verticales los demás tanques horizontales incluyendo el tanque número 10 no se cuenta con sistema de alarma de alto nivel. Se tiene como proyecto a futuro la implementación de un sistema de telemetría con equipos servos.

Proceso de despacho:

En este proceso y con equipos de bombeo, medidores de flujo, brazos de llenado y entre otra gran cantidad de equipos se extrae el producto de los tanques de almacenamiento y se carga en vehículos carro tanques que transportan el producto desde la planta hasta las estaciones de servicio e industrias del Departamento de caldas, Antioquia, Risaralda y Tolima.

La planta de almacenamiento linda con un recurso hídrico importante llamada la quebrada Manizales además está ubicada a unos metros de la vía panamericana.

Etapas por las que atraviesa el producto

Compra

Transporte a la planta de almacenamiento

Recibo del producto en la planta de almacenamiento

Almacenamiento

Control Inventarios

Despacho

Transporte a la Eds o Industria

Venta Final

En el siguiente flujograma se muestra cada una de las etapas por las que atraviesa el producto.

Diagrama de Flujo gasolina extra

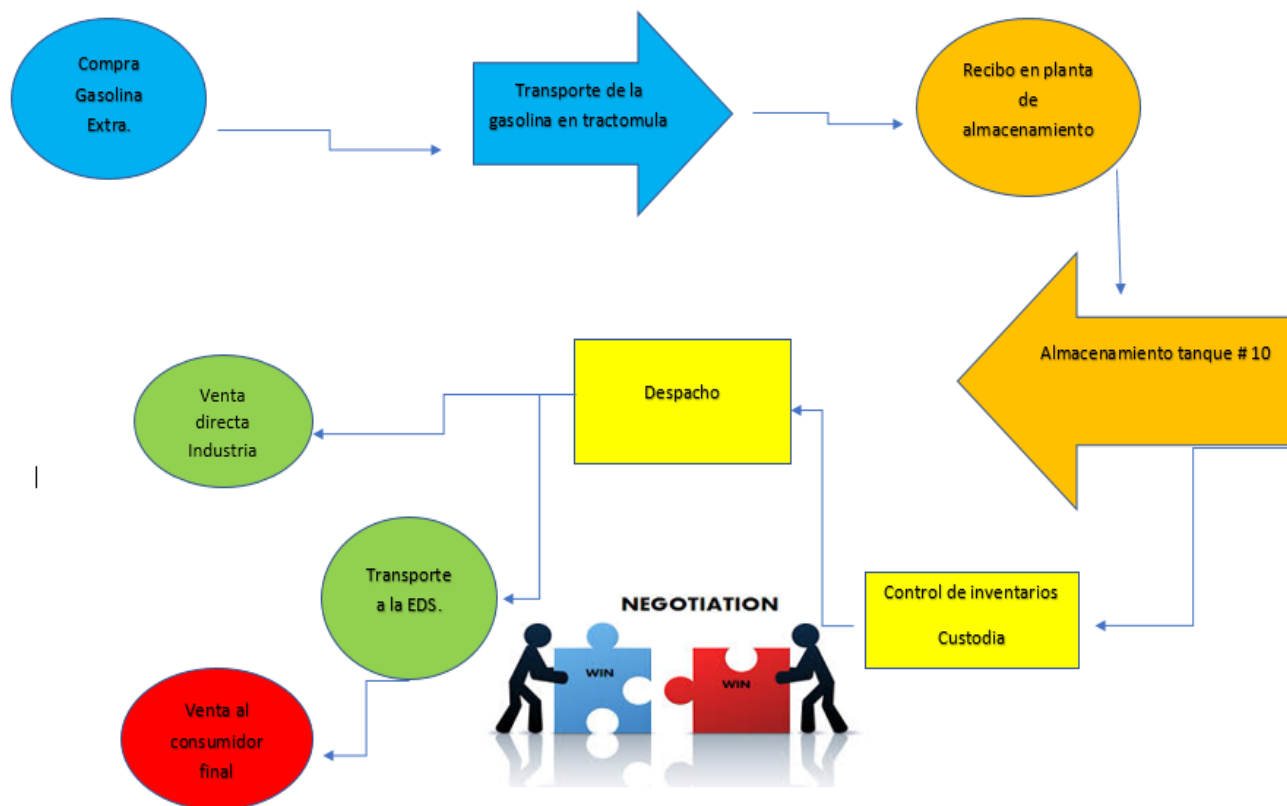


Imagen 2. Flujograma gasolina Extra

1.2 Diagnóstico

El diagnóstico se centró en una falencia de seguridad detectada en el tanque de almacenamiento número 10 el cual contiene gasolina extra oxigenada, este producto se traslada desde otra planta por carro tanque, vehículo que transporta el producto hasta la planta en la Ciudad de Manizales, por medio de un sistema de recibo conformado por un tanque pulmón, (equipo para eliminar el aire en las tuberías y equipos de bombeo) una motobomba, un filtro de partículas, un medidor de flujo, un transmisor de temperatura, válvulas cheque, válvulas de paso, una válvula de control de flujo, tuberías entre otros, y la interacción de estos equipos y un sistema de supervisión y control y un operario permiten que el combustible pueda ser bombeado

desde el vehículo hasta el tanque. En la siguiente imagen número 3 se pueden observar los equipos que conforman un sistema de recibo.

