



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**Tema:**

---

**SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO Y ALERTA EN LOS TANQUES  
DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN  
LA PLANTA INDIQUIMICA S.A.**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**ÁREA:** Electrónica y Comunicaciones

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Tecnologías de la información y Sistemas de Control

**AUTOR:** Marco Vinicio Aucatoma Ayme

**TUTOR:** Ing. Marco Antonio Jurado Lozada Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Agosto - 2021**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO Y ALERTA EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA PLANTA INDIQUIMICA S.A., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Marco Vinicio Aucatoma Ayme, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, agosto 2021

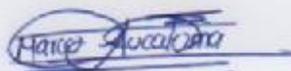
-----  
Ing. Marco Antonio Jurado Lozada

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO Y ALERTA EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA PLANTA INDIQUIMICA S.A, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2021



Marco Vinicio Aucatoma Ayme

C.C. 1804578340

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Marco Vinicio Aucatoma Ayme, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO Y ALERTA EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS TENSOACTIVOS CATIONICOS EN LA PLANTA INDIQUIMICA S.A., nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, agosto 2021

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Paulina Ayala

PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. Alexandra Lascano

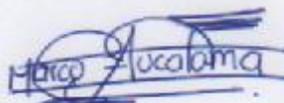
PROFESOR CALIFICADOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de nuestro Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizamos su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, agosto 2021



Marco Vinicio Aucatoma Ayme

C.C: 1804578340

AUTOR

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de titulación a mis padres César Aucatoma y Blanca Ayme, quienes me han guiado y apoyado a lo largo de todo el camino para llegar a cumplir esta meta, enseñándome el valor de las cosas y motivándome día tras día a pesar de las adversidades

Marco Vinicio Aucatoma Ayme

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia agradezco a Dios por ser el forjador de mi camino, por llenarme de sabiduría, fuerzas y salud.

A mis padres por brindarme su más sincero amor e inculcarme buenos valores, son ellos quienes me han apoyado hasta en los momentos más turbulentos.

A mi hermana Johana Aucatoma, quien con su ejemplo sentó en mi la base de responsabilidad y deseos de superación.

Finalmente, agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, especialmente al Ingeniero Marco Jurado, por haberme impartido sus conocimientos y guiado durante el desarrollo del presente proyecto.

Marco Vinicio Aucatoma Ayme

## INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLAS .....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Tema de investigación.....	3
1.2 Antecedentes investigativos .....	3
1.2.1 Contextualización del problema.....	5
1.2.2 Fundamentación teórica .....	7
La química en la Industria .....	7
Aplicación de la química en la industria.....	8
Tensoactivos .....	9
Clasificación de los tensoactivos .....	10
Aplicaciones de los tensoactivos .....	12
Proceso de elaboración de tensoactivos.....	13
Control de pH en tensoactivos.....	14
Turbidez.....	15
Punto de turbidez de los tensoactivos .....	15
Sistemas de Monitoreo.....	15
Sistemas de monitoreo industrial.....	16
Monitoreo Remoto.....	16

Interfaz de Monitoreo .....	17
Software HMI .....	18
Sistemas embebidos.....	18
Computadores de placas únicas .....	19
Raspberry Pi.....	19
Aplicaciones de la Raspberry Pi .....	20
ESP32 NodeMCU.....	21
Sensor de nivel de líquido.....	21
Sensor de pH.....	22
Sensor de nivel de turbidez.....	22
Comunicación Inalámbrica .....	23
Estándar 802.11 (Wi-Fi) .....	24
Servidor LAMP.....	25
Servidor Web .....	25
Lenguajes de programación.....	25
Lenguaje de programación PHP .....	26
Lenguaje de programación PYTHON .....	26
Lenguaje de programación HTML .....	26
Hosting y Dominio.....	27
Sistema de alerta .....	28
Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 808 “Agentes de Tensión Superficial”..	30
1.3 Objetivos.....	31
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>32</b>
2.1 Materiales.....	32
2.2 Métodos.....	33
2.2.1 Modalidad de investigación.....	33
2.2.2 Recolección de información .....	33
2.2.3 Procesamiento y análisis de datos.....	33
2.2.4 Desarrollo del proyecto.....	34
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>35</b>
3.1 Análisis y discusión de resultados.....	35
3.1.1 Desarrollo de la propuesta .....	35

Requerimientos del sistema.....	36
Diagrama en bloques del sistema de monitoreo.....	39
Estado actual de Indiquimica S.A.....	40
Estado actual de almacenamiento .....	43
Análisis de sensores para medición de variables en tensoactivos catiónicos.....	46
Análisis de tecnologías de comunicación inalámbrica para el sistema.....	53
Acondicionamiento del sistema electrónico.....	56
Diagrama de clase .....	63
Implementación del servidor externo.....	64
Creación de la base de datos externa.....	68
Diseño de la página web Indiquimica .....	71
Implementación del servidor local en la Raspberry Pi.....	77
Implementación del servidor LAMP.....	77
Creación de la base de datos local.....	81
Desarrollo de la interfaz gráfica.....	82
Implementación del prototipo de sistema electrónico.....	83
Pruebas de funcionamiento del sistema electrónico.....	89
Pruebas de conexión del sistema inalámbrico.....	89
Pruebas de funcionamiento del servidor externo .....	90
Pruebas de funcionamiento del servidor local .....	92
Pruebas de alertas.....	93
Pruebas de reportes .....	97
3.1.2 Presupuesto.....	105
CAPÍTULO IV .....	109
4.1 Conclusiones .....	109
4.2 Recomendaciones.....	110
Bibliografía .....	112
ANEXOS.....	119

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Campos de aplicación de los tensoactivos en la industria.....	13
<b>Tabla 2.</b> Variaciones del estándar 802.11. ....	25
<b>Tabla 3.</b> Agentes tensoactivos elaborado en Indiquimica S.A. ....	41
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones técnicas Procide 3x1.....	42
<b>Tabla 5.</b> Especificaciones técnicas Quat 100. ....	43
<b>Tabla 6.</b> Variables del agente Procide 3x1.....	45
<b>Tabla 7.</b> Variables del agente Quat 100. ....	46
<b>Tabla 8.</b> Instrumentos medidores de nivel. ....	47
<b>Tabla 9.</b> Comparación de características de sensores de nivel ultrasónicos. ....	48
<b>Tabla 10.</b> Comparación de características de sensores de pH.....	50
<b>Tabla 11.</b> Comparación de características de sensores de Turbidez. ....	52
<b>Tabla 12.</b> Comparación entre tecnologías de comunicación inalámbrica. ....	53
<b>Tabla 13.</b> Comparativa de características módulos ESP2866 y ESP32. ....	55
<b>Tabla 14.</b> Pares ordenados de los agentes tensoactivos catiónicos. ....	58
<b>Tabla 15.</b> Reporte global del tanque Quat 100.....	98
<b>Tabla 16.</b> Reporte local del tanque Procide 3x1.....	100
<b>Tabla 17.</b> Valores de pH para agente Procide 3x1. ....	101
<b>Tabla 18.</b> Valores de Turbidez para agente Procide 3x1.....	103
<b>Tabla 19.</b> Valores de nivel para agente Procide 3x1.....	104
<b>Tabla 20.</b> Presupuesto de diseño para el sistema. ....	106
<b>Tabla 21.</b> Presupuesto de construcción para el sistema. ....	107
<b>Tabla 22.</b> Presupuesto total para la implementación del sistema. ....	108

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ventas de las industrias químicas en el mundo en billones de euros con proyección a 2030 basado en precios al año 2010. ....	8
<b>Figura 2.</b> Estructura del sulfonato de alquilbenceno lineal. ....	10
<b>Figura 3.</b> Estructura de agente sal amonio cuaternario. ....	11
<b>Figura 4.</b> Estructura de alcohol graso etoxilado. ....	11
<b>Figura 5.</b> Estructura del carboxilato de amonio. ....	12
<b>Figura 6.</b> Interfaz Hombre-Máquina. ....	17
<b>Figura 7.</b> Componentes de nivel físico de un sistema embebido. ....	18
<b>Figura 8.</b> Componentes de nivel lógico de un sistema embebido. ....	19
<b>Figura 9.</b> Raspberry Pi 4 Modelo B. ....	20
<b>Figura 10.</b> Medidores de nivel de líquidos. ....	22
<b>Figura 11.</b> Sensor de pH. ....	22
<b>Figura 12.</b> Sensor de Turbidez óptico. ....	23
<b>Figura 13.</b> Clasificación de las redes inalámbricas. ....	23
<b>Figura 14.</b> Sistema de alerta mediante GSM. ....	28
<b>Figura 15.</b> Sistema de alerta visual mediante columna de luces. ....	29
<b>Figura 16.</b> Esquema de alarma sonora. ....	29
<b>Figura 17.</b> Tipos de agentes tensoactivos. ....	36
<b>Figura 18.</b> Magnitudes en agentes tensoactivos. ....	37
<b>Figura 19.</b> Frecuencia de pruebas a agentes tensoactivos. ....	37
<b>Figura 20.</b> Método de medición de agente tensoactivo. ....	38
<b>Figura 21.</b> Importancia de un sistema de monitoreo de agentes tensoactivos. ....	38
<b>Figura 22.</b> Diagrama en bloques del sistema electrónico. ....	40
<b>Figura 23.</b> Ubicación geográfica de la empresa “Indiquímica S.A”. ....	40
<b>Figura 24.</b> Especificaciones técnicas de los tanques de almacenamiento. ....	43
<b>Figura 25.</b> Sensor de pH E-201-C. ....	51
<b>Figura 26.</b> Simulación de la fuente de alimentación para el módulo SIM800L. ....	56
<b>Figura 27.</b> Cortocircuito del conector BNC del sensor de pH. ....	57
<b>Figura 28.</b> Medición del voltaje en el pin Po el sensor de pH. ....	57

<b>Figura 29.</b> Monitor serial con impresión de valores de voltaje y pH.....	59
<b>Figura 30.</b> Transmisor y receptor infrarrojos del sensor de turbidez.....	59
<b>Figura 31.</b> Diagrama de relación entre el voltaje y la turbidez.....	60
<b>Figura 32.</b> Monitor serial con impresión de valores de voltaje y turbidez.....	61
<b>Figura 33.</b> Características técnicas del tanque.....	62
<b>Figura 34.</b> Diagrama de clase general.....	63
<b>Figura 35.</b> Selección del dominio para la página web.....	64
<b>Figura 36.</b> Asociación del dominio con el hosting web.....	65
<b>Figura 37.</b> Cuenta de inicio del cPanel.....	65
<b>Figura 38.</b> Interfaz gráfica de cPanel.....	66
<b>Figura 39.</b> Página principal de SSL For Free.....	66
<b>Figura 40.</b> Creación del correo admin@indiquimicameter.com.....	67
<b>Figura 41.</b> Envío del correo de verificación del dominio.....	67
<b>Figura 42.</b> Certificado SSL comprimido.....	68
<b>Figura 43.</b> Detalles del certificado SSL instalado.....	68
<b>Figura 44.</b> Creación de la base de datos global.....	69
<b>Figura 45.</b> Asociación del usuario “aucatoma” con la base de datos “indiquimica”.....	69
<b>Figura 46.</b> phpMyAdmin del servidor externo.....	70
<b>Figura 47.</b> Estructura de la base de datos externa Indiquimica.....	71
<b>Figura 48.</b> Ubicación de la carpeta public_html.....	71
<b>Figura 49.</b> Conexión de la ESP32 con la base de datos global indiquimica.....	72
<b>Figura 50.</b> Publicación de valores obtenidos por los sensores en la base de datos externa.....	72
<b>Figura 51.</b> Página de inicio de sesión para acceder a la página web general.....	73
<b>Figura 52.</b> Sección de inicio de la página web Indiquimica Meter.....	74
<b>Figura 53.</b> Sección de tanques de la página web Indiquimica Meter.....	74
<b>Figura 54.</b> Sección de reportes de la página web Indiquimica Meter.....	76
<b>Figura 55.</b> Reporte externo del tanque2.....	77
<b>Figura 56.</b> Sistema operativo Raspberry Pi OS.....	77
<b>Figura 57.</b> Configuración de la IP estática de la interfaz wlan0.....	78
<b>Figura 58.</b> Archivo HTML de prueba del servidor Apache instalado.....	79

<b>Figura 59.</b> Destalles del PHP instalado.....	79
<b>Figura 60.</b> Selección del servidor web para ejecutar phpMyAdmin.....	80
<b>Figura 61.</b> Estructura de la tabla tanque1 de la base de datos local indiquimica. ....	81
<b>Figura 62.</b> Reporte local del tanque1. ....	82
<b>Figura 63.</b> Interfaz gráfica local para el monitoreo de los tanques de Indiquimica. ....	83
<b>Figura 64.</b> Diagrama para la implementación del sistema electrónico. ....	84
<b>Figura 65.</b> Circuito impreso en CNC. ....	85
<b>Figura 66.</b> Ensamble de la placa de circuito impreso con sus componentes. ....	86
<b>Figura 67.</b> Implementación de la pantalla TFT e indicadores visuales.....	86
<b>Figura 68.</b> Componentes del sistema electrónico distribuidos en el interior del case. ...	87
<b>Figura 69.</b> Implementación de los sensores de pH y turbidez en el tanque. ....	87
<b>Figura 70.</b> Implementación del sensor ultrasónico en el tanque. ....	88
<b>Figura 71.</b> Implementación completa del sistema electrónico. ....	88
<b>Figura 72.</b> Comprobación de la conexión del sistema inalámbrico a través del puerto serial del IDE de Arduino. ....	89
<b>Figura 73.</b> Verificación del almacenamiento en el servidor externo tanque 1.....	90
<b>Figura 74.</b> Verificación del almacenamiento en el servidor externo tanque 2.....	91
<b>Figura 75.</b> Monitoreo en tiempo real de los valores almacenados en el servidor externo. ....	91
<b>Figura 76.</b> Prueba de almacenamiento de la información del tanque1 en el servidor Local. ....	92
<b>Figura 77.</b> Prueba del almacenamiento de la información del tanque2 en el servidor Local. ....	93
<b>Figura 78.</b> Monitoreo de los valores almacenados en la base de datos local.....	93
<b>Figura 79.</b> Activación del sistema de visualización. ....	94
<b>Figura 80.</b> Activación del sistema con notificación por mensaje de texto del sistema activado. ....	94
<b>Figura 81.</b> Alerta lumínica cuando el nivel del tanque Procide 3x1 se encuentra casi lleno. ....	95
<b>Figura 82.</b> Alerta GSM cuando el nivel del tanque Procide 3x1 se encuentra casi lleno. ....	95

**Figura 83.** Alerta lumínica cuando el nivel del tanque Quat 100 se encuentra casi vacío. ....96

**Figura 84.** Alerta GSM cuando el tanque de Quat 100 se encuentra casi vacío. ....96

**Figura 85.** Selección del reporte Global del tanque Quat 100. ....97

**Figura 86.** Selección del reporte Local del tanque Procide 3x1.....99

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Los agentes tensoactivos catiónicos, son productos químicos fundamentales para la limpieza y desinfección de entornos contaminados por gérmenes y bacterias que causan enfermedades en las personas, por esta razón el presente proyecto de investigación se basa en el diseño de un Sistema electrónico de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la planta Indiquímica S.A de la ciudad de Ambato, el cual permite supervisar los valores de las magnitudes influyentes durante este proceso.