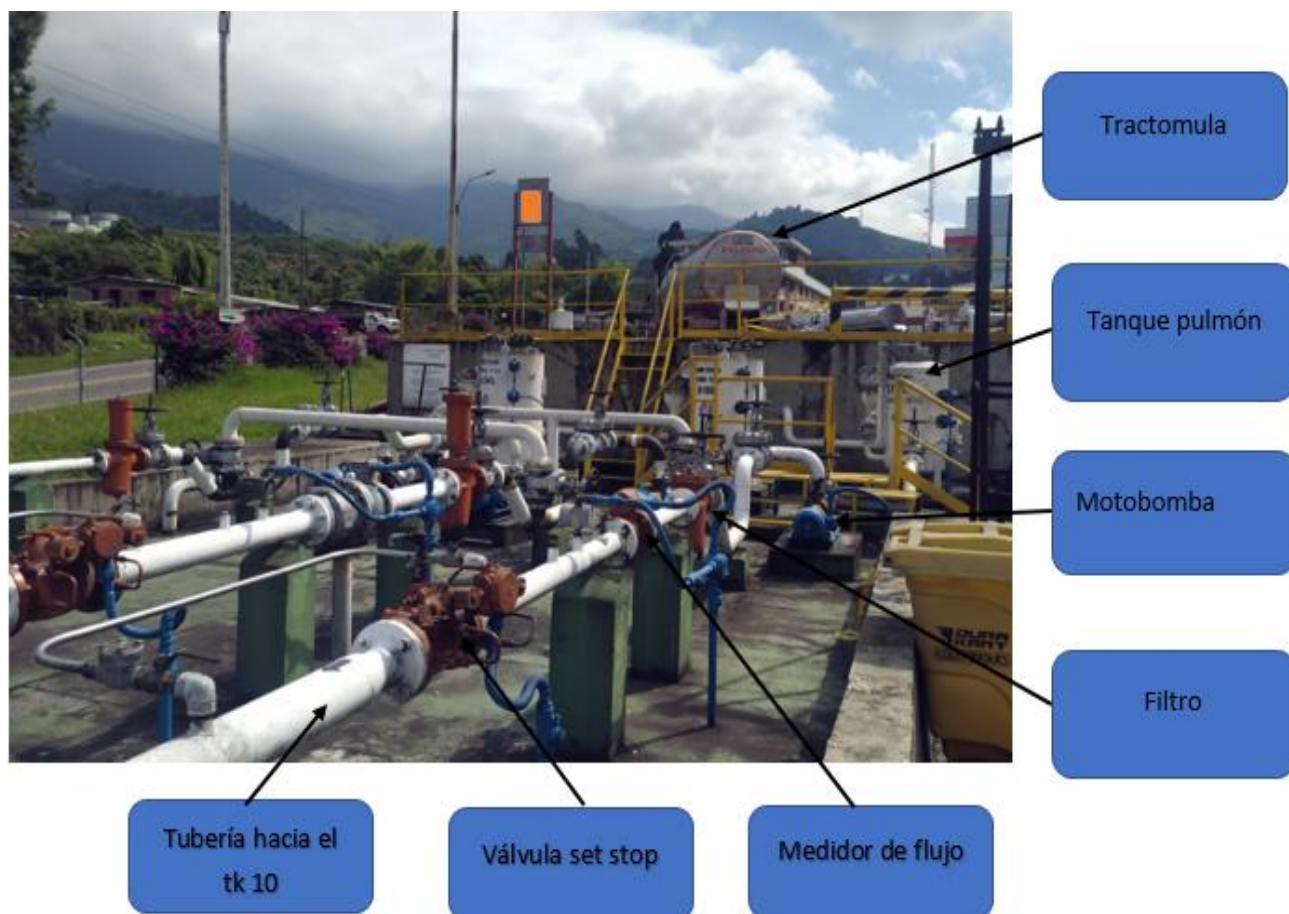


Imagen 3. Sistema de recibo. (Salazar, 2020)

Durante este proceso existe la posibilidad de fallas en los equipos o errores operativos que podrían terminar en un sobre llenado del tanque causando un derrame de combustible en este punto se centra del sistema de seguridad el cual no detendría el sobre llenado por si solo pero genera una alarma sonora tipo sirena y una alarma visual en un computador de flujo o sistema de supervisión y control para que el operario pueda intervenir el proceso o como por ejemplo apagar el equipo de bombeo o cerrado de válvulas.

Para ser un poco más claro, un sistema de supervisión y control está conformado por un computador o visualizador una aplicación o software un PLC (Control Lógico programable) ver imagen número 10 (Plc), este se encarga de recoger señales de campo como temperatura, nivel, flujo entre otras variables y las representa en graficas o en señales alfanuméricas para que el operario las pueda ver e interpretar en el visualizador o computador y pueda realizar acciones dependiendo el proceso, en este caso el sistema de seguridad realizara la interacción de estos elementos para que pueda ser funcional.



Imagen 4. Sensor de alto nivel. (Salazar, 2020)

Existe un equipo en la parte superior del tanque parecido a un flotador, como se muestra en la anterior imagen número 4, cuando el nivel del tanque llega a un punto determinado este flotador cierra un contacto de 24 voltios, señal que llega al PLC activando una sirena y generando una alarma la cual puede ser visualizada en el computador antes mencionado. (ver imagen número 11)

1.3 Procedimiento.

El proyecto se abordó teniendo en cuenta las siguientes actividades : Primero se analizaron las condiciones actuales del tanque de almacenamiento de gasolina extra, (Ver imagen número 7) posteriormente se identificaron los equipos involucrados y las características de cada uno de estos para que conjuntamente con un sensor de nivel generaran una señal de sobrellenado en un computador de supervisión y control para que un operario realizara las acciones correspondientes como cerrar válvulas o apagar equipos de bombeo.

Luego se realizó un balance 3 sensores existentes en el mercado (sistema de contacto mecánico, sistema servo y sistema radar) para hidrocarburos que cumpliera con las condiciones requeridas en cuanto a seguridad y confiabilidad se determinó que el mejor equipo para completar el sistema de seguridad es el sensor de contacto mecánico de marca GSI 4100. Realizando la instalación y conexión de este equipo al PLC (Control Lógico Programable), por último, se realizaron las actividades de validación donde se confirmaron los costos vs beneficios, elementos afectados por un posible derrame de combustible, la matriz de riesgo y la verificación de todo el sistema de seguridad.

1.4 Impacto

La planta de Manizales tiene tres procesos operativos recibo, almacenamiento y despacho de combustibles derivados del petróleo y bio combustibles, dichos procesos y la gran cantidad de actividades que se realizan a diario hace que existan posibilidades de fallas, humanas u operativas, es el caso del tanque de gasolina extra que en un proceso de recibo o por un error de un equipo puede sufrir un derrame de producto causando un impacto sobre 40 empleados directos que permanecen en la planta los cuales se podrían ver afectados por

inhalación de vapores, un incendio, explosión o cualquier tipo de accidente provocado por el derrame del tanque.

Adicionalmente la planta al estar ubicada a un costado de una importante vía principal podría tener afectaciones para conductores o transeúntes en el lugar.

En la parte de recursos naturales se podría ver afectada la Quebrada Manizales y bosque y Fauna cercanos.

Incidentes : En la planta de abastecimiento en años anteriores ya se presentaron accidentes por derrames los cuales fueron contenidos en diques, sin afectar ni el recurso humano y ni natural, pero afectando los bienes materiales de la compañía, los cuales por un derrame de combustible del 50% de la capacidad del tanque de 13000 galones se podrían derramar 6500 galones a un valor promedio de 10.000 pesos galón daría un valor de 65 millones en un solo incidente sin contar con la implicaciones ambientales y la posibilidad de sanciones multas y hasta el cierre de la planta ya que a solo unos metros existe una fuente hídrica. (Quebrada Manizales).

1.5 Últimos incidentes de derrames de combustibles presentados en la planta de abastecimiento.

1.5.1 Incidente 1

Fecha del incidente: Año 2009

Incidente presentado: Tanque número 4 de gasolina motor

Producto derramado: gasolina motor 256 galones

Producto recuperado: 230 galones (26 galones fuera de especificaciones)

Causa del incidente: Error operacional al liquidar mal la cantidad de combustible que debía recibir el tanque

Sistema de seguridad existente: Alarma de alto nivel enlazado a una sirena la cual no funciono por conexiones defectuosas. (En la época estas alarmas no estaban enlazadas al sistema SCADA)

Multas o sanciones por entidades ambientales: No se presentaron multas ya que el derrame fue contenido en un dique.

1.5.2 Incidente 2

Fecha del incidente: año 2012

Incidente presentado: En línea de recirculación de Bio Diesel

Producto derramado: 540 galones de Biodiesel

Producto recuperado: 498 Galones (42 Galones fuera de especificaciones)

Causa del incidente: Error operacional al manipular equivocadamente las válvulas de recirculación

Sistema de seguridad existente: Sistema de recirculación sin sistema de seguridad

Multas o sanciones por entidades ambientales: No se presentaron multas ya que el derrame fue contenido en un dique.