El proyecto en mención está compuesto por sensores instalados en el interior del depósito de almacenamiento, mismos que son encargados de la obtención de los valores de nivel, pH y turbidez, las señales receptadas son procesadas por una tarjeta inalámbrica ESP32 para posteriormente ser enviadas hasta el servidor local y externo, mismo que cumplen las funciones de Backup de información, las señales son enviadas directamente desde la tarjeta inalámbrica hasta los servidores mediante tecnología Wifi.

El monitoreo del sistema está basado en una pantalla instalada junto al depósito en donde el operador puede visualizar los valores monitoreados, además, de una página web desde donde pueden ser visualizados todos los datos, para esto se deberá ingresar las credenciales de usuario y contraseña, además de obtener reportes, las alertas están compuestas por luces instaladas en el panel de visualización local y por envío de mensaje mediante tecnología GSM hasta el número de celular del usuario definido.

**Palabras claves:** Agentes tensoactivos, monitoreo, página web, GSM.

## **ABSTRACT**

Cationic surfactants are fundamental chemical products for cleaning and disinfection of environments contaminated by germs and bacteria that cause diseases in people, for this reason this research project is based on the design of an electronic monitoring and alert system in the cationic surfactant liquid storage tanks at the Indiquimica SA plant in the city of Ambato, which allows monitoring the values of the influencing magnitudes during this process.

The project in question is composed of sensors installed inside the storage tank, which are responsible for obtaining the values, the received signals are processed by an ESP32 wireless card to later be sent to the local and external server, same that fulfill the functions of Backup of information, the signals are sent directly from the wireless card to the servers using Wifi technology. The monitoring of the system is based on a screen installed next to the tank where the operator can view the monitored values, in addition to a web page from where all the data can be viewed, for this, the user credentials and password must be entered, in addition to obtaining reports, the alerts are composed of lights installed in the local display panel and by sending a message through GSM technology to the defined user number.

**Keywords:** Surfactants, monitoring, web page, GSM.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Tema de investigación

“Sistema electrónico de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la planta Indiquímica S.A.”

### 1.2 Antecedentes investigativos

Del proceso de investigación bibliográfica llevado a cabo en diferentes repositorios digitales y bases de datos de Universidades se han encontrado proyectos afines al tema, mismos que han servido para dar sustento al proyecto de investigación propuesto, los cuales se describen con detalles a continuación:

En el artículo científico titulado “Liquid Level Monitoring System in Big Deposits”, realizado por Reinier Quiala, Fidel Hernández y Ailén Pérez, publicado en 2019 y desarrollado en el Centro de Investigación, Desarrollo y Producción “Grito de Baire - Cuba”, se construye e implementa un sistema capaz de realizar el control de nivel de líquidos en depósitos grandes, está orientado al control automático y transmisión de datos a distancia. Para el desarrollo y cumplimiento del control digital dentro del sistema requirió de un procedimiento de adquisición de datos para lo cual utilizó un microcontrolador Arduino, módulos XBee para la comunicación, una computadora personal para la visualización y alarmas tanto sonoras y luminosas en caso de fallos en el depósito de gran capacidad. [1]

En el año 2016, M. Husni, D. Siahaan, H Ciptaningtyas, H Studiawan y P. Aliarham, realizan el artículo científico titulado “Liquid volume monitoring based on ultrasonic sensor and Arduino microcontroller” desarrollado en el departamento de Informática, Facultad de Tecnología de la Información del Instituto Teknologi Sepuluh Nopember en Indonesia, se desarrolla un sistema para monitorear el volumen de líquido en el interior

de un tanque transportado por un vehículo, el objetivo es medir el volumen del líquido en cualquier condición de la carretera, de tal manera se enviará al usuario la ubicación y cantidad de líquido, esta investigación utiliza sensores ultrasónicos para controlar la altura del líquido, módulos Bluetooth para enviar datos desde los sensores hasta el dispositivo procesador, microcontrolador Arduino para calcular el volumen, módulo GPS/GPRS/GSM Shield para enviar los datos hasta el servidor y una aplicación web para visualización continua. [2]

Eduardo Leonel Guale Rodríguez, en el año 2019 presenta el proyecto titulado “Diseño e implementación de un proceso automatizado para la preparación de desinfectante en los botellones de agua”, para el desarrollo del proyecto utilizó tres tanques de acero inoxidable, electroválvulas, sensores, bomba centrífuga, variadores, pantalla HMI y un controlador del sistema PLC. El proyecto consiste en controlar el motor del tanque de mezclado de 80 litros de dióxido de cloro mediante PID, además mediante un sensor ultrasónico logra obtener el nivel de líquido presente en el tanque antes mencionado y finalmente la dosificación mediante la apertura de una electroválvula. [3]

En el año 2018, Bruno Guillermo Cassinelli Chiamulera de la Pontificia Universidad Católica de Perú previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico presenta el proyecto “Automatización de un sistema de control de concentración de cloro en un tanque pulmón de 20000 litros” en donde realiza un sistema de monitoreo y control para este tanque, analizó opciones nacionales e internacionales para la selección de los sensores tanto de nivel, concentración y dosificación. El microcontrolador utilizado fue el Arduino Mega 2560 que cumple los requerimientos del proyecto, para determinar el nivel se usa el sensor de presión absoluta MPXM2053GS, para medir la concentración el sensor elegido fue el ARCL200 de la marca Anrui y para la visualización de los niveles lo realiza mediante indicadores luminosos. [4]

En el año 2014, Méndez Robles Manuel Ángel y Erazo Silva Pablo Javier presentan el proyecto de grado titulado “Implementación de un banco de pruebas para el control de nivel de líquidos en el laboratorio de instrumentación industrial de la Facultad de Mecánica” para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, parten de la indagación

de las propiedades de los líquidos, métodos y dispositivos que permiten medir variables físicas presentes en los mismos, características de los sensores y el sistema de monitoreo. El sensor de medición seleccionado fue el ultrasónico ya que posee características que se adaptan al proceso, para la adquisición de dato se usó la tarjeta DAC USD 6008, la programación y visualización se realizó en el Software LabView. [5]

En el año 2013, Cesar Alberto Valencia Aguilar presenta el proyecto titulado “Diseño de un sistema de monitoreo del nivel de los tanques de emergencia de EMCALI TELECOMUNICACIONES”, se centra en la medición y visualización de la cantidad de líquido de los tanques ubicados en diferentes puntos de la ciudad de Santiago de Cali sin acudir personalmente hasta el sitio, para el logro proyecto se realizó una investigación minuciosa en los temas de instrumentación, adquisición de datos, tipos de comunicación y tecnología para su ejecución. Para la medición se optó por un sensor ultrasónico debido a que no mantiene contacto con el líquido, para el condicionamiento y procesamiento de la señal se utiliza un sistema con microcontrolador con GSM y para la visualización una interfaz HMI ubicada en el centro de operaciones. [6]

### **1.2.1 Contextualización del problema**

Durante las últimas décadas, los agentes de carácter tensoactivo han sido componentes fundamentales en productos de limpieza, desinfección, espumantes, antiespumantes, dispersantes, desengrasantes, decolorantes, etc. La naturaleza de sus componentes hace que sean muy útiles tanto en formulaciones comerciales como industriales. En los últimos años el uso de agentes tensoactivos se ha extendido a diversas áreas en desarrollo, siendo ente importante en aplicaciones tales como: electrónica, biotecnología, investigaciones virales, entre otras. [7]

El medio ambiente y superficies ambientales se encuentran contaminados por diversos gérmenes y bacterias, esto amerita la fabricación de sustancias capaces de dar respuesta a este problema que afecta nuestro entorno, de tal manera se mantendrá el confort en los alrededores y además evitará enfermedades en los seres humanos, pero el uso de

sustancias químicas debe ser cuidadoso ya que además de evitar enfermedades también pone en riesgo la salud de las personas que estén en contacto directo o indirecto con las mismas causando quemaduras, alergias, síndromes, diabetes, infertilidad e incluso podrían causar cáncer. [8]

Según el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social ha reportado que anualmente ascienden a 80.000 los casos atendidos por accidentes y enfermedades laborales, la principal causa es la exposición física a factores de riesgos ocupacionales durante el desempeño de sus actividades [9]. El país presenta como principales actividades económicas la agricultura, el comercio y la producción, mismas que se encuentran en tres categorías; actividades primarias con el 27.6% del PIB, actividades secundarias con el 36.1% del PIB, dentro de esta categoría se encuentra las industrias manufactureras o producción con 22.9%, la misma abarca los productos industriales ecuatorianos, tales como: textiles, plásticos, cauchos, papel, cartón, productos de metal, bebidas no alcohólicas, fármacos y productos químicos orgánicos básicos. Finalmente, las actividades económicas terciarias que representa el 57.5% del producto interno bruto. [9]

Según el boletín técnico N° 01-2020-IPI-M del INEC indica que la fabricación de productos químicos orgánicos básicos ha tenido una variación anual positiva del 31.20%, lo que indica un aumento dentro de su producción. Las industrias manufactureras o de producción ocupan el segundo puesto entre las que presentan accidentes o enfermedades laborales debido a que se encuentra relacionada directamente con la manipulación de maquinarias industriales eléctricas o contacto con productos químicos de alta concentración. [10]

La producción de agentes tensoactivos catiónicos; productos químicos industriales y de limpieza contribuyen al mejoramiento de elaboración de productos en líneas industriales, así como también forman parte importante en el ámbito de aseo, limpieza y desinfección. La actual necesidad que presenta la empresa es un factor significativo que conlleva a implementar un sistema electrónico de monitoreo y alerta en dos tanques de almacenamiento de agentes tensoactivos catiónicos, indispensable para brindar eficiencia

y seguridad física en los operadores del proceso además de ofrecer garantía en los productos.

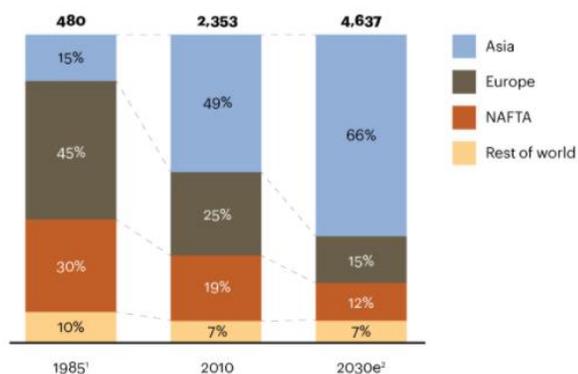
Mediante el desarrollo del presente los beneficiarios componen el conjunto de personas tales como: gerente, trabajadores y clientes, mismos que forman parte fundamental de la planta Indiquímica S.A ya que con el sistema de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de agentes tensoactivos catiónicos se prometerá eficiencia y seguridad en los procesos de trabajo. Así mismo los clientes se beneficiarán al recibir un producto confiable y de alta calidad para ser empleado según su aplicación.

### **1.2.2 Fundamentación teórica**

#### **La química en la Industria**

La química en la industria ha tenido una gran evolución y crecimiento desde los últimos años del siglo XIX, este desarrollo se asentó principalmente en la industria petrolera y sus derivados. A finales del siglo XX se desarrolló otro tipo de industrias importantes en la actualidad, tales como: industrias de producción farmacéutica, agroquímica, producción de polímeros, materiales semiconductores e incluso la nanotecnología que está basada en la química. [11]

Las ventas de la industria química en el mundo en los años 1985 y 2010, además de su tendencia para el año 2030 se exponen en la figura 1, en la cual se indica que para el año 2030 el continente Asiático liderará en cuanto a fabricación y ventas de productos químicos con un aumento de hasta el 66%, mientras tanto que Europa presentará el 15%, El Tratado de libre comercio Americano (NAFTA) con el 12% y el resto del mundo producirá y venderá productos químicos en bajas cantidades con un total del 7%. [12]



**Figura 1.** Ventas de las industrias químicas en el mundo en billones de euros con proyección a 2030 basado en precios al año 2010. [12]

### Aplicación de la química en la industria

Tras su origen, la industria química se basó principalmente en productos inorgánicos, tales como: azufre y sal, y productos orgánicos basados en la fermentación de productos agrícolas, tales como: etanol, glicerina, acetona, vinagre, butanol, entre otros. De tal manera la química orgánica es la más empleada en la actualidad y los sectores de aplicación de detallan a continuación en: [13], [14]

**Industria petroquímica básica.** - La industria petroquímica, además de combustibles proporciona componentes químicos orgánicos, tales como: benceno, metano, etileno, propeno y xilenos, mismos que son materias primas básicas para la industria de productos intermediarios en la formulación de productos químicos secundarios.