1.6 Análisis de vulnerabilidad de la planta de almacenamiento

¿Que es un análisis de vulnerabilidad?

El análisis de vulnerabilidad es el estudio de los riesgos a los que están expuestos las empresas, (Existen 4 riesgos, Tecnológicos, naturales, sociales ambientales) los cuales se identifican plenamente para en caso de la ocurrencia de un incidente o accidente ya existan un plan de emergencia para disminuir el impacto.

En la imagen número 5 se pueden observar las 4 amenazas a las que está expuesta la planta de almacenamiento, y en la imagen número 6 se evidencia que un derrame de combustible está dentro de la amenaza ambiental con una calificación alta o inminente.

Plan de Prevención, Preparación y Respuesta ante Emergencias																					
GB.F.42 – Prevención de Eventos en SSAC	<table border="1"> <tr> <td>Versión</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>18 de Julio de 2018</td> </tr> </table>	Versión	7	Fecha	18 de Julio de 2018																
Versión	7																				
Fecha	18 de Julio de 2018																				
Resultado Analisis de Amenazas y Vulnerabilidad																					
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Tecnológico</th> </tr> <tr> <td>Amenaza</td> <td>Personas</td> </tr> <tr> <td>Inminente</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Procesos</td> </tr> </table>	Tecnológico		Amenaza	Personas	Inminente	Bajo	Bajo	Bajo	Recursos	Procesos	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Ambiental</th> </tr> <tr> <td>Amenaza</td> <td>Personas</td> </tr> <tr> <td>Inminente</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Procesos</td> </tr> </table>	Ambiental		Amenaza	Personas	Inminente	Bajo	Bajo	Bajo	Recursos	Procesos
Tecnológico																					
Amenaza	Personas																				
Inminente	Bajo																				
Bajo	Bajo																				
Recursos	Procesos																				
Ambiental																					
Amenaza	Personas																				
Inminente	Bajo																				
Bajo	Bajo																				
Recursos	Procesos																				
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Natural</th> </tr> <tr> <td>No aplica</td> <td>Personas</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Procesos</td> </tr> </table>	Natural		No aplica	Personas	Recursos	Procesos	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Social</th> </tr> <tr> <td>No aplica</td> <td>Personas</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Procesos</td> </tr> </table>	Social		No aplica	Personas	Recursos	Procesos								
Natural																					
No aplica	Personas																				
Recursos	Procesos																				
Social																					
No aplica	Personas																				
Recursos	Procesos																				
RANGO DE VULNERABILIDAD TOTAL	DEFINICION SEGÚN EL RANGO DE VULNERABILIDAD																				
0 – 75,9 BAJO	La vulnerabilidad es mínima y el plan de emergencias y contingencias presenta un estado óptimo de aplicación																				
76 – 151,9 MEDIO	El centro de trabajo presenta una vulnerabilidad media y un plan de emergencias incompleto, que solo podría ser activado parcialmente en caso de emergencia																				
152 – 228 ALTO	El centro de trabajo presenta una alta vulnerabilidad funcional, se deben revisar todos los aspectos que puedan estar representando riesgo para el proceso																				

Imagen 5. Análisis de vulnerabilidad.

AMENAZA	
TECNOLÓGICO	VALOR
Incendio en sistema de tratamiento	Inminente
Volcamiento de vehículo	Inminente
Incendio en vehículo	Inminente
Incendio en llenadero	Inminente
Colapso de edificio	Inminente
Incendio en tanque	Inminente
Incendio en dique	Inminente
Incendio en laboratorio	Inminente
Incendio en caldera	Inminente
Incendio en zona de bombas y filtros	Inminente
Incendio en la infraestructura	Inminente
Emergencias medicas	Inminente
AMBIENTAL	VALOR
Rebosamiento de combustible en sistema de tratamiento	Inminente
Derrame en vehículo	Inminente
Derrame en llenadero	Inminente
Derrame en tanque	Inminente
Derrame en zona de bombas y filtros	Inminente

Imagen 6. Amenazas.

PLANTEAMIENTO

Debido a que la compañía tiene una estrategia de inversión y aprovechamiento de la tecnología actual, se quiere realizar una inversión en un equipo que mejore las condiciones de seguridad en un tanque de almacenamiento, pero que a la vez pueda comunicarse con los demás equipos como el sistema SCADA, y así poder convertirse en un sistema de seguridad, siempre teniendo el mismo orden, análisis del problema, estudio de las posibles soluciones, definir solución más adecuada, implementación y seguimiento o estudio.

EL Planteamiento está compuesto por recopilación de información de equipos involucrados para que el sistema de seguridad pudiera ser funcional.

2.1 Análisis de equipos involucrados.

Sistemas similares en el mercado utilizados en el sector de hidrocarburos que pueden generar alarma por sobrellenado.

Se realizó una comparación de sistemas indicadores de alto nivel utilizados en el sector de hidrocarburos (sistemas servo, sistemas de radar y sistemas de contacto mecánico) que pueden realizar la función de generar una alarma de sobrellenado.

Para que el sistema de seguridad sea totalmente funcional y este comunicado con el equipo de supervisión y control que actualmente tiene la planta de almacenamiento es necesario la integración de los siguientes equipos.

Tanque de almacenamiento de gasolina Extra numero 10

Sistema Scada (Supervisión control y adquisición de datos)

Sensor de alto nivel

PLC (Control Lógico Programable).

Equipo de supervisión y control o computador de flujo.

2.1.1 Tanque de almacenamiento número 10

Equipo: tanque horizontal

Capacidad :13.000 galones

Tipo de producto que almacena: Gasolina Extra Oxigenada.

Ventas promedio semanales :13 200 galones

Galones recibidos a la semana de gasolina extra y almacenados en el tanque: Depende de las ventas (13200 galones aproximadamente)

Numero de recibos a la semana: Se reciben alrededor de 3 viajes a la semana entre 4000 y 6500 galones en cada viaje dependiendo de las ventas.

Tipo de material de fabricación: Acero al carbón

En la siguiente imagen número 7 se puede observar una vista general del tanque de almacenamiento.



Imagen 7. Tanque de almacenamiento. (Salazar, 2020)

2.1.2 Sistema Scada

Scada proviene de las siglas (Supervisor y Control and Data acquisition) (Supervisión control y adquisición de datos) Es una aplicación software de control de producción, que se comunica con los dispositivos de campo y controla procesos de forma automática desde la pantalla del ordenador. Proporciona información de procesos a diversos usuarios: Operadores, supervisores de control de calidad, supervisión mantenimiento entre otros.

Entre sus principales funciones están :

Adquisición de datos: Para recoger almacenar y procesar la información recibida

Supervisión: Para observar desde un monitor la evolución de las variables de control

Control: Para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos, alarmas, medidores de flujo equipos de bombeo entre otra gran cantidad de instrumentos o directamente sobre el proceso por medio de las salidas conectadas.