**Industria de agentes tensoactivos.** - La industria de los agentes tensoactivos es un sector intermediario, ya que consume materias primas petroquímicas para elaborar otros productos químicos denominados tensoactivos, especialmente los detergentes, preparación de emulsiones, bactericidas, plaguicidas, separación de minerales por flotación, productos farmacéuticos, disolventes, desinfectantes, entre otros.

**Industria farmacéutica.** - La industria farmacéutica es el sector con mayor valor añadido ya que presenta gran diversidad de productos como: antibióticos, antiparasitarios, hormonas, vitaminas, enzimas, sulfamidas, analgésicos, anestésicos, entre otros.

**Industria agroquímica.** - La industria agroquímica, consiste en productos biocidas y pesticidas, son formados a partir de productos químicos muy tóxicos, teratógenos y cancerígenos por lo que algunos de los mismos se han retirado del mercado, con el fin del salvar las cosechas en la actualidad se han desarrollado nuevos métodos de producción a partir de agentes orgánicos biodegradables.

**Industria plástica.** - La industria de los plásticos, es el sector de mayor uso de productos petroquímicos, en la elaboración de cauchos, adhesivos, elastómeros, fibras sintéticas, resinas y plásticos propiamente dichos.

**Industria de los colorantes.** - La industria de los colorantes está ligada con la industria de los polímeros ya que debido a la producción de nuevas fibras habrá que producir nuevos colorantes y pigmentos.

**Industria Textil.** - En la industria textil, el desarrollo de productos químicos ha sido vital para la elaboración de tejidos y telas de alta calidad, la mayoría de productos se lleva a los tejidos a través del agua.

**Industria de los disolventes.** - La industria de los disolventes es muy esencial en la elaboración de pinturas, barnices, lacas y pigmentos, además se aplican como agentes de limpieza de materiales poliméricos.

**Industria alimentaria.** - En la industria alimentaria, debido a la elaboración de productos y suplementos se utiliza químicos aditivos, en productos como: harinas, enlatados, golosinas, alimentos procesados que contienen edulcorantes, colorantes y saborizantes artificiales, antibacterianos, entre otros.

### **Tensoactivos**

Los tensoactivos son agentes orgánicos que influyen por medio de la tensión superficial existente en una sustancia líquida, generalmente reciben el nombre de agentes de superficie de contacto, gracias a la naturaleza heterogénea de sus componentes son el ente más importante en un grupo amplio de compuestos químicos, poseen propiedades emulsionantes, desengrasantes, espumantes, decolorantes, desinfectantes,

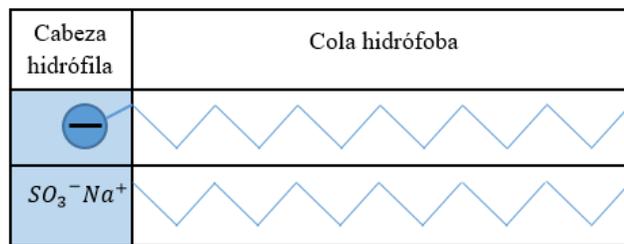
antiespumantes, detergentes y humectantes. Los componentes tensoactivos permiten disolver sustancias insolubles en el agua tales como aceites y grasas.

### Clasificación de los tensoactivos

Los agentes tensoactivos se clasifican de acuerdo al poder de disociación en el agua o algún disolvente polar, además de sus propiedades fisicoquímicas y se tienen los siguientes tipos:

#### Tensoactivos Aniónicos

Los tensoactivos aniónicos se caracterizan por poseer uno o varios grupos funcionales que se ionizan en disolución acuosa, su extremo polar se encuentra cargado negativamente como se muestra en la figura 2, mismo extremo que es el encargado y responsable de la actividad superficial. Poseen buenas características de detergencia por lo que se consideran componentes primarios en productos de limpieza. Los cationes ligados a los grupos aniónicos son sodio y potasio mismos que permiten ser solubles en agua, y el magnesio, calcio y bario permiten la disolución con el aceite. En este tipo de tensoactivos se encuentran el carboxilato, sulfonato, sulfato y fosfato. [7]



**Figura 2.** Estructura del sulfonato de alquilbenceno lineal.

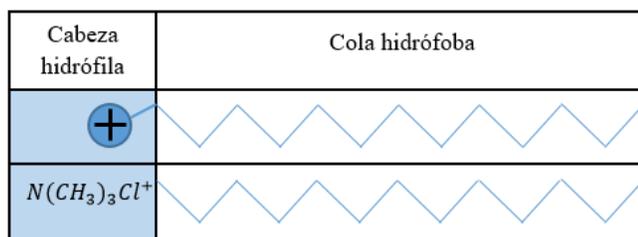
Elaborado por: Investigador, basado en [15]

#### Tensoactivos Catiónicos

Los tensoactivos catiónicos son aquellos cuyo grupo o extremo polar que está cargado positivamente en disolución, como se indica en la figura 3, mismo que se responsabiliza de la actividad superficial. Este grupo es considerado como el peor detergente, pero presenta características especiales que los convierte en excelente antimicrobianos. La

elaboración de tensoactivos catiónicos presenta un costo muy elevado debido al tipo y número de reacciones para su síntesis, la mayoría son compuestos nitrogenados de tipo sal de amina grasa o de amonio cuaternario.

Las aminas y compuestos cuaternarios inhiben el desarrollo y crecimiento de organismos tales como bacterias y algas, debido a que presentan propiedades bactericidas, plaguicidas y antisépticas. Gracias a su característica bactericida se usa como desinfectante, útiles para esterilizar material sanitario, piscinas, hospitales, utilería de medicina, granjas avícolas, además se emplean como suavizantes de telas y tejidos durante el proceso de elaboración de prendas de vestir. [16], [17]

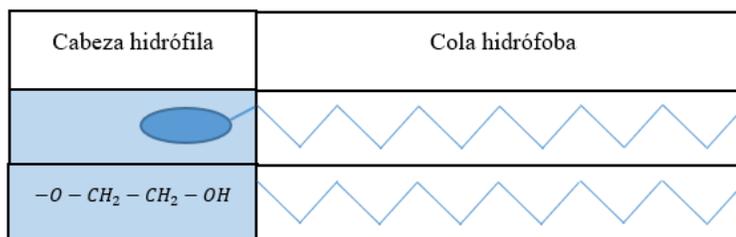


**Figura 3.** Estructura de agente sal amonio cuaternario.

Elaborado por: Investigador, basado en [15]

### Tensoactivos No iónicos

Los tensoactivos no iónicos no producen iones en su disolución, es decir carecen de carga cuando se disuelven en agua, como se indica en la figura 4. Los grupos funcionales de este tipo de tensoactivos poseen alta compatibilidad con el agua, por ejemplo, alcohol, fenol, amida o éter. [7]

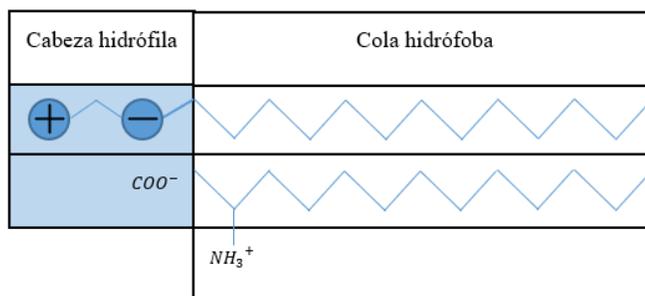


**Figura 4.** Estructura de alcohol graso etoxilado.

Elaborado por: Investigador, basado en [15]

## Tensoactivos Anfotéricos

Los tensoactivos anfotéricos se caracterizan por presentar dos grupos funcionales, uno aniónico y otro catiónico, por lo tanto, las moléculas de este grupo presentan una carga positiva y otra negativa, como se indica en la figura 5. El comportamiento de este grupo de tensoactivos depende del pH de la solución, los tensoactivos con pH próximos a 7 presentan bajo poder de irritabilidad cutánea y alta formación de espuma por lo que es ampliamente usando en la elaboración de jabones de platos. [15]



**Figura 5.** Estructura del carboxilato de amonio.

Elaborado por: Investigador, basado en [15]

## Aplicaciones de los tensoactivos

Las aplicaciones de los tensoactivos son muy extensas, gracias a las propiedades físico-químicas que presentan los mismos aportan en un amplio rango de funcionalidades. Los tensoactivos comprenden una amplia familia de productos utilizados en multitud de aplicaciones: elaboración de detergentes, productos cosméticos, productos para tratamiento de prendas textiles, productos de tratamiento para fibras, productos aditivos para lubricantes, productos de desinfección y saneamiento, pinturas, recubrimientos, productos para el sector agroquímico, productos para tratamiento de agua, aditivos para productos de extracción de petróleo o cualquier mineral, productos dispersantes en la industria de papel, emulsionantes en productos farmacéuticos, etc.

En la tabla 1 se expone varias aplicaciones de tensoactivos utilizados en campos industriales.

**Tabla 1.** Campos de aplicación de los tensoactivos en la industria.

Industria/Tensoactivos	Aplicación
<b>ALIMENTARIA</b> Acilglicoles, Esteres de sorbitano, Alquilsulfatos	Emulsionantes, humectantes, antiespumantes
<b>CURTIDOS</b> Alquilsulfatos, Alquilnaftalensulfonatos, Nonilfenoles polietoxilados, Alcoholes grasos polietoxilados, Monoesteres de ácidos grasos sulfatados	Penetración de humedad, desengrase, curtición, tintura, engrase
<b>PINTURAS</b> Dialquilsulfosuccinato sódico, Alcoholes grasos polietoxilados, Aminas polietoxiladas	Modificadores de fluidez, disolución de pigmentos, emulsionantes de resinas
<b>COSMETICOS</b> Esteres de poliglicol, Óxidos de amina, Alcoholes grasos polietoxilados	Solubilizante de perfumes, champús, cremas cosméticas, jabón de tocador, geles
<b>AGRICULTURA</b> Alquilbenceno sulfonatos, Esteres fosfatados, Poliglicoles, Aceites sulfatados	Plaguicidas, herbicidas, emulsiones oleosas, humectación y dispersión

Elaborado por: Investigador, basado en [17]

### Proceso de elaboración de tensoactivos

El proceso de elaboración de tensoactivos básicamente está compuesto por cuatro fases o etapas que se describen a continuación [18]:

- 1. Dosificación de componentes.** - La etapa de dosificación de componentes consiste en el pesado y medición de componentes primarios en su estado más puro para ser añadidos a la solución, la cantidad depende del grado de concentración y volumen de preparación.
- 2. Mezclado.** - El mezclado de componentes es una etapa que consiste en fusionar los elementos que forman la solución, los componentes principales en esta etapa se denominan soluto y solvente, este último es el componente que presenta mayor cantidad. Según las unidades físicas de concentración se añaden gramos de soluto en

mayor cantidad de solvente siendo esta última agua destilada u otro. Para la preparación en grandes cantidades se utiliza una mezcladora o a veces llamado reactor en la que se añaden los componentes durante un tiempo hasta tener una mezcla homogénea.

3. **Almacenamiento.** - La etapa de almacenamiento consiste en el reposo temporal de las soluciones preparadas en grandes cantidades hasta llegar a su fase final. En esta etapa se realiza el monitoreo mediante el muestreo del producto para realizar el análisis de laboratorio con el fin de determinar la calidad del producto antes de ser distribuido para su consumo.
4. **Envasado.** - El envasado es la etapa final de elaboración, consta en transferir el producto líquido o granulado desde los depósitos de reposo hasta sus envases para ser distribuidos para su uso por personas sin ningún riesgo. Entre los aspectos influyentes del contenedor final está el tipo de material, transparencia, color y su forma. El envase debe acoplarse al producto ofreciendo garantía en sus propiedades y estabilidad del sistema, por ejemplo, existen productos que no pueden estar en contacto con la luz, por lo que es necesario almacenarlo en envases opacos de polietileno. [19]

### **Control de pH en tensoactivos**

El control de pH (potencial de hidrógeno) en los productos tensoactivos es de suma importancia, esta variable ofrece calidad, funcionalidad, salud y estabilidad del sistema detergente, el pH de los tensoactivos varía según su aplicación, de tal manera se sitúa en el rango de 4 hasta 12, esta variable es la encargada de ofrecer el correcto desempeño del producto para determinada aplicación. Generalmente el pH de los productos limpiadores son ácidos, los productos surfactantes que entran en contacto con la piel humana tiene un pH en el rango de 6.5 hasta 7.5 con el propósito de evitar infecciones en la piel. [19]

Los tensoactivos presentan valores de pH distanciados de su neutralidad debido a las condiciones y procesos de obtención, por lo que es necesario ajustar pH para cada producto dentro de sus especificaciones. Los tensoactivos aniónicos se caracterizan por

presentar un pH básico al igual que los agentes de tipos anfotéricos, los tensoactivos no iónicos presentan un pH menos extremista debido a su naturaleza. Las sustancias usadas para ajustar el nivel de pH en los tensoactivos se componen de ácidos y bases, de tal manera se ofrece la estabilidad del sistema. [19]

### **Turbidez**

La turbidez, es la representación de la transparencia de un medio líquido, la interferencia de rayos luminosos se debe a la presencia de partículas en suspensión, a medida que aumenta la presencia de partículas en suspensión, mayor es el grado de turbidez que presenta el líquido. [20]

### **Punto de turbidez de los tensoactivos**

El punto de turbidez de una solución acuosa es un fenómeno que depende de la estructura del surfactante. Las soluciones tienden a presentar un comportamiento complejo que incluye la separación de fases líquido-líquido a una determinada temperatura, es decir el cambio de temperatura exhibe este fenómeno dentro de la concentración del surfactante provocando inestabilidad, también puede ser causado por sedimentos propios de los agentes tensoactivos. El fenómeno de turbidez provoca la deshidratación en la parte hidrofílica de la micela. Conocer el valor de turbidez es importante para determinar la estabilidad del agente tensoactivo en almacenamiento, el valor de turbidez depende de la estructura de tensoactivo y de la presencia de aditivos. [21]

### **Sistemas de Monitoreo**

Los sistemas de monitoreo constan de métodos de recolección, procesamiento y análisis de información, mismos que están destinados a identificar de manera sistemática la calidad de desempeño de un sistema, subsistema o proceso mediante información obtenida de su entorno, a efecto de introducir los cambios pertinentes y oportunos para el logro de sus resultados [22], [23].

### **Sistemas de monitoreo industrial**

Los sistemas de monitoreo industrial tienen como objetivo supervisar y controlar los ambientes y procesos industriales, mediante la interacción de equipos, sensores, ordenadores e interfaces, mismos que en conjunto dan paso a la recopilación de datos y su procesamiento para la toma de decisiones. [24]

En las plantas industriales la toma de decisiones de manera acertada y oportuna es un gran desafío, por lo que se requiere de sistemas tecnológicos capaces de supervisar, controlar y monitorear sus procesos. La aplicación de la IOT ofrece una mejor gestión dentro de los procesos mediante la utilización de dispositivos electrónicos como: celulares inteligentes, tabletas, computadoras, entre otros, lo cual permite supervisar la planta desde cualquier lugar y dispositivo en tiempo real asegurando la continuidad operacional y seguridad en la planta. El uso de dispositivos inteligentes conjuntamente con los sistemas inalámbricos facilita en envío de información hasta servidores para su fácil administración. [24]

A continuación, se exponen las etapas de monitorización en la industria:

**Adquisición y registro de datos.** - La adquisición y registro de datos es el proceso de digitalización de la información o datos para que posteriormente pueda analizarse, almacenarse y visualizarse mediante alguna interfaz. El sistema de adquisición cuenta con dispositivos como: sensores, acondicionamiento de señales y convertidor análogo/digital (ADC). [25]

**Representación del proceso.** - La representación del proceso es el elemento más importante dentro de los sistemas de monitoreo, se ajusta a la identificación y representación gráfica de los procesos, la representación conjuntamente con la interactividad se conoce como Interfaz gráfica de operador o más conocida como Interface Hombre-Máquina. [26]

### **Monitoreo Remoto**

El monitoreo remoto es un método que permite a las personas visualizar datos e información de alguna magnitud física desde cualquier lugar y dispositivo, la aplicación

de este método es ideal en situaciones con condiciones ambientales peligrosas en donde una persona es la encargada de acudir a la fuente para obtener los resultados. El monitoreo remoto en combinación con el monitoreo celular o inalámbrico puede alertar cuando las condiciones o estados de un sistema han cambiado. [27]

### **Interfaz de Monitoreo**

Una interfaz de monitoreo es la cara visible de un sistema constituyendo el medio de comunicación entre los actores del proceso interactivo, mismos actores que son los hombres y los ordenadores/máquinas. Los avances en las tecnologías de recolección y comunicación de datos han impactado de forma que los operadores pueden interactuar con los sistemas de monitoreo y control. La interfaz de monitoreo es una interfaz de usuario realizada mediante programas informáticos en algún dispositivo y comúnmente se llama interfaz gráfica de usuario. [28]

### **Interfaz HMI**

La interfaz HMI, es una un sistema interactivo que permite al usuario comunicarse con una máquina, software o sistema, regularmente estos sistemas consisten en paneles con indicadores digitales y análogos, mayormente se emplea en entornos industriales para la visualización de datos operativos en tiempo real permitiendo al usuario supervisar operaciones de una planta y controlar equipos o procesos [29]. En la figura 6 se expone la pantalla de operador HMI, misma que es el elemento de comunicación entre el operador y un proceso de monitoreo y/o control. [30]



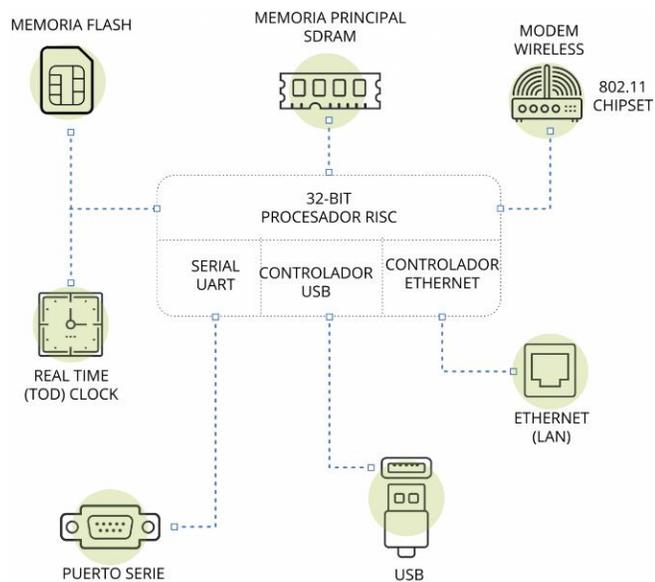
**Figura 6.** Interfaz Hombre-Máquina. [30]

## Software HMI

El software HMI permite funciones como: Interfase gráfica para ver el proceso e interactuar con él, llevar registro en tiempo real de datos y manejo de alarmas. La primera función antes mencionada es propia de HMI, pero los proveedores incluyen muchas más herramientas en el paquete. El software HMI tiene la capacidad de comunicarse directamente con los dispositivos externos dentro del proceso o ya sea mediante algún software especializado para este tipo de comunicaciones. Para la configuración del software en un ordenador es necesario de una herramienta que permita su diseño o desarrollo, posteriormente la misma será ejecutada y quedará activa desde el ordenador ejecutado. [29]

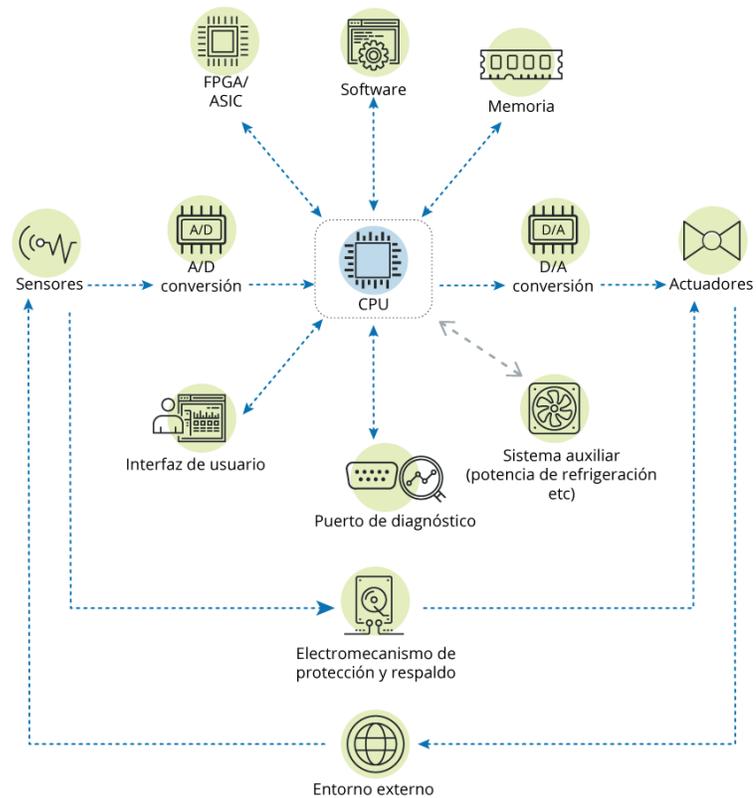
## Sistemas embebidos

Los sistemas embebidos, son sistemas electrónicos diseñados para realizar funciones específicas en tiempo real, en un sistema embebido todos los componentes se encuentran comprendidos dentro de una placa base, en la figura 7 se muestra los componentes del nivel físico de un sistema embebido. En el diseño de un sistema embebido es importante considerar la optimización de soluciones en hardware y software, optimización en consumo de energía, reducción de memoria, utilización de sistemas de comunicación modernos y compatibilidad con dispositivos autónomos e inteligentes. [31], [32]



**Figura 7.** Componentes de nivel físico de un sistema embebido. [33]

Además de componentes de nivel físico, los sistemas embebidos presentan componentes de nivel lógico, lo cual los convierte en equipos completamente funcionales, en la figura 8 se muestra los componentes de nivel físico de un sistema embebido.



**Figura 8.** Componentes de nivel lógico de un sistema embebido. [33]

### Computadores de placas únicas

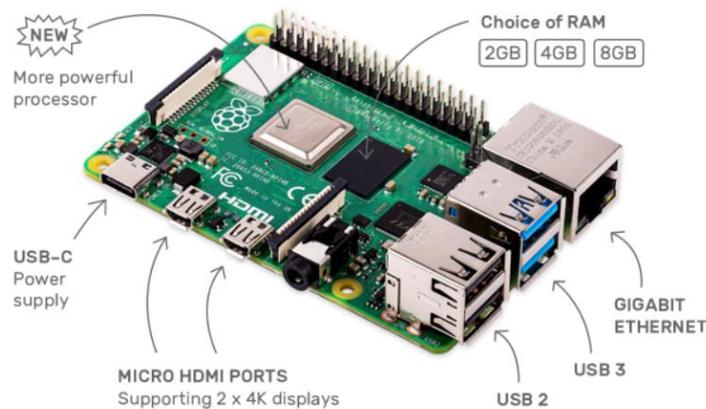
Un computador de placa única es aquel que está comprendido en un solo circuito y conocido como SBC (single board computer), su auge se debe a que está orientado al mercado IOT (Internet de las cosas) y es considerada como componente de hardware esencial para dicho mercado. Se considera como un sistema embebido gracias a su integración directa con la tecnología y orientación a diversas aplicaciones. [34]

### Raspberry Pi

Raspberry Pi es una computadora de placa única (SBC) de tamaño reducido, desarrollado en 2011 por la fundación Raspberry, está formada por una sola placa que soporta varios

componentes necesarios en un computador común. Su desarrollo fue enfocado a la enseñanza de la informática en las escuelas ya que tiene similitud en comportamiento con un ordenador común, además con la idea de conseguir un ordenador barato y portable que permita a los niños usarlo sin miedo, de tal manera aprovechar el poder de la computación y tecnologías digitales. [35]

El último modelo desarrollado y que está presente en el mercado es la Raspberry Pi 4 modelo B, a diferencia de los modelos antiguos ofrece mejores características y el usuario puede elegir la versión según las necesidades. En la figura 9 se presenta las partes que componen la placa más actual desarrollada por la fundación Raspberry, la Raspberry Pi 4 modelo B.



**Figura 9.** Raspberry Pi 4 Modelo B. [35]

### **Aplicaciones de la Raspberry Pi**

Entre las aplicaciones de Raspberry Pi más importantes se pueden mencionar las siguientes:

- IoT (Internet de las cosas)
- Domótica
- Robótica
- Sistemas de Seguridad

- Servidores web de alojamiento

### **ESP32 NodeMCU**

La placa NodeMCU-32 es una herramienta que integra en una sola placa el SoM ESP-WROOM-32 que tiene como base el SoC ESP32, fue creada por Espressif Systems como un sistema de bajo costo y bajo consumo. ESP32 es un MCU rico en funciones con WiFi integrado y conectividad Bluetooth, presenta un diseño robusto capaz de funcionar confiablemente en entornos industriales, diseñado para dispositivos móviles, dispositivos electrónicos y aplicaciones de IoT (Internet de las cosas), el consumo de energía es ultra bajo con una combinación de varios tipos de software patentados, este módulo incluye características de vanguardia como la resolución de sincronización de reloj fina, varios modos de potencia y escalado dinámico de potencia. ESP32 puede funcionar como un sistema independiente o como esclavo de otra MCU, además tiene la capacidad de interactuar con otros sistemas mediante sus interfaces SPI/SDIO O I2C/UART. [36]

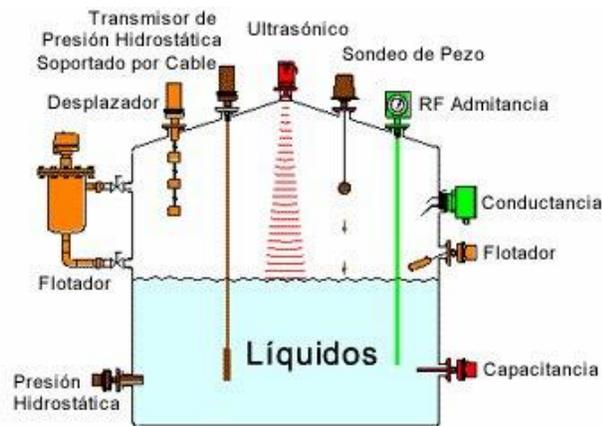
### **Sensores**

Los sensores son dispositivos capaces de registrar de forma directa, continua y reversible un parámetro físico o la concentración de una especie química, existen sensores con principios físicos, químicos y ópticos. [37]

A continuación, se describen diferentes tipos de sensores:

#### **Sensor de nivel de líquido**

El sensor de nivel de líquido es un dispositivo electrónico que se emplea para medición continua de niveles de medios líquidos, los modos de medición pueden ser directo e indirecto dependiendo del tipo de medio líquido, el modo directo radica en medir mediante contacto directo del sensor con el producto, mientras que el modo indirecto consiste en medir el nivel a partir de otros efectos producidos tal como la variación de la cantidad de líquido almacenado. Según su tipo se tiene sensores por flotador, capacitancia, presión hidrostática, burbujeo, conductancia, admitancia, ultrasónico, desplazador y de peso, el modo de aplicación se muestra en la figura 10. [38], [39]



**Figura 10.** Medidores de nivel de líquidos. [40]

### Sensor de pH

El sensor de pH (Potencial de hidrógeno) es un dispositivo electrónico capaz de medir la acidez o alcalinidad de una solución, sus valores de medición están en el rango de 0 a 14 siendo 7 el punto neutro. Cuando el valor de pH se encuentra por debajo del punto neutro las soluciones tienden a ser ácidas, mientras que cuando sobrepasa el mismo punto las soluciones se consideran alcalinas. Este tipo de sensores son utilizados para determinar la calidad de soluciones. [41]

En la figura 11 se indica la sonda capaz de medir el pH de soluciones líquidas.