Funciones más específicas:

- ❖ Transmisión: De Información con dispositivos de campo y otros computadores
- ❖ Base de datos: Gestión de datos para la consulta de comportamientos de variables como temperatura, flujos presiones entre otros.
- ❖ Presentación: Representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador y equipo de supervisión y control (Human Machine Interface).

- ❖ Explotación: De los datos adquiridos para la gestión de calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.
- ❖ Prestaciones más comunes y donde entra el sistema de seguridad que se está diseñando.
- ❖ Posibilidad de crear paneles de alarmas que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alerta con registro de incidencias.
- ❖ Generación de históricos de señal de planta que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- ❖ Ejecución de programas que modifican la ley de control, o incluso el programa en su totalidad.

En la siguiente imagen número 8 se puede observar el esquema de un sistema SCADA.

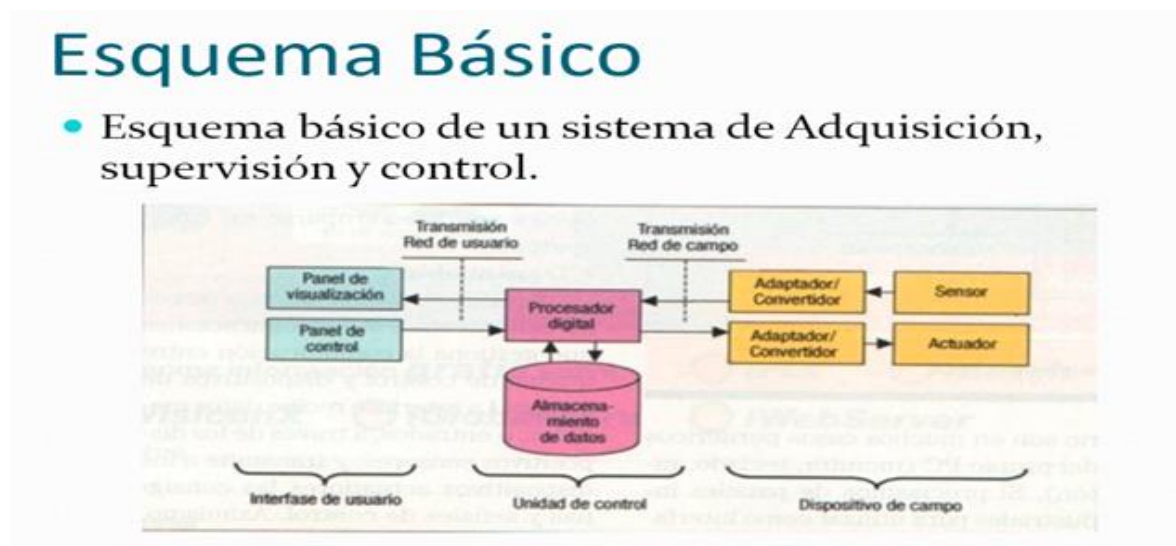


Imagen 8. Sistema básico SCADA. (data:image/jpeg & base64, s.f.)

Cualidades de los sistemas SCADA

Son sistemas de arquitectura abierta, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.

Se comunican con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y con el resto de equipos remotos que se requiera

Son programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables con el usuario.

En la imagen número 9 se puede observar una vista general de un sistema SCADA.

Tomado de : (<https://www.ingetes.com.co/sistema-scada-automatizacion-de-procesos/>, 2017)

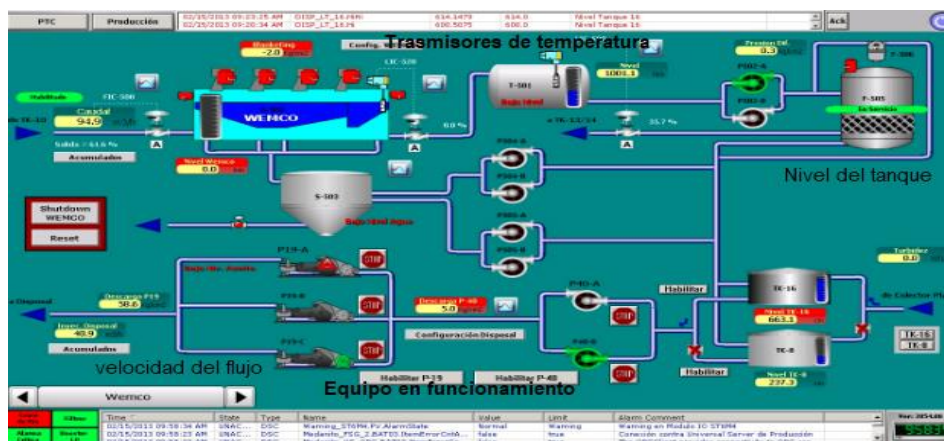


Imagen 9. Vista sistema SCADA. (data:image/jpeg & base64, s.f.)

2.1.3 Sensor de alto nivel

Equipo electromecánico referencia GSI 4100 HLAS es un interruptor activado mecánicamente ubicado en la parte superior del tanque el cual puede enviar una señal a un computador de flujo para evitar un derrame de combustible (Ver descripción detallada en el capítulo implementación)

2.1.4 PIC: Control Lógico programable

Es una computadora utilizada en la ingeniería de automatización industrial para optimizar procesos electromecánicos, tales como el control de válvulas, bombas, sensores de nivel entre otros. Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, servidores entre otros. En la siguiente imagen número 10 se pueden observar los elementos principales de un PLC.



Imagen 10. PLC (Controlador lógico programable) (Salazar, 2020)

Tipo de PLC (Schneider Electric modicom quantum)

MODICON, siglas que significan Modular Digital Controller, es una empresa perteneciente al grupo Schneider Electric que se dedica a la fabricación de equipos y software de automatización industrial de alta calidad y rendimiento para una amplia gama de aplicaciones en prácticamente todo tipo de proceso industrial. El Quantum puede considerarse como el tope de línea de los equipos Modicon. Es un controlador 100% modular, (Módulos o tarjetas) con capacidad máxima de 65- 535 señales de entradas y salidas discretas. El Quantum ofrece una arquitectura modular, escalable capaz de satisfacer los más altos requerimientos de automatización, desde un sistema con un bastidor local hasta una arquitectura remota, distribuida o en red aplicable a toda una planta.

2.1.5 Equipo de supervisión y control.

Es un computador que hace parte del sistema SCADA, y su función es recoger los datos de campo y transmite a un operario para que este pueda realizar acciones sobre los procesos. Ver imagen número 11 vista de un Equipo de supervisión y control.



Imagen 11. Equipo de supervisión y control. (Salazar, 2020).

Costos de la implementación del sistema

A continuación, en las tablas número 1 y número 2 se describen los costos necesarios para la implementación del proyecto donde se optimizaron al máximo los recursos obteniendo un costo total de 15.222.100 pesos

Estos costos comprenden desde el estudio de condiciones iniciales del tanque de almacenamiento, diseño, cableado instalación y pruebas de funcionamiento ver tabla número 1 costos.

2.2. 1 Tabla Costos.

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
1. Equipo Humano	Ingeniero o profesional con capacidades y competencias en diseño,	0

	<p>evaluación de proyectos, análisis de problemas, resolución de problemas, implementación entre otras. Horas de trabajo 320 Horas</p> <p>Nota: No se incluye dentro del presupuesto ya que no se recibe remuneración por ser un proyecto académico.</p>	
2. Equipos y Software	<p>Sistema de Seguridad: Sensor de alto nivel Referencia: SI 4100.</p>	12,700.000
	<p>Programación y asignación de señales en PLC (Control lógico Programable)</p>	1,000.000
3. Trabajo de	<p>Estudio y evaluación de condiciones mecánica del equipo o tanque para la implementación de la alarma</p>	200,000

Campo	Cableado, conexión e instalación sensor	475,000
	Diseño de prueba de lazos, e ingreso de la señal de alto al PLC (Control Lógico Programable) existente.	265,000
	Realización cedula de conexión entradas análogas (Plano de conexión).	300,000
	Verificación funcionamiento	315,000
4. Materiales y suministros	Accesorios eléctricos, bridas, entre otros	267,100
TOTAL		15,522.100

En la siguiente tabla número 2 se describe el costo de los materiales requeridos para la instalación del sistema de seguridad, estos materiales fueron cotizados y comprados teniendo referencia de al menos dos almacenes buscando siempre la optimización del recurso.

2.3. 2 Tabla Costos Materiales

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	VALOR
Flexo eléctrico	3/4 Pulgada	75,800	75,800
Caja eléctrica una entrada una salida	3/4 Pulgada	68,200	68,200
Sello corta fuego	3/4 Pulgada	43,100	43,100
Cable encauchetado 2*10 (2 hilos número 10)	120 mts	120 mts	N/A (Ya está en bodega)
Elementos de ferretería menor valor	N/A	N/A	80.000

(Cinta, terminales, pernos)			
TOTAL			\$ 267,100

IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se describen de forma breve las actividades realizadas para la implementación del sistema de seguridad además se realiza un análisis comparativo más profundo de 3 sensores estudiados que cumplen las características para que dicho sistema fuera funcional, entre estas características, que se comuniquen con el sistema de supervisión y control (computador de flujo) para que integrados puedan generar una alarma de nivel indicándole a un operario o supervisor que existe un peligro inminente

A continuación, se describen las actividades necesarias para la implementación.

- Adecuación ductería eléctrica
- Cableado
- Instalación sistema de seguridad
- Implementación señal en sistema SCADA (Supervisión control y adquisición de datos) para que la señal sea vista en un computador.
- Verificación de funcionamiento

A continuación, se describen los tres sistemas que se estudiaron que pueden cumplir con las características de generar una alarma de nivel.

3.1 Sensor de contacto mecánico equipo seleccionado para el sistema de seguridad

El GSI 4100 HLAS es un interruptor activado mecánicamente. A medida que el nivel del producto aumenta al nivel del punto de ajuste, el desplazador es levantado por un techo flotante externo o interno, o gana flotabilidad dentro del producto. Cuando se reduce el peso del desplazador, un resorte levanta la varilla sobre la cual se unen los desplazadores. La barra de resorte tiene un imán unido a la barra, por lo tanto, cuando la barra se levanta, mueve el imán más allá del interruptor de láminas para activar el estado de contacto/alarma. En la siguiente imagen número 12 se puede observar una vista general del equipo GSI 4100.



Imagen 12. Sensor de alto nivel. (Salazar, 2020)

❖ El 4100 HLAS (Switch alarm level high- Interruptor alarma nivel alto) está disponible en las siguientes configuraciones:

- ❖ Un punto de activación (nivel alto-alto) con un interruptor de láminas
- ❖ Un punto de activación (nivel alto-alto) con dos interruptores de láminas (redundantes)
- ❖ Dos puntos de activación (nivel alto y alto-alto) con un interruptor de láminas cada uno
- ❖ Dos puntos de activación (nivel alto y alto-alto) con dos interruptores de láminas cada uno (redundante) Cuando el HLAS está equipado con interruptores de láminas redundantes, proporciona redundancia y capacidad de autocomprobación.

El HLAS viene con un conjunto de verificación opcional que permite probar el interruptor localmente en el tanque (a nivel del suelo o en la parte superior) antes de una transferencia entrante en el tanque. El conjunto de verificación es un cable de tracción que levanta físicamente el desplazador independientemente de la varilla de resorte. Esto permite la prueba del resorte y los interruptores de láminas. Ver Imagen número 13 partes del sensor de nivel.



Imagen 13. Partes del sensor de alto nivel. (http://www.grupo-syz.com/product-category/21_accesorios-de-tanques-y-carrotanques/, s.f.)

❖ **Especificaciones Técnicas**

❖ Montaje: tapa del tanque; Brida montada en el techo (tanques de techo de cono)

Conjunto de soporte (techo panorámico / tanques de techo flotante externo)

❖ Conexión de montaje: 1-1 / 4 «NPT estándar (Nota: Requiere una abertura de 3» o más grande para instalar los desplazadores a través de una brida o vía adyacente)

❖ Montajes de brida para 2 «, 4», 6 «, etc. (patrón de 4 tornillos)

- ❖ Carcasa: NEMA 7 – Prueba de explosión
- ❖ Material de la carcasa: aluminio
- ❖ Aprobaciones de certificación: UL (carcasa e interruptor)
- ❖ Mecanismo: Interruptor de relé humedecido con enchufe IC (clavijas doradas)
- ❖ Puntos de alarma: 1 o 2, ajustables
- ❖ Alimentación: 12 Vcc – 24 Vcc (nominal)

0.25 Amp @ 175 Vac

- ❖ Material del desplazador: PVC (estándar), teflón, acero inoxidable
- ❖ Presión: 50 PSI máximo (estándar)
- ❖ Opción de presión más alta (350 PSI) disponible
- ❖ Aprobaciones de certificación: UL (carcasa e interruptor)
- ❖ Conjunto del verificador de operación: nivel del suelo (opcional)
- ❖ Peso: 12 lbs. (5,44 kg)
- ❖ Dimensiones: 16 in x 16 in x 10.5 in (406.4 mm x 406.4 mm x 266.7 mm)

3.2 Sistemas servo (sistema descartado)

Tomado de : Ltda, Insurcol (2016). “Sistema de telemetría” Recuperado de :

http://www.insurcol.com/productos_enraf.php

El servo Honeywell Enraf serie 854 ATG es un medidor de tanque automático confiable, versátil y preciso con un mínimo de piezas móviles, diseñado para medir todo tipo de líquidos en cualquier tipo de tanque de almacenamiento. Los servos indicadores ATG son compactos y solo necesitan una brida de montaje de 4 – 6 con reducción a 2 ”.

Se pueden integrar fácilmente con Smart Radar existente, instalaciones de medición hidrostática o híbrida. El 854 ATG modular admite características como punto de medición de temperatura y temperatura promedio del producto y perfiles de temperatura del producto, integración completa en un sistema de gestión de inventario híbrido, salida de nivel analógico, medición de densidad, interfaz de producto, medición de interfaz agua / producto. En la siguiente imagen número 14 se puede observar una vista general del equipo servo en la parte superior de un tanque de almacenamiento.