**Figura 11.** Sensor de pH. [41]

### Sensor de nivel de turbidez

El sensor de turbidez detecta la luz dispersada por las partículas en suspensión a partir de la transmitancia de la luz y la frecuencia que modifica la cantidad de sólidos suspendidos totales (SST) en componentes líquidos generando un voltaje proporcional a los sólidos en

suspensión. Este tipo de sensores presentan modos de salida tanto analógicos y digitales [42]. Según sus características son utilizados para medir calidad del agua, aguas residuales, alimentos, bebidas, productos químicos, energía, etc. [43]

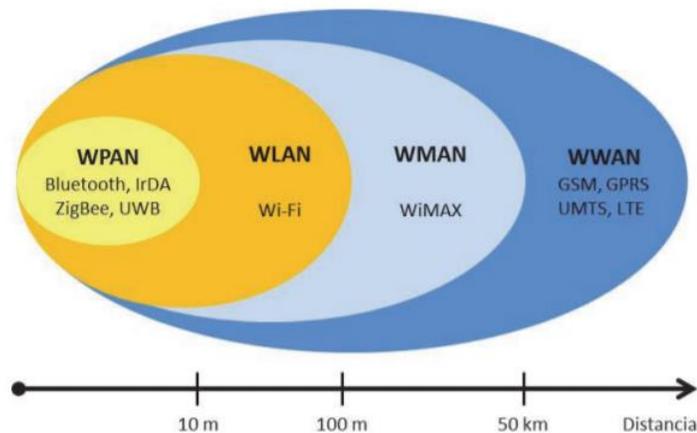
Los medidores se llaman nefelómetros o turbidímetros y son sensores ópticos como se muestra en la figura 12.



**Figura 12.** Sensor de Turbidez óptico.

### **Comunicación Inalámbrica**

La comunicación inalámbrica es un conjunto de ordenadores o dispositivos comunicados entre sí sin el uso de medios de interconexión físicos, básicamente usan ondas de radio para conectar los dispositivos remotamente que van desde metros hasta kilómetros de distancia. Las tecnologías de comunicación inalámbrica difieren el alcance, la velocidad y la frecuencia de transmisión. En la figura 13 se ilustra la clasificación de las tecnologías inalámbricas según su alcance. [44]



**Figura 13.** Clasificación de las redes inalámbricas. [44].

- Las redes inalámbricas de área personal WPAN, abarcan tecnologías como Bluetooth, ZigBee, IrDA y UWB, se caracterizan por la transmisión de datos a bajas velocidades y entre distancias cortas hasta de 10 metros. [44]
- Las redes de área local inalámbrica WLAN, permite la comunicación entre sistemas inalámbricos de hasta 100 metros de distancia, abarca la tecnología Wi-Fi lo cual permite que los usuarios posean una amplia movilidad. [44]
- Las redes inalámbricas de área metropolitana WMAN, se caracterizan por su alta velocidad de transmisión de datos a distancias de hasta 50 kilómetros, se denominan WiMAX y es una tecnología de comunicación inalámbrica con arquitectura punto-multipunto. [44]
- Redes inalámbricas de área amplia WWAN, se caracterizan por abarcar grandes áreas de cobertura, permite la comunicación entre regiones y países, su aplicación obliga al uso de frecuencias con licencia. Las principales tecnologías de este tipo de redes son la telefonía móvil y los satélites. [44]

### **Estándar 802.11 (Wi-Fi)**

El estándar IEEE 802.11 (WiFi), es un estándar inalámbrico dedicado netamente a la serie de tecnologías WLAN. Wi-Fi (Fidelidad inalámbrica) es un estándar que permite conectividad inalámbrica entre dispositivos compatibles con la familia de serie 802.11. Las velocidades en las redes WLAN dependen de la distancia entre los equipos de interconexión, en la práctica los equipos que admiten este estándar son: ordenadores de escritorio, ordenadores portátiles, dispositivos móviles, asistentes digitales personales u otro dispositivo que presente características de conexión de alta velocidad en un radio de 20 a 50 metros desde el punto de acceso o inclusive radio de más de cien metros en línea de vista sin obstrucciones. [45]

En la tabla 2 se ilustra las modificaciones del estándar 802.11.

**Tabla 2.** Variaciones del estándar 802.11.

<b>Estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Ancho de banda</b>	<b>Modulación</b>
<b>802.11a</b>	5 GHz	54 Mbps	22 MHz	BPSK a 256 QAM
<b>802.11b</b>	2.4 GHz	11Mbps	21 MHz	BPSK a 256 QAM
<b>802.11g</b>	2.4 GHz	54 Mbps	23 MHz	BPSK a 256 QAM
<b>802.11n</b>	2.4 y 5 GHz	600 Mbps	24-40 MHz	BPSK a 256 QAM
<b>802.11ac</b>	5 GHz	3.46 Gbps	20,40,80,160 MHz	BPSK a 256 QAM

Elaborado por: Investigador, basado en [45].

### **Servidor LAMP**

El Servidor LAMP es un sistema de infraestructura de internet que posibilita la creación de sitios web, aplicaciones, test de páginas estáticas y dinámicas, entre otras. La combinación de las tecnologías Linux, Apache y MySQL representa un conjunto de soluciones que soportan servidores de gestión de datos, almacenamiento y aplicaciones. [46]

### **Servidor Web**

El servidor web o HTTP es uno de los entes más importantes en internet ya que es el encargado de procesar la página en el lado del servidor y devolver el contenido a los usuarios, el proceso de despacho de información desde el servidor hasta el usuario es muy complejo y se puede lograr gracias a los programas informáticos. Entre los servidores web más reconocidos e importantes se encuentran: Apache, Nginx y LiteSpeed o IIS. [47]

### **Lenguajes de programación**

Los lenguajes de programación son herramientas que permiten el desarrollo de software y programas para ordenadores, principalmente son empleados para definir y administrar el comportamiento físico y lógico de un dispositivo mediante la implementación de algoritmos de comunicación entre los humanos y ordenadores. [48]

## **Lenguaje de programación PHP**

El lenguaje de programación PHP frecuentemente es empleado para el desarrollo de contenidos en sitios web, PHP es el acrónimo de hypertext pre-processor y se considera un lenguaje de alto nivel, este lenguaje de programación forma parte de procesos integrados en páginas HTML e incluso permite la creación de aplicaciones que incluyen interfaz gráfica, librerías Qt o GTK+. [48]

PHP es un lenguaje gratuito y multiplataforma con acceso a una variedad de tipos de bases de datos, además presenta características importantes:

- **Velocidad.** – La velocidad de ejecución del lenguaje PHP es extremadamente rápida, no genera retrasos por lo cual el sistema no necesita de grandes recursos.
- **Estabilidad.** – La estabilidad que presenta el lenguaje PHP se da gracias al uso de su propio sistema de administración de recursos, mismo que es robusto y estable.
- **Seguridad.** - La seguridad del lenguaje PHP es manejada por distintos niveles de seguridad y pueden ser configurados desde un archivo .ini.
- **Simplicidad.** – La simplicidad que muestra el lenguaje PHP permite que usuarios sin amplia experiencia en programación o poco entendidos en lenguaje C y C++ puedan aprender rápidamente.

## **Lenguaje de programación PYTHON**

El lenguaje de programación Python es potente y de alto nivel, pero fácil de comprender, su estructura de datos es de alto nivel eficiente y efectivo en sistemas de programación orientados a objetos, la excelente sintaxis y tipado dinámico lo convierte en un lenguaje ideal para scripting y desarrollo de aplicaciones en muchas áreas y mayoría de plataformas. [49]

## **Lenguaje de programación HTML**

El lenguaje de programación HTML, es un lenguaje que permite describir texto de forma estructurada y agradable, generalmente HTML es el lenguaje utilizado para escribir páginas web. [50]

Presenta las siguientes características

- Es sencillo
- No tiene variables
- Lenguaje interpretado
- No se compila
- Las instrucciones se llaman marcas

La característica más importante de HTML es el hipertexto, las páginas web no son elementos aislados, sino más bien estas páginas están unidas a otras mediante un enlace o link de hipertexto, gracias a esto se puede acceder desde un sitio web hacia otro únicamente pinchando sobre los enlaces activos. Además, HTML es un lenguaje transferible, lo que quiere decir que las páginas se pueden observar a través de cualquier sistema operativo. [50]

### **Hosting y Dominio**

Hosting es una herramienta que permite colgar sitios web o aplicaciones a través de internet, para adquirir el servicio de hosting se alquila un espacio en el servidor de hosting en donde se puede subir y almacenar datos y archivos. El servicio de hosting está sobre un ordenador físico que trabaja ininterrumpidamente, es administrado por los proveedores brindando seguridad y disponibilidad del contenido. [51]

Además, se necesita un nombre de dominio para una web, lo cual es el derecho a usar específicamente un nombre específico en internet, cuando se ingrese el nombre de dominio en la barra de direcciones de cualquier navegador web, el servidor es el encargado de transferir los archivos para atender a la solicitud y muestra el contenido específico o relacionado. [51]

### **Sistema de alerta**

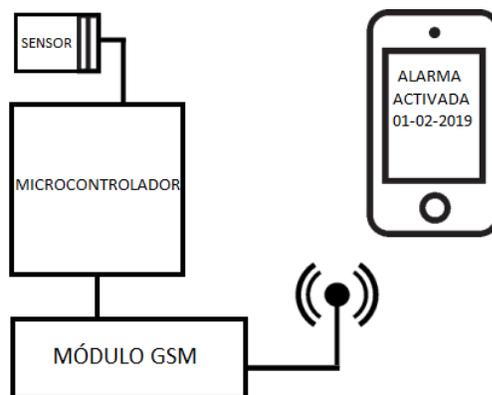
Un sistema de alerta es el conjunto de capacidades, procedimientos e instrumentos a través de los cuales se puede generar y difundir información de alerta de manera oportuna, a través de este sistema se monitorea una amenaza o evento adverso sobre acciones o posibles efectos, su importancia radica en que permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza información que permite tomar acciones oportunas.

Los sistemas de alerta son aplicables ante eventos naturales o aquellos provocados por la actividad humana cuyas características permiten su vigilancia y monitoreo en tiempo real. Uno de los sistemas de alerta más comunes es el sistema automatizado, se basa en la observación y monitoreo mediante el uso de dispositivos tecnológicos como sensores e indicadores. [52]

Algunos mecanismos de alerta se describen a continuación:

### **Sistema de alerta mediante GSM**

El sistema de alerta mediante GSM permite notificar al usuario sobre un evento mediante un mensaje de texto a un teléfono celular, la implementación de un sistema de alerta a través de GSM consiste en un prototipo que está compuesto por un módulo GSM que en respuesta a la programación del microcontrolador establece señales de respuesta para ser enviadas por mensaje de texto hasta un número de celular predeterminado como se indica en la figura 14. [53]

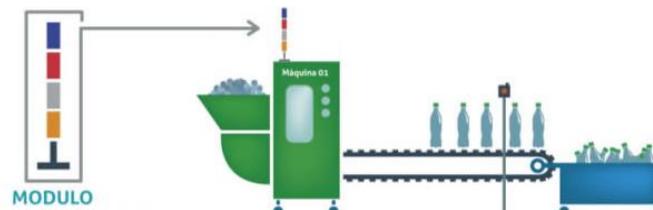


**Figura 14.** Sistema de alerta mediante GSM.

Elaborado por: Investigador

### Sistema de alerta visual

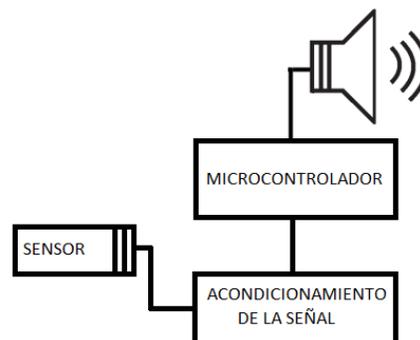
El sistema de alerta visual consiste en informar al usuario sobre problemas o posibles anomalías en un proceso, máquina o departamento mediante indicadores o signos visuales tales como pantallas de visualización de variables de proceso y columnas de luces de diferentes colores como se indica en la figura 15, este sistema de alerta permite la toma de decisiones a tiempo dentro del entorno del problema, así como el incremento en el rendimiento del proceso y reducción de pérdidas de tiempo. [54]



**Figura 15.** Sistema de alerta visual mediante columna de luces. [54]

### Sistema de alarma sonora

El sistema de alarma sonora consiste en emitir sonidos mediante un dispositivo acústico, mismo que ha sido activado de manera automática en respuesta a un microcontrolador como se muestra en la figura 16, ante alguna situación o evento de emergencia el sonido revela alarma ante un suceso y su cumplimiento permite evadir posibles problemas, el sonido debe tener un significado muy claro sin que exista ningún tipo de ambigüedad. [55]



**Figura 16.** Esquema de alarma sonora.

Elaborado por: Investigador

### **Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 808 “Agentes de Tensión Superficial”**

El reglamento técnico INEN 088, establece los requisitos que deben cumplir los agentes de tensión superficial, con la finalidad de prevenir riesgos para la seguridad y salud de las personas, el medio ambiente, así como evitar la realización de prácticas que puedan inducir a errores a los usuarios finales. [56]

El reglamento técnico es aplicado para todos los productos denominados agentes tensoactivos que se comercialicen en el Ecuador, tales como:

- Jabones
- Detergentes
- Polvo limpiador

El cumplimiento del reglamento técnico para agentes tensoactivos catiónicos está basado en las normas técnicas NTE INEN 3008, donde se describe el método de ensayo para la determinación de tensoactivos catiónicos y norma técnica para el control de descargas líquidas, en donde se describen los límites permisibles de concentración de agentes respectivamente, la hoja de datos de seguridad MSDS es la que describe las normas y propiedades físicas-químicas que deben cumplir los productos, mismas que se muestran en el Anexo A y B para los agentes tensoactivos catiónicos.