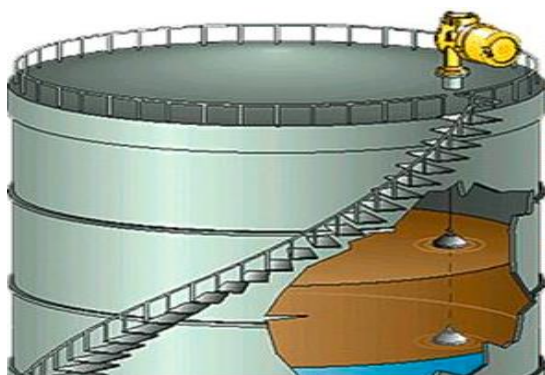


Imagen 14. Sistema servo. (http://www.insurcol.com/productos_enraf.php, s.f.)

El modelo ENRAF 854 ATG y 854 XTG Servo Indicador de Nivel, es capaz de medir niveles de la superficie y la interfaz de productos líquidos en tanques de almacenamiento a granel de acuerdo con las normas de transferencia de custodia.

Dicho modelo tiene un número de características que mejoran la exactitud de la medición, tal como un integrador de turbulencia, una compensación por la influencia del peso del alambre de medición, una corrección por la desviación del tambor de medición, y una corrección por el cambio de la altura de referencia debida a la deformación hidrostática del tanque de almacenamiento. Ver imagen 15 vista interior servo telemetría.



Imagen 15. Vista interior de un equipo servo.

(http://www.insurcol.com/productos_enraf.php, s.f.)

Especificaciones clave

- Rango de medición: 88 pies (27 m) estándar; Hasta 492 pies (150 m) opcional
- Precisión: Nivel: $\leq \pm 0.4$ mm
- Conexión de brida ANSI de 4 – 6 con reducción a 2 "de 150 lb o 200 lb
- Caja de aluminio fundido, compartimiento de tambor de aluminio fundido o acero inoxidable, tambor y eje de acero inoxidable
- Salidas: salida analógica de 4-20 mA más dos relés de alarma SPDT
- Tableros de entrada para RTD puntual, sondas VITO para temperatura media y medición de agua, dispositivos HART®
- Estándar de comunicación Modbus

3.3 Sistemas de radar (sistema descartado)

El equipo utiliza la tecnología de Radar de Onda Continua de Frecuencia Modular, la cual emite dos ondas con diferente frecuencia y la diferencia de frecuencia entre la emitida y la reflejada en el fluido es proporcional a la altura del fluido lo cual permite determinar el nivel de fluido y la interfaz si existe. En la siguiente imagen número 16 se puede observar una vista general de un equipo radar.



Imagen 16. Equipo de sistema radar. (s.f.)

En la siguiente imagen número 17 se puede observar un dispositivo radar instalado en la parte superior de un tanque de almacenamiento.

Características

- Industria química
- Industria petroquímica
- Industria de alimentos y bebidas
- Industria farmacéutica y biotecnología.



Imagen 17. Vista lateral de un sistema radar.

(https://www.magnetrol.com/sites/default/files/styles/lightbox/public/pbundles/text_image/without_withnozzleextension.jpg, s.f.)

Rango de medición: desde 0.5m hasta 80m

Presión de operación: hasta 40 bar

Temperatura de operación: -70 a 200°c

Materiales de construcción: aluminio o acero inoxidable

Alimentación: 24 vdc o 110-250 ac

Salida análoga: 4 – 20 ma

Comunicación: modbus®, hart®, profibus pa® o fieldbus®

Exactitud: desde 0,5 mm

Repetitividad: +/- 1mm

Área clasificada: atex, emc, csa o fm

En la tabla número 3 se realiza una comparación de equipos que pueden generar una alarma por sobre llenado de tanques. Ver tabla número 3.

3.4. 3 *Tabla comparación de equipos.*

**TABLA COMPARATIVA EQUIPOS QUE PUEDEN GENERAR ALARMA
POR SOBRELLENADO UTILIZADOS EN EL SECTOR DE HIDROCARBUROS.**

Sensores	Tipo	Funciones	Costo	Costos de mantenimiento o calibración Anual	Precisión
Sensor referencia El GSI 4100 HLAS	De contacto mecánico	Puede generar alarma de alto nivel Indicador de nivel alto y nivel alto alto. Puede ser instalado en áreas clasificadas como atmosferas peligrosas por los vapores del combustible	\$ 12.700.000 Valor aproximado dependiendo del precio del dólar ya que es un equipo importado	Solo requiere calibración al momento de la instalación (se puede verificar anualmente) 1 hora operario o técnico capacitado para verificación	0,5 mm

		Se puede comunicar con el PLC actual.			
El servo Honeywell Enraf serie 854 ATG	Servo con alambre y desplazador	<p>Puede generar alarma de alto nivel</p> <p>Puede medir cualquier nivel del producto</p> <p>Se puede conectar con el PLC actual</p> <p>Puede medir otras variables como densidad del producto y agua.</p>	<p>\$ 110.000.000</p> <p>Valor aproximado</p> <p>dependiendo del precio del dólar ya que es un equipo importado</p>	<p>Entre 3,000.000 y 4,700.000</p> <p>dependiendo del mantenimiento y ajustes requeridos en el equipo.</p>	<p>0,4 mm</p>

		<p>Puede indicar el nivel del producto en tiempo real</p> <p>Puede ser instalado en áreas clasificadas como atmosferas peligrosas por los vapores del combustible</p>			
Sensor de radar SYZ	De radar	<p>Puede generar una alarma de alto nivel</p> <p>Indicador de cualquier nivel</p>	37,000,000	<p>Entre 1,000.000 y 1,600.000 Pesos dependiendo de las variables a modificar en el instrumento y a las diferencias</p>	0,5 mm

		<p>de producto en tanque</p> <p>Se puede comunicar con el PLC actual.</p> <p>No requiere de piezas mecánicas que tengan contacto con el producto.</p> <p>Puede indicar el nivel del producto en tiempo real.</p> <p>Puede ser instalado en áreas clasificadas como</p>		<p>presentadas con la medición manual para la realización de los ajustes</p>	
--	--	--	--	--	--

		atmosferas peligrosas por los vapores del combustible.			
--	--	---	--	--	--

3.5 Razones por la que se determinó que el sensor mecánico de referencia El GSI 4100 HLAS es la opción más viable para un sistema de seguridad de sobrellenado.

- Al ser un sensor de contacto mecánico es más confiable porque no está expuesto a fallas eléctricas o electrónicas.
- A pesar de que el sensor seleccionado tiene menos características que los otros dos sensores su precio vs beneficio es el óptimo para el sistema de seguridad
- El sensor seleccionado tiene dos posiciones para generar la alarma de sobrellenado en el tanque de almacenamiento, posición alto y posición alto -alto.
- Este equipo no requiere mantenimiento caso contrario de los otros dos equipos los cuales requieren personal capacitado y equipos adecuados lo que eleva los costos.
- El sensor seleccionado cumple las características para atmosferas peligrosas.
- El sensor seleccionado solo requiere una señal de 24 voltios para su funcionamiento, los otros dos equipos requieren señales de 24 voltios para la parte control y requieren voltaje de alimentación de 110 voltios.

- Los tres equipos son similares en cuanto a parámetros de precisión.