Los agentes tensoactivos deben presentarse en forma de soluciones y permanecer estables en condiciones de almacenamiento, el valor de pH mínimo no se determina, pero el valor máximo debe ser 11, tanto en solución simple, concentrada y combinada, el método de ensayo se describe en la norma NTE INEN-ISO 4316. [56]

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Implementar un prototipo de un sistema electrónico de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la planta Indiquímica S.A.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual de almacenamiento de líquidos tensoactivos en la empresa Indiquímica S.A.
- Desarrollar una interfaz gráfica para el monitoreo de variables en los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la planta Indiquímica S.A.
- Construir el prototipo de sistema de monitoreo y alerta para los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la planta Indiquímica S.A.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Materiales**

La información para el desarrollo e implementación del proyecto en cuestión, se recolecta a partir de investigaciones previas como proyectos de tesis y artículos científicos. Para la selección de materiales se optó por un análisis de componentes en hardware, mientras que el software utilizado es libre y propio de los dispositivos empleados en el sistema. La parte de hardware está conformada por varios dispositivos y equipos, los componentes se exponen a continuación:

#### **Componentes de Hardware**

- Sensor de pH
- Sensor de Nivel
- Sensor de Turbidez
- ESP32
- Raspberry Pi
- Módulo relé
- Router inalámbrico
- Módulo GSM
- Luces piloto

#### **Componentes de software**

- Arduino ID
- Sublime Text 3

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Modalidad de investigación**

El presente trabajo cuenta con cuatro tipos de investigación que se puntualizan a continuación:

Investigación aplicada, porque se desarrolla un sistema de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de tensoactivos catiónicos líquidos en la planta Indiquímica S.A. el mismo que en su implementación dentro de la estructura de la planta promete eficiencia en los procesos de trabajo.

Investigación bibliográfica, se encuentra fundamentada en artículos científicos, revistas, libros, documentos en la web y proyectos de tesis, con el fin de mejorar y profundizar los conocimientos y perspectivas del tema.

Investigación de campo, se realiza en la planta Indiquímica S.A. donde se determina el problema y la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

Investigación experimental, la implementación del proyecto dentro de la infraestructura de la planta está sujeta a pruebas y respectiva verificación de los resultados obtenidos.

### **2.2.2 Recolección de información**

La información se receptó durante las visitas de reconocimiento a la planta Indiquímica S.A. Además, se recopiló información de fuentes reconocidas que brinden datos relacionados al tema y confiables, estos pueden ser libros digitales, artículos científicos, proyectos de tesis, fuentes de la web, manuales y revistas.

### **2.2.3 Procesamiento y análisis de datos**

Una vez obtenida la información necesaria para el desarrollo de la investigación planteada, se pasará a través de un proceso metódico, lo que consistirá en:

- Recopilación de información.
- Análisis crítico y depuración de la información.

- Análisis de las estrategias que brindan solución al problema y generar una propuesta de solución.

#### **2.2.4 Desarrollo del proyecto**

El desarrollo del proyecto en cuestión se encuentra basado en los siguientes pasos:

- Análisis de los diferentes tipos de agentes tensoactivos líquidos se producen dentro de la planta Indiquímica S.A.
- Análisis del sistema de almacenamiento de agentes tensoactivos catiónicos en la planta Indiquímica S.A.
- Análisis de variables físicas dentro del proceso de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos.
- Investigación sobre tipos de dispositivos sensores que permiten medir nivel en líquidos que contienen como componentes primarios sustancias químicas.
- Análisis de dispositivos sensores para la medición de las variables presentes en los líquidos tensoactivos catiónicos.
- Análisis de características que presentan las tecnologías de comunicación inalámbrica.
- Determinación de la tecnología inalámbrica para envío de datos de los sensores hasta una base de datos.
- Desarrollo de la base de datos y conexión a la nube.
- Desarrollo de la interfaz para la visualización de variables incidentes en los tanques de almacenamiento de agentes tensoactivos catiónicos de la planta Indiquímica S.A.
- Construcción del prototipo de sistema de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la planta Indiquímica S.A.
- Ejecución y pruebas de funcionamiento.
- Elaboración del informe final del proyecto de investigación.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Análisis y discusión de resultados**

##### **3.1.1 Desarrollo de la propuesta**

El presente proyecto de investigación se encuentra orientado al monitoreo de variables y alerta ante variaciones en sus magnitudes que inciden en el proceso de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la empresa “Indiquímica S.A. Las magnitudes a monitorear son: nivel de líquido, turbidez y pH, mismas que influyen directamente en la disponibilidad y calidad de los agentes orgánicos tensoactivos líquidos, el no cumplimiento de las magnitudes dentro de rangos específicos inciden en el desvanecimiento prematuro y pérdidas de características químicas de los productos.

El aumento de necesidades en los usuarios conlleva al incremento en la producción de nuevas sustancias químicas, sin embargo, estas industrias presentan ciertas deficiencias en su producción tales como la falta de procesos automatizados y escaso control en la calidad de los agentes químicos. La planta “Indiquímica S.A”, actualmente carece de un sistema de monitoreo y alerta ante cambios de valores predeterminados en las variables físicas presentes en los líquidos tensoactivos catiónicos, dichas variables deben ser supervisadas continuamente para ofrecer disponibilidad y calidad del producto, el nivel de turbidez del tensoactivo catiónico debe ser mínimo, el aumento de partículas en suspensión puede ser causado por sedimentos o suciedad, lo que causará un aumento en el grado de turbiedad y disminución en la calidad del producto.

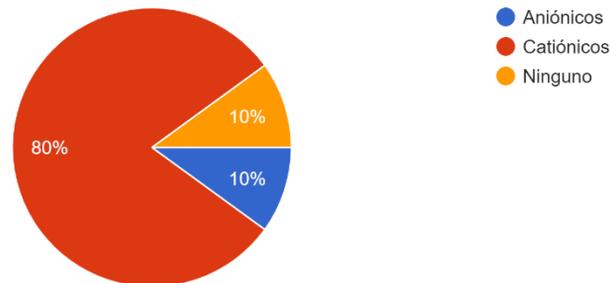
El monitoreo del nivel de pH en los agentes tensoactivos es importante ya que varios productos durante su aplicación tienden a ser manipulados directamente por los usuarios y su control ayuda a la prevención de enfermedades como irritaciones en la piel de las personas que aplican el producto. El monitoreo del nivel de líquido tensoactivo catiónico

en los tanques de almacenamiento es muy significativo para los operadores de la planta dentro del proceso, ya que evadirá el contacto directo con los productos en almacenamiento y evitará afecciones respiratorias y molestias de salud.

### Requerimientos del sistema

Para el desarrollo sistema electrónico de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos en la planta Indiquimica S.A, se realizó una encuesta digital al personal obrero, la misma se muestra en el Anexo C. El análisis e interpretación de los datos se expone a continuación:

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?



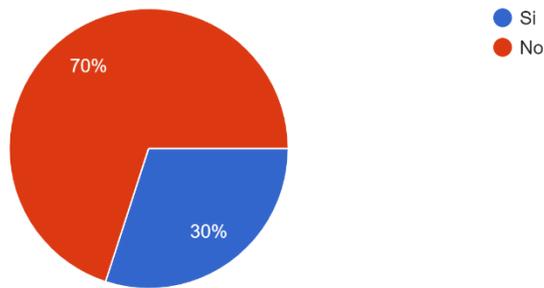
**Figura 17.** Tipos de agentes tensoactivos.

Elaborado por: Investigador

De un total de 10 obreros encuestados, el 80% respondieron que el agente tensoactivo que más se opera dentro de la planta es son los agentes tensoactivos catiónicos, el 10% afirma que el agente más manipulado es el aniónico, mientras que el 10% restante dice que ninguno de los dos agentes en mención es el más manipulado. Los resultados se observan en la figura 17.

De tal manera, el agente tensoactivo más manipulado dentro de la planta es el de tipo catiónico con el 80%.

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?



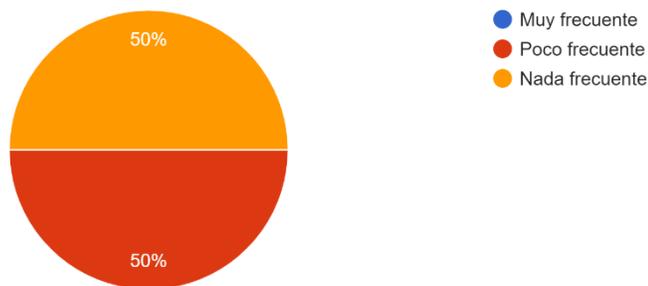
**Figura 18.** Magnitudes en agentes tensoactivos.

Elaborado por: Investigador

Del 100% de obreros encuestados, el 70% afirma no conocer las magnitudes presentes durante el proceso de almacenamientos, mientras que el 30% dice conocer dichas magnitudes, como se observa en la figura 18.

No existe método alguno que permita a la mayor parte de trabajadores conocer los valores óptimos de las magnitudes presentes en los agentes tensoactivos.

3. ¿Con que frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?



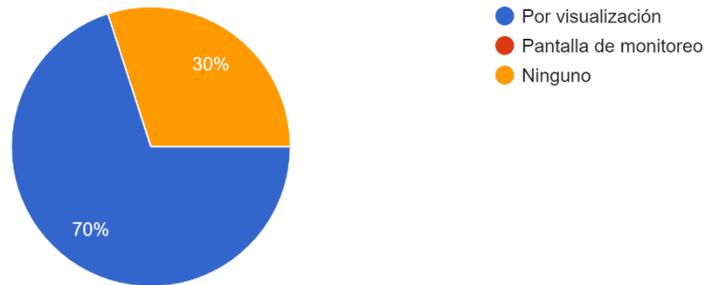
**Figura 19.** Frecuencia de pruebas a agentes tensoactivos.

Elaborado por: Investigador

En la figura 19 se observa, el 50% de entrevistados afirma que las pruebas de calidad se realizan poco frecuentes, mientras que el 50% restante testifica que las pruebas en mención son nada frecuentes.

Las pruebas de calidad para agentes tensoactivos presentan discontinuidad, lo cual indica que no se evalúa constantemente.

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?



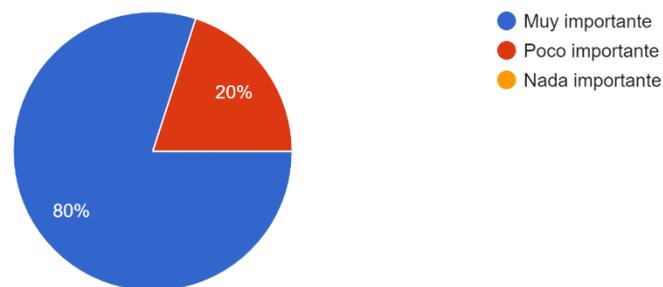
**Figura 20.** Método de medición de agente tensoactivo.

Elaborado por: Investigador

Del 100% de entrevistados, el 70% afirma conocer la cantidad de producto en almacenamiento empíricamente mediante visualización, mientras que el 30% dice no usar ningún método para su conocimiento.

No existe un método tecnificado que ayude a los trabajadores a conocer exactamente la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento.

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?



**Figura 21.** Importancia de un sistema de monitoreo de agentes tensoactivos.

Elaborado por: Investigador

El 80% de los encuestados creen que es muy importante un sistema de monitoreo para agentes tensoactivos en almacenamiento, mientras que el 20% dice ser poco necesario esta aplicación.

Se requiere implementar un sistema de monitoreo para proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos.

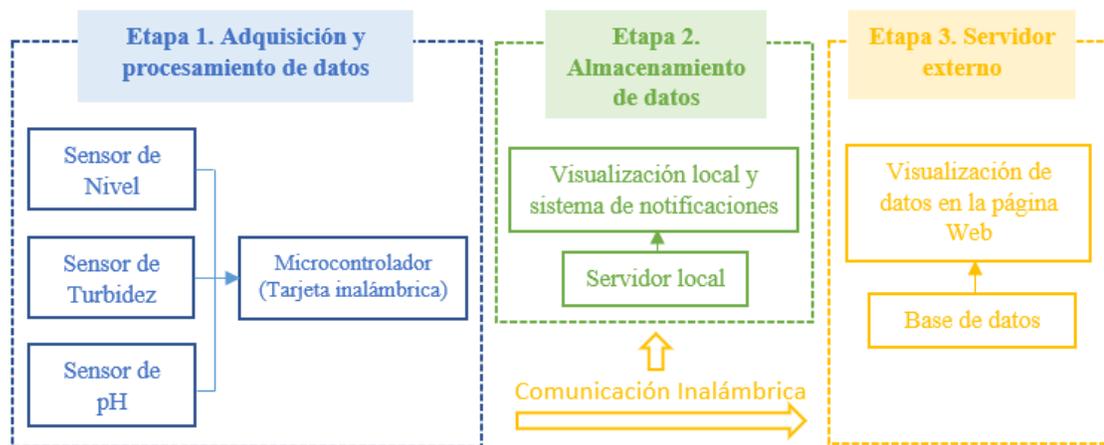
Mediante análisis se plantearon los siguientes requerimientos:

- Monitorear local y remotamente los niveles de líquido, turbidez y pH en los tanques de almacenamiento de tensoactivos catiónicos en tiempo real.
- Almacenar la información obtenida en una base de datos.
- Visualizar la cantidad de líquido en medida de galones, mediante una pantalla LCD localmente y a través de una página web.
- Sistema de alerta mediante notificaciones al teléfono celular, luces y sonido, en caso de variación de las magnitudes en las variables monitoreadas.

### **Diagrama en bloques del sistema de monitoreo**

El diagrama en bloques del sistema de monitoreo y alerta está compuesto por tres etapas. La etapa inicial se basa en la adquisición y procesamiento de datos, mediante los sensores de nivel de líquido, nivel de pH y nivel de turbidez. La segunda etapa es la encargada del almacenamiento de datos, se basa en un servidor alojado localmente en donde se almacena la información receptada por los sensores y enviada por la tarjeta inalámbrica, esto con la intención de revelar la información en tiempo real en la pantalla junto al tanque y disponible para los operadores del proceso.

Por último, la tercera etapa se basa en un servidor externo, mismo que se encuentra alojado en la nube, para lo cual se adquiere el hosting y dominio, la información es enviada directamente desde la tarjeta inalámbrica al igual que al servidor local, los datos se presentan en una página de sitio web desarrollada, con el fin de que el propietario de la planta pueda monitorear el estado de los tanques desde cualquier lugar del mundo además de obtener reportes de los mismos. Además, el procedimiento cuenta con un sistema de alertas que notificará al propietario y al operador del proceso de ser que cambien los parámetros monitoreados y/o en caso que los depósitos se encuentren con poca cantidad de producto. El diagrama del sistema se presenta a continuación en la figura 22.

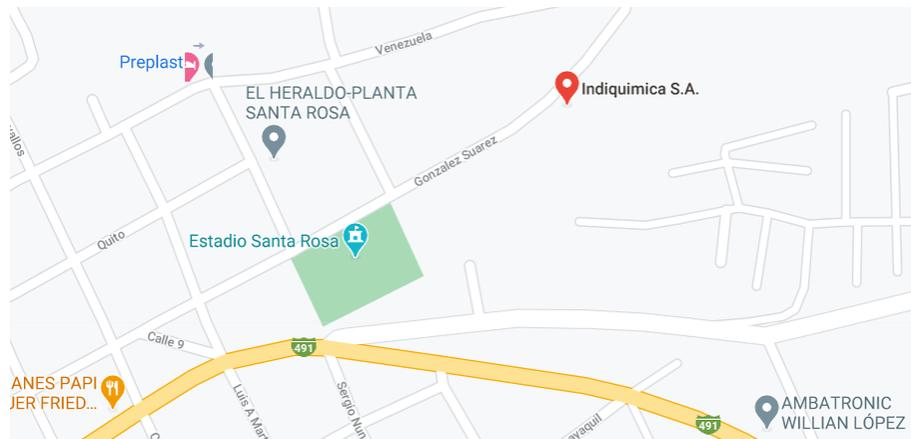


**Figura 22.** Diagrama en bloques del sistema electrónico.

Elaborado por: Investigador

### Estado actual de Indiquimica S.A

En la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Santa Rosa se encuentra la empresa “Indiquimica S.A” como se indica en la figura 23, esta planta se dedica a la elaboración de agentes orgánicos tensoactivos y preparados tensoactivos los cuales son productos químicos industriales y de limpieza.



**Figura 23.** Ubicación geográfica de la empresa “Indiquimica S.A”.

**Fuente:** Google Maps

La elaboración de agentes tensoactivos dentro de la planta, en la actualidad consta de cuatro etapas, las mismas que son:

- Dosificación. – Consta del pesaje y medición de componentes primarios.
- Mezclado. – Etapa que se basa en un reactor encargado de la combinación de los componentes presentes en la solución.
- Almacenamiento. – Etapa en la que los agentes tensoactivos reposan temporalmente antes de ser envasados.
- Envasado. – Etapa final, en donde el producto llenado en envases en medida de galón o caneca.

La planta Indiquimica S.A produce agentes tensoactivos para la línea de limpieza y desinfección, así como también productos para la línea industrial. Actualmente la planta produce los agentes químicos detallados a continuación en la tabla 3.

**Tabla 3.** Agentes tensoactivos elaborado en Indiquimica S.A.

<b>Agente tensoactivo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Silicon PT-A</b>	Abrillantador siliconado líquido con fragancia, su principal función es repeler el agua
<b>Clean cos</b>	Lavavajillas líquido, formulado a base de agentes tensoactivos humectantes y activadores biodegradables
<b>Bio cleaner</b>	Limpiador desengrasante utilizado para remover grasa y manchas difíciles
<b>Antigras RN</b>	Se caracteriza por ser un producto multiuso y puede ser aplicado en lavandería de ropa y limpieza de cocinas
<b>Clean citrus</b>	Producto desengrasante y disolvente natural, su función es eliminar grasas y aceites de metales
<b>Novaclor HP-75</b>	Cloro líquido que ofrece acciones blanqueadoras y germicidas
<b>Derma clean DSF</b>	Alcohol en gel formulado para desinfección de las manos sin necesidad de enjuague
<b>Procide 3x1</b>	Sanitizante que presenta principios activos para la desinfección institucional y hospitalaria
<b>Indifloc AN</b>	Floculante aniónico utilizado para la cristalización de las aguas de piscina
<b>Novaclor HP-100</b>	Cloro formulado exclusivamente para desinfección y tratamiento de aguas industriales y potables
<b>Quat 100</b>	Agente desinfectante para la desinfección de campos hospitalarios y sanitización en general

Elaborado por: El investigador

De los agentes tensoactivos mencionados en la tabla 3, se han determinado los agentes tensoactivos catiónicos, mismos que se describen a continuación:

### **PROCIDE 3X1**

Procide 3x1 es un sanitizante líquido de amplio espectro que presenta tres principios activos de desinfección tales como: Peróxido de hidrogeno, etanol y amonio cuaternario, se usa principalmente para la desinfección institucional y hospitalaria. Presenta compatibilidad con la mayoría de materiales como metales, fibras, plásticos, etc. Además, presenta excelente estabilidad en almacenamiento. Las especificaciones técnicas de Procide 3x1 se describen a continuación en la tabla 4.

**Tabla 4.** Especificaciones técnicas Procide 3x1.

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>Apariencia</b>	Líquido
<b>Turbidez (Color)</b>	Traslucido
<b>Iogenidad</b>	Catiónico
<b>Olor</b>	Limpio
<b>Solubilidad</b>	Soluble en Agua
<b>pH (Directo)</b>	5( $\pm$ 0,5)
<b>pH (1% solución)</b>	7( $\pm$ 0,5)
<b>Densidad 20°C</b>	0,97-1,03 g/mL

Elaborado por: Investigador, basado en [57].

El valor referencial de pH que se toma para medir la calidad del agente tensoactivo catiónico Procide 3x1 es pH en su estado directo.

### **QUAT 100**

Quat 100 es un agente desinfectante bactericida formulado a base de amonios cuaternarios de quinta generación, se usa principalmente para la desinfección de plantas alimenticias, campos hospitalarios y sanitización en general, su principal ventaja es que presenta compatibilidad con la mayoría de materiales como fibras, telas, metales y plásticos. En la tabla 5 se describen las características técnicas del agente tensoactivo.

**Tabla 5.** Especificaciones técnicas Quat 100.

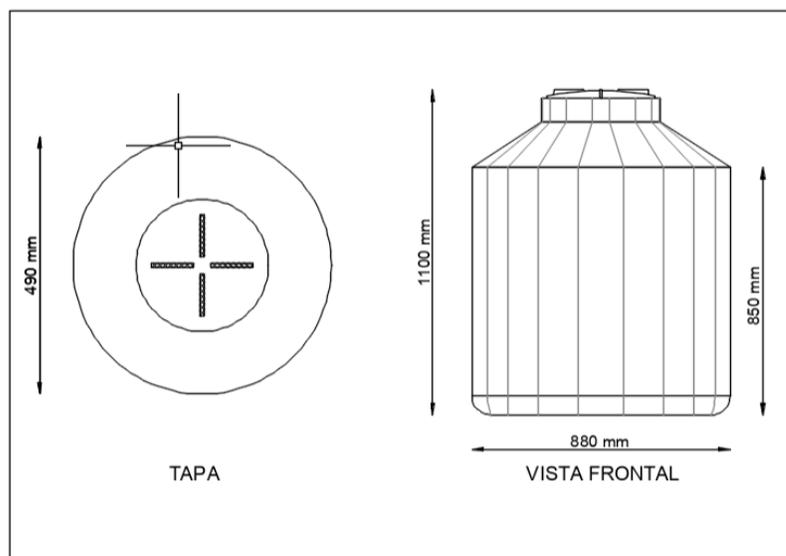
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>Apariencia</b>	Líquido
<b>Turbidez (Color)</b>	Traslúcido
<b>Iogenicidad</b>	Catiónico
<b>Olor</b>	Característico
<b>Solubilidad</b>	Soluble en Agua
<b>pH (Directo)</b>	11( $\pm 0,5$ )
<b>pH (1% solución)</b>	7( $\pm 0,5$ )
<b>Densidad 20°C</b>	0,96-1,02 g/mL

Elaborado por: Investigador, basado en [57].

Para medir la calidad del agente tensoactivo Quat 100 se toma el valor de pH en su estado directo.

### **Estado actual de almacenamiento**

Actualmente, el almacenamiento de los agentes tensoactivos catiónicos Procide 3x1 y Quat 100 se realiza en tanques cilíndricos verticales tipo cisterna fabricados a base de polietileno con paredes lisas evitando de tal manera la creación de sedimentos y crecimiento de bacterias. En la figura 24 se muestra las especificaciones técnicas del depósito en mención.



**Figura 24.** Especificaciones técnicas de los tanques de almacenamiento.

Elaborado por: Investigador

### Capacidad actual del tanque de almacenamiento

Para calcular la capacidad total de los tanques de almacenamiento se toma los valores de las especificaciones técnicas mostradas en la figura 24.

Datos:

- Altura cilíndrica del tanque: 850 mm
- Diámetro del tanque: 880 mm

Utilizando la ecuación de volumen de un cilindro:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Donde:

- r: radio del cilindro
- h: altura del cilindro

Para obtener la capacidad del depósito se reemplaza las especificaciones del tanque en unidades de metros en la ecuación 1.

$$V = (\pi * 0.44^2 * 0.850) \text{ m}^3$$

$$V = 0.516 \text{ m}^3$$

Para obtener la cantidad de líquido en litros se multiplica el valor obtenido en metros cúbicos por 1000.

$$\text{Cap. L} = 0.516 \text{ m}^3 * 1000$$

$$\text{Cap. L} = 516 \text{ litros}$$

Donde:

Cap. L: Capacidad en litros

Según los requerimientos del sistema, la cantidad de líquido tensoactivo será mostrada en unidades de galones estadounidenses, por lo cual la capacidad en galones será calculada mediante la ecuación 2:

$$\text{Cap. G} = \text{Cap. L} / 3.78541 \quad \text{[Ecuación 2]}$$

$$\text{Cap. G} = 516 / 3.78541$$

$$\text{Cap. G} = 136.20 \text{ Galones}$$

### **Variables físicas del agente tensoactivo Procide 3x1**

Las variables físicas del agente tensoactivo catiónico Procide 3x1 presentes en el proceso de almacenamiento son las siguientes: nivel de líquido, necesario para el conocimiento de cantidad de producto disponible en reserva. Además, dos variables importantes que contribuyen a determinar la calidad del agente son el nivel de pH y turbidez. Conocer el nivel de pH ayuda a determinar las características importantes de la estructura y actividad de las moléculas, así como el comportamiento del producto con los organismos, mientras que la variable turbidez permite conocer si el producto presenta suciedad o sedimentos causados por asentamientos naturales del producto. En la tabla 6 se muestran los valores referenciales que deben presentar las variables turbidez y pH que prometen eficacia y buena calidad del producto.

**Tabla 6.** Variables del agente Procide 3x1.

<b>Variables</b>	
<b>Estado</b>	Líquido
<b>Turbidez (Color)</b>	Traslúcido
<b>pH</b>	5( $\pm$ 0,5)

Elaborado por: Investigador, basado en [57].

### **Variables físicas del agente tensoactivo Quat 100**

Las variables físicas que presenta el agente tensoactivo catiónico Quat 100 son, nivel de líquido, pH y turbidez. El desinfectante bactericida formulado a base de amonios cuaternarios de quinta generación QUAT 100 presenta apariencia líquida, por lo cual es posible obtener el valor de la variable nivel de líquido durante el proceso de almacenamiento, además presenta dos variables significativas que ayudan a determinar la calidad del producto tales como nivel de pH y nivel de turbidez. El valor de pH ayuda a conocer la manera que actúa el producto durante su aplicación, mientras que el nivel de turbidez permite conocer la cantidad de partículas en suspensión lo que revela si el producto se encuentra limpio o con fragmentos de suciedad. Los valores referenciales que deben presentar las variables se presentan en la tabla 7.

**Tabla 7.** Variables del agente Quat 100.

<b>Variables</b>	
<b>Estado</b>	Líquido
<b>Turbidez (Color)</b>	Traslúcido
pH	11( $\pm 0,5$ )

Elaborado por: Investigador, basado en [57].

## **Análisis de sensores para medición de variables en tensoactivos catiónicos**

### **Análisis de sensores de nivel**

Los sensores de nivel de líquidos son los componentes encargados de medir el nivel de contenido líquido dentro de los tanques de almacenamiento de agentes tensoactivos catiónicos, los sensores deben tener características que permitan medir líquidos que presentan componentes químicos, ya que se va a monitorear el tanque contenedor de sanitizante Procide 3x1 y el tanque contenedor de desinfectante de amonio cuaternario de quinta generación “Quat 100”.

Existen varios métodos de medición para este tipo de líquidos, siendo diferenciados por las características de funcionamiento que presentan los transductores, el método de desplazamiento es el más utilizado, mismo que se basa en la fuerza de flotación hacia arriba según el nivel del líquido, pero el resto de métodos también son importantes según el área en el que se los desee implementar teniendo en cuenta la temperatura y el campo o distancia de medición. En la tabla 8 se expone algunos métodos de medición según diferentes instrumentos transductores.