4 .0 Montaje – paso a paso

En las imágenes número 18 y número 19, se describe de manera general los pasos para la instalación del sensor de alto nivel ubicado en la parte superior del tanque, primero se realizó desmonte de la brida de acero al carbón, posteriormente se realizó calibración de los flotadores para que generaran la alarma de sobre llenado a la altura requerida, luego se realizó instalación del equipo. Luego de realizar la instalación mecánica se procedió con la conexión eléctrica y la verificación de funcionamiento que consistía en comprobar que la señal generada por el equipo (sensor de alto nivel) llegara sin ningún inconveniente al módulo de entrada en el PLC.

En las imágenes número 20 y número 21 se puede observar una vista general del sensor de alto nivel después de la instalación.



Tanque antes de la instalación



Desmonte de la brida acero al carbón



Sensor alto nivel



Calibración flotadores

Imagen 18. Paso a paso desacople y acople de equipos. (Salazar, 2020)



Instalación sensor en el tanque



Cableado y conexión.



Conexión sensor en el PLC



Ingreso de señal al PLC

Imagen 19. Paso a paso conexiones. (Salazar, 2020)



Alarma en el HMI



Instalación Terminada



Tanque numero 10 despues de la instalación del sensor de alto nivel

Imagen 20. Verificación de funcionamiento. (Salazar, 2020)



Imagen 21. Sensor instalado. (Salazar, 2020)

MEDICIÓN.

En este capítulo se realiza una descripción de elementos afectados por un posible derrame de combustible, se presenta una matriz de riesgos vs probabilidad, se comparan los costos vs beneficios y por último se analiza el impacto de la solución con respecto al problema inicial.

4.1 Prevención de riesgo:

Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible.

4.2. 4. Tabla elementos en riesgo por un posible derrame de combustible.

Personas	Trabajadores de planta, aeropuerto, residentes de la zona, comunidad aledaña.
----------	---

Medios de subsistencia	Vendedores ambulantes, comerciantes informales, establecimientos comerciales, que se encuentran en los alrededores de la planta.
Servicios ambientales	Quebrada Manizales
Recursos sociales	Industrias vecinas, Ecopetrol, Vida gas, Industria Licorera de Caldas, Aeropuerto.
Infraestructura	Aeropuerto, casas, establecimientos comerciales entidades públicas y privadas

4.3. 5 Tabla Procesos en riesgo.

Actividad	Riesgo
Almacenamiento de combustible	Derrame, incendio, explosión.

Recibo de combustible	Derrame, incendio, explosión.
Despacho de combustible	Derrame, incendio, explosión.
Suministro de combustible	Derrame, incendio, explosión.

La valoración del riesgo incluye: Identificación, análisis, evaluación del riesgo, para estimar daños y pérdidas potenciales, comparables con los criterios de seguridad ya establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención mediante la reducción del riesgo o del manejo del desastre.

En las siguientes matrices ver imagen número 22 e imagen número 23 se evalúa el riesgo vs probabilidad antes y después de la implementación del sistema de seguridad.


4.4 Matriz de riesgo vs probabilidad antes de la implementación del sistema de seguridad.

RIESGO VS PROBABILIDAD		DESCRIPCIÓN DEL RIESGO						
Posibilidad de ocurrencia		Suceso			Proceso			
		Mecánico	Eléctrico	Hidráulico	Mala medición	Negligencia en el proceso	Recibir en taque equivocado	Mala Operación de válvulas
Elementos	Posibilidad de falla en	2	1	3	2	3	1	3
Infraestructura								
Equipos	2	4	2	6	4	6	2	6
Software y hardware	3	6	3	9	6	9	3	9
Recurso Humano								
Operario	3	6	3	9	6	9	3	9
Técnico de mantenimiento	3	6	3	9	6	9	3	9

Imagen 22. Matriz antes de la instalación del sistema de seguridad. (Salazar, 2020)

Calificación

2- Bajo 

3 -Moderado 

4-Medio 

6-Alto 

9-Critico 

4.5 Matriz de riesgo vs probabilidad después de la implementación del sistema de seguridad.


Riesgo		Descripción del riesgo						
Posibilidad de ocurrencia		Suceso			Proceso			
		Mecánico	Eléctrico	Hidráulico	Mala medición	Negligencia en el proceso	Recibir en taque equivocado	Mala Operación de válvulas
Elementos	Posibilidad de falla en	2	1	1	2	1	1	2
Infraestructura								
Equipos	2	4	2	2	4	2	2	4
Software y hardware	3	6	3	3	6	3	3	6
Recurso Humano								
Operario	3	6	3	3	6	3	3	6
Técnico de mantenimiento	3	6	3	3	6	3	3	6

Imagen 23. Matriz después de la instalación del sistema de seguridad. (Salazar, 2020)


Calificación

2- Bajo 

3 -Moderado 

4-Medio 

6-Alto 

9-Critico 

Se evidencia en la matriz anterior (Imagen 23) una disminución significativa del riesgo con la implementación del sistema de seguridad, comparándola con la matriz de la imagen número 22, donde no se había implementado el sistema de seguridad. El riesgo bajo en varios ítem de la calificación crítica a calificación moderado, aumentando con esto los niveles de seguridad en los procesos de recibo, almacenamiento y despacho de combustible en el tanque número 10 de gasolina extra.

La anterior matriz se generó por medio de la metodología de identificación de riesgo o peligro y evaluación de probabilidad de ocurrencia. La cual consiste en evaluar y calificar los riesgos a los que están expuestas las compañías los cuales pueden ser 4: Riesgos Tecnológicos, ambientales, naturales o sociales para en el caso de la ocurrencia de incidente o incidente disminuir su impacto. Esta metodología se empezó a implementar con la norma OHSAS 18001 (Norma británica para la gestión de la seguridad y salud ocupacional)

4.6 Costos vs Beneficios

4.6.1 Costos

Se analizaron los Costos del sistema de seguridad el cual suma un valor de 15 522.100 pesos valor relativamente bajo debido a los beneficios obtenidos los cuales disminuyen la posibilidad de la ocurrencia de incidentes y accidentes por falencias en los procesos operativos.

Un incidente con afectación al medio ambiente podría ser causal para millonarias multas por entidades ambientales, sin contar las sanciones e incluso cierres temporales o totales de la planta de almacenamiento.

4.6.2 Beneficios del sistema de seguridad

- Mayor seguridad en la custodia del producto almacenado (11700 Galones de gasolina extra oxigenada = 90% capacidad del tanque).

- Disminución de riesgo de derrame de combustible conservando una calificación óptima ante en RUC (Registro único de contratistas) El Registro Uniforme de Evaluación del Sistema de Gestión en Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente o RUC® es la herramienta de evaluación del desempeño en SSOA, aplicada a empresas contratistas del sector hidrocarburos y de otros sectores contratantes, con el objetivo principal de impulsar el servicio y la mejora continua en la gestión del riesgo y el cumplimiento de los aspectos legales. Las compañías operadoras del Sector Hidrocarburos y de otros sectores creen firmemente que ese alto desempeño en Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente es sinónimo de calidad y efectividad en la operación, que conducen a salvaguardar el bienestar de los trabajadores, así como también contribuyen a elevar la competitividad, la rentabilidad y posibilidad de supervivencia de las organizaciones.

- Proteger y custodiar de forma óptima el activo con un costo de aproximadamente de 117.000.000 millones de pesos correspondientes al valor del combustible más el valor del equipo, tanque de almacenamiento (65 millones de pesos)

teniendo en cuenta que una fuga de combustible puede desencadenar un incidente mayor como un incendio. (hasta el momento en este equipo tanque numero 10 no se han presentado incidentes ni derrames)

- Fomentar sistemas de seguridad confiables para atmósferas peligrosas, disminuyendo el riesgo de derrames de combustible y contribuyendo a la continuidad óptima de los procesos operativos de recibo, almacenamiento y despacho de combustible.

- Implementar un sistema de seguridad que aumente los niveles de confiabilidad en los procesos de recibo, almacenamiento y despacho de combustible, preservando la salud y bienestar de los empleados y de las personas externas a la compañía que podrían resultar afectadas.

- Seguir aumentando el compromiso como empresa ambientalmente responsable, implementando un sistema de seguridad y disminuyendo las posibilidades de derrame de combustible que pudiera afectar a la Quebrada Manizales, recurso hídrico que limita con las instalaciones de la compañía.

4.7 Impacto de la solución respecto al problema inicial.

Como se evidencia en el capítulo de implementación se planteó y se obtuvo la solución más económica posible, sin descuidar en ningún momento condiciones de confiabilidad y características requeridas del sistema seleccionado. La solución aplicada al problema inicial tiene un impacto directo sobre las condiciones de seguridad del tanque de almacenamiento, haciendo

que los procesos operativos ejecutados sobre este equipo sean más seguros y disminuyendo la probabilidad de accidentes e incidentes.

Si bien la solución aplicada al problema inicial no es la solución más avanzada en cuanto a tecnología se refiere, ya que por ejemplo existen sistemas que al detectar un sobrellenado en un tanque de almacenamiento pueden automáticamente intervenir procesos como apagar una motobomba o cerrar una válvula, pero se pudo integrar varios sistemas que ya venían siendo trabajados como el sistema de supervisión y control y la interacción de un operario optimizando cada recurso y aprovechando al máximo el capital humano elemento fundamental para que una compañía crezca y se fortalezca a través de los años.

5 Conclusiones

- Después de realizar un análisis comparativo de tres sistemas de sensores de nivel, se determinó que el sistema más opcionado es el sensor de contacto mecánico, ya que es un sistema confiable y sus costos de adquisición y mantenimiento son menores.
- Se pudo constatar que todo proceso operativo está sujeto a fallas de equipos o fallas operacionales que pueden provocar incidentes menores o incidentes mayores, incluso comprometiendo la salud y la integridad física de los empleados, por este motivo es de gran importancia tener en cuenta los procesos de gestión tecnológica y aplicarlos correctamente para que así se puedan disminuir los riesgos preservando la integridad tanto del recurso humano como del recurso material.
- Todo proyecto que se inicie dentro de una organización debe estar sujeto a un estudio de viabilidad y de costos vs beneficios, donde se pueda constatar que el activo o proceso implementado ayude en cierta medida a preservar los activos o aumentar la productividad generando valor para la compañía.
- La implementación de sistemas automáticos para la supervisión y control de procesos operativos en tiempo real a tomado gran importancia no solo en la industria de combustibles sino en todas las aplicaciones, disminuyendo en gran medida el riesgo de accidentes e incidentes y elevando el nivel de productividad las compañías.

- Se evidencia que la interacción de los sistemas SCADA con el elemento humano es un complemento muy valioso, ya que el primero dependiendo del nivel de automatización puede llegar a intervenir procesos de forma automática o simplemente en el caso del presente proyecto puede generar una alarma para que el segundo elemento pueda tomar las decisiones que considere necesarias evitando en gran medida la ocurrencia de eventos no deseados.

- Se encontró como dificultad el aprender a cambiar la mentalidad de un perfil técnico a un pensamiento de Ingeniería, ya que el primero se centra en instalación en el hacer, mientras el segundo se centra en diseñar, implementar, crear soluciones y resolver problemas optimizando todos los recursos sin dejar de lado que también puede ejecutar.

- La experiencia más gratificante lograda como ingeniero industrial se basa en evidenciar en primera persona el proceso de aprendizaje enfocado siempre hacia la mejora continua, la cual fortalece cada día más el enorme capital intelectual adquirido.

6 Bibliografías.

Diario oficial (1990)decreto 283 recuperado de :

<https://www.mincit.gov.co/getattachment/7dc32fbd-c2b9-4e5e-bd43-14f4917ab45c/Decreto-0283-de-1990-Por-el-cual-se-rglamenta-el-a.aspx>

Gema González, H. D. (2011) “Presentación de informes: el documento final de investigación (3a. ed.)" Ecoe Ediciones. Recuperado

de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/detail.action?docID=10535989&p00=presentaci%C3%B3n+informes%3A+documento+investigaci%C3%B3n>

Gestos normativo (1990) decreto 281 recuperado de:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8807>

Grupo Zambrano, G. Z. (2018) “ Alarma de sobrellenado para tanques de

almacenamiento “ recuperado de [http://www.grupo-syz.com/product/alarma-de-sobrellenado-para-tanques-de-almacenamiento/.](http://www.grupo-syz.com/product/alarma-de-sobrellenado-para-tanques-de-almacenamiento/)

Ltda, Insurcol (2016). Interface Sonda de telemetría [imagen].

http://www.insurcol.com/productos_enraf.php

Ltda, Insurcol (2016). Sistema de telemetría [imagen].

http://www.insurcol.com/productos_enraf.php

Ltda, Insurcol (2016). Sonda telemetría [imagen].

http://www.insurcol.com/productos_enraf.php

Oficina corporativa Bogotá “Organización Terpel” (2020) Recuperado de :

www.terpel.com

Quispe Gonzáles, R. A. (2019). Diseño del sistema Scada para el área de recepción, almacenamiento y distribución de hidrocarburos líquidos en la planta Petroperú-

Cusco. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4177>

Romero Avecillas, C.J (2006). Diseño de un sistema scada para el proceso de producción

de los pozos de petróleo de Petroecuador. Sosa Flores, M. , Ribet Cuadot, M. de J,

Hernández Pérez, F. A. (2007) “Fundamentos teórico-metodológicos para la

evaluación económico-financiera de proyectos de inversión” Ed. El Cid Editor.

Recuperado

de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/detail.action?docID=1016>

9357&p00=fundamentos+te%C3%B3ricometodol%C3%B3gicos+evaluaci%C3%

[B3necon%C3%B3mico-financiera+proyectos+inversi%C3%B3n](http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2077/lib/unadsp/detail.action?docID=10169357&p00=fundamentos+te%C3%B3ricometodol%C3%B3gicos+evaluaci%C3%B3necon%C3%B3mico-financiera+proyectos+inversi%C3%B3n)

Syz control 2020, Accesorios para tanques recuperado de :http://www.grupo-syz.com/product-category/21_accesorios-de-tanques-y-carrotanques/URL:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/53/1/CD-0020.pdf>