El principio o método seleccionado para medir el nivel de los agentes químicos es mediante sensores de nivel ultrasónicos, este tipo de sensores se caracterizan por medir la distancia mediante el tiempo empleando por el ultrasonido desde el emisor hasta el receptor, el impulso de ultrasonido será reflejado en la superficie del componente o material que se encuentre dentro del depósito a medir, la principal ventaja de este tipo de transductores es que permite medir niveles líquidos sin tener contacto directo con la sustancia o material.

**Tabla 8.** Instrumentos medidores de nivel.

Instrumento	Descripción gráfica	Temperatura máxima	Medida	Ventajas	Precisión
<b>Interruptor de flotador</b>		250 °C	0-10 m	Simple, independiente	±0.5 %
<b>Desplazamiento</b>		170 °C	0-25 m	Fácil limpieza y robusto	±1%
<b>Conductivo</b>		200 °C	Ilimitado	Versátil, propio de líquidos conductivos	±1%
<b>Capacitivo</b>		200-400 °C	0.6 m	Resistencia a la corrosión	±1%
<b>Ultrasónico sin contacto</b>		200 °C	0.05- 5 m	Todo tipo de líquidos, detección sin contacto	1 al 3%
<b>Fotoeléctrico</b>		105 °C	Limitado	Detección sin contacto	±0.5 %

Elaborado por: Investigador, basado en [58], [59], [60]

Para la selección del sensor de nivel ultrasónico se ha realizado una comparación entre diferentes sensores de este tipo que al presentar características de medición indirecta o sin contacto se pueden utilizar para medir líquidos que contienen componentes químicos, de tal manera son los sensores que más se acoplan a los requerimientos técnicos y eléctricos que presenta el sistema electrónico de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de agentes tensoactivos catiónicos. En la tabla 9 se muestra una comparativa entre características técnicas que presentan los diferentes modelos de sensores ultrasónicos, así como también su costo aproximado.

**Tabla 9.** Comparación de características de sensores de nivel ultrasónicos.

Nombre (Serie)	K50U	AJ-SR04M	IRU-5000	QT50U
Descripción gráfica				
Distancia de medición	2-4 m	0.2 - 4.5 m	0.1 - 2 m	0.2 - 8 m
Voltaje de operación	3.6 - 5.5 Vdc	3 - 5 Vdc	12 - 28 Vdc	13 - 30 Vdc
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 70°C	-10°C a 70°C	-40°C a 60°C	-20°C a 70°C
Protección IP	IP66	IP66	IP65	IP67
Frecuencia de operación	224 KHz	40 KHz	143 KHz	75 KHz
Señal de salida	-	-	4 - 20 mA	4 - 20 mA
Corriente de consumo	3.3 mA	30 mA	75 mA	100 mA
Resolución	1.5 mm	3 mm	2.5 mm	-
Impermeabilidad	Si	Si	Si	Si
Material	Poliéster	Poliéster	Poliéster	Poliéster
Precio aproximado	\$200	\$40	\$400	\$1,200
Precisión	±0.5% de 100 cm a 4000 cm	±1% de 20 cm a 450 cm	±0.25% del rango detectado	±0.02% de la distancia

Elaborado por: Investigador, basado en [61], [62], [63], [64]

El sensor ultrasónico seleccionado para medir los agentes tensoactivos catiónicos debe cumplir con ciertos requisitos, tales como:

- Distancia de medición en el rango de 0.25 m hasta 1.20 m.

- Impermeabilidad, de tal manera que el sensor no sea afectado por los agentes tensoactivos.
- El voltaje de operación debe estar en el rango de 3 Vdc hasta 5 Vdc, ya que dicho rango de tensión presenta la tarjeta inalámbrica.

El sensor de serie K50U es una opción muy acertada ya que permite la medición y detección de líquido sin mantener contacto alguno, el grado de protección del dispositivo IP66 asegura alta impermeabilidad del mismo, el voltaje de operación está en el rango de 3.6 Vdc a 5.5 Vdc, la corriente de consumo es baja de 3.3 mA y presenta resolución de 1.5 mm y precisión de  $\pm 0.5\%$  en el rango de 100 cm a 4000 cm, las características antes mencionadas hacen apto a este dispositivo para ser implementado dentro del sistema pero su principal desventaja es que el modo de transmisión de datos es inalámbrico por lo que se necesita adquirir adicionalmente el módulo de recepción, además este sensor se aplica mayormente en soluciones para el monitoreo de tanques móviles o remotos dentro de vehículos.

El sensor IRU-5000 ofrece una señal de salida analógica, lo que permite medir el nivel de líquido en cualquier punto del tanque, el grado de protección IP65 brinda permeabilidad, presenta buena resolución de 2.5 mm y precisión de  $\pm 0.25\%$  del rango detectado, la distancia de medición está en el rango de 0.1 m hasta 2 m, lo cual le hace apto para la aplicación, la corriente de consumo es 75 mA, pero la principal desventaja que presenta este dispositivo ante el sistema es el voltaje de operación que es de 12 Vdc a 28 Vdc, ya que la tarjeta inalámbrica no presenta este voltaje a su salida.

El sensor ultrasónico de serie QT50U presenta buenas características para ser empleado dentro del sistema, su elevado grado de protección IP67 asegura total impermeabilidad del dispositivo, su distancia de medición es de largo alcance y va desde 20 cm hasta 8 metros, la precisión es muy alta, con una tolerancia de  $\pm 0.02\%$  de la distancia, lo cual le hace apto para la implementación dentro del depósito, pero su extremada corriente de consumo de 100 mA y alto voltaje de operación de 13 a 30 Vdc hace desistir de este dispositivo.

Y por último el sensor de nivel AJ-SR04M es la opción más acertada para la implementación dentro del sistema de monitoreo ya que cumple con los requisitos antes mencionados. Se emplea este sensor debido a que los agentes se presentan en estado líquido, además, el mismo presenta características técnicas que se adaptan al sistema, tales como: el voltaje de alimentación del módulo es de 3 a 5 Vdc, la temperatura de funcionamiento óptimo está en el rango de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $70^{\circ}\text{C}$ , frecuencia de operación de 40 KHz, corriente de consumo de 30 mA, grado de protección IP66, alta impermeabilidad, construido en base a poliéster, rango de medición entre 0.2 m y 4.5 m, alta resolución de 3 mm y precisión de  $\pm 1\%$  de 20 cm a 450 cm lo cual lo hace muy exacto. Las magnitudes de consumo por parte del sensor serán suministradas a través de la tarjeta inalámbrica ESP32, misma que es la tarjeta procesadora.

#### **Análisis de sensor de pH para agentes tensoactivos catiónicos**

Para obtener el nivel de pH de los agentes tensoactivos catiónicos en los tanques de almacenamiento, con el fin de monitorear la calidad y conocer si el líquido presenta propiedades alcalinas o ácidas, se realiza un análisis comparativo entre características de dos sensores de potencial de hidrógeno, como se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10.** Comparación de características de sensores de pH.

<b>Nombre (Serie)</b>	<b>E-201-C</b>	<b>SEN-0161</b>
<b>Parámetros técnicos</b>		
<b>Voltaje de alimentación</b>	5 Vdc	5 Vdc
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	0 a $80^{\circ}\text{C}$	0 a $60^{\circ}\text{C}$
<b>Rango en pH</b>	0 - 14 pH	0 - 14 pH
<b>Resistencia interna</b>	$\leq 250\ \text{m}\Omega$	$\leq 250\ \text{m}\Omega$
<b>Tiempo de respuesta</b>	$\leq 5\ \text{seg.}$	$\leq 1\ \text{min}$
<b>Punto neutro</b>	$7\pm 0.5\ \text{pH}$	$7\pm 0.5\ \text{pH}$
<b>Error alcalino</b>	-	$\leq 15\ \text{mV}$
<b>Ajuste de ganancia</b>	Potenciómetro	Potenciómetro
<b>Costo</b>	\$50	\$68
<b>Precisión</b>	$\pm 0.5\%$ de pH	$\pm 0.5\%$ de pH

Elaborado por: Investigador, basado en [41]

El sensor de pH seleccionado para medir los agentes tensoactivos, debe cumplir con ciertos requisitos, tales como:

- El voltaje de operación debe estar en el rango de 3 Vdc hasta 5 Vdc ya que será alimentado por la tarjeta inalámbrica.
- pH en el rango de medición de 0 a 14.

Los dos sensores son aptos para medir el nivel de pH presente en los líquidos tensoactivos catiónicos ya que presentan características técnicas similares y cumplen con los requisitos, voltaje de alimentación de 5 Vdc, rango de pH de 0 a 14, resistencia interna de 250 m $\Omega$ , neutralidad en pH 7, precisión de  $\pm 0.5\%$  de pH y ajuste de ganancia mediante potenciómetro, pero el sensor SEN-0161 presenta una desventaja frente al E-201-C misma que es el tiempo de respuesta del dispositivo y es aproximadamente de 1 minuto, mientras que para el segundo sensor el tiempo de respuesta es aproximadamente 5 segundos, razón por cual se opta por implementar el sistema con el último sensor mencionado

El sensor E-201-C presenta características técnicas que se adaptan completamente al sistema, presenta características eléctricas compatibles con la tarjeta ESP32, entre los parámetros se encuentran: voltaje de alimentación de 5 Vdc, temperatura de funcionamiento 0°C a 80°C, resistencia interna de  $\leq 250$  m $\Omega$ , tiempo de respuesta de  $\leq 5$  segundos, precisión de  $\pm 0.5\%$  de pH y ajuste de ganancia mediante un potenciómetro lo cual permite calibrar el sensor en un punto referencial o neutro. En la figura 25 se muestra la sonda de pH a emplear dentro del sistema electrónico.



**Figura 25.** Sensor de pH E-201-C.

Elaborado por: Investigador

### Análisis de sensor de turbidez para agentes tensoactivos catiónicos

Para obtener el valor de turbidez de los agentes tensoactivos catiónicos, con el fin de conocer la cantidad de partículas suspendidas en los líquidos que permite evaluar la calidad de los productos químicos, se realiza un análisis comparativo entre los sensores de serie ATS-K y SEN-0189 como se muestra en la tabla 11.

El sensor de turbidez seleccionado para medir los agentes tensoactivos debe cumplir con ciertos requisitos, tales como:

- El voltaje de operación debe estar en el rango de 3 Vdc hasta 5 Vdc ya que será alimentado por la tarjeta inalámbrica.
- Robusto, ya que estará en contacto con agentes químicos.

**Tabla 11.** Comparación de características de sensores de Turbidez.

Nombre (Serie)	ATS-K	SEN-0189
<b>Parámetros técnicos</b>		
<b>Voltaje de alimentación</b>	24 Vdc	3.3 - 5 Vdc
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	0 a 100°C	-10 a 80 °C
<b>Material</b>	Acero inoxidable	Poliéster
<b>Salida</b>	4 - 20 mA	0 - 5V
<b>Tiempo de respuesta</b>	1 seg	≤ 500 ms
<b>Peso aproximado</b>	2 Kg	0.3 Kg
<b>Costo aproximado</b>	\$50	\$68
<b>Precisión</b>	± 2% de la escala completa	± 5% de la escala a fondo

Elaborado por: Investigador, basado en [65]

El sensor de turbidez de serie ATS-K presenta excelentes características para ser implementado dentro del sistema ya que presenta el método de dispersión de luz mediante dos vías, además de presentar un tiempo de respuesta bajo de 1 segundo, es muy robusto con un peso aproximado de 2Kg, presenta alta precisión de ± 2% de la escala completa, además, es construido a base de acero inoxidable lo que garantiza su funcionamiento en

cualquier medio líquido, pero la principal desventaja es su alto voltaje de alimentación de 24 Vdc.

Para la obtención del nivel de turbidez se escogió el sensor SEN-0189 de DFROBOT, es la mejor opción para ser implementado en el sistema de monitoreo ya que cumple con los requisitos antes mencionados, sus características como: compatibilidad con plataformas de hardware libre, fabricado a base de poliéster lo cual presenta alta resistencia a productos químicos, el bajo consumo de tensión de 3.3 Vdc a 5 Vdc, precisión de  $\pm 5\%$  de la escala a fondo y el tiempo respuesta extremadamente pequeño de  $\leq 500$  mili segundos lo hace muy versátil para adaptarse al sistema.

### **Análisis de tecnologías de comunicación inalámbrica para el sistema**

La tecnología de comunicación inalámbrica permitirá el envío de datos desde los sensores hasta el servidor local y externo, evitando de tal manera el tendido de cables dentro de la infraestructura de la empresa. La tecnología de comunicación inalámbrica debe presentar características de estabilidad ya que los datos obtenidos de las variables monitoreadas no se pueden perder, esta información será presentada y supervisada en tiempo real. Por lo tanto, se analizó diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica tomando en cuenta las características que presenta cada una, tales como: velocidad de transmisión, frecuencia de operación, distancia, tipo de modulación, entre otras como se indica en la tabla 12.

**Tabla 12.** Comparación entre tecnologías de comunicación inalámbrica.

TECNOLOGÍA	BLUETOOTH	WIFI	ZIGBEE	RFID
<b>Estándar</b>	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4	ISO/IEC 14443
<b>Distancia</b>	30 m	100 m	500 m	3 m
<b>Frecuencia de operación</b>	2.4 GHz	2.4 - 5.8 GHz	868/915 MHz 2.4 GHz	13,56 MHz
<b>Velocidad de transmisión</b>	3Mbps	11 - 54 Mbps	250Kbps	106-424 Kbps
<b>Modulación</b>	PSK-FSK	PSK-OFDM	BPSK-QPSK	ASK-FSK-PSK
<b>Ancho de banda</b>	1 – 32 Mbps	11 – 300 Mbps	20 – 250Kbps	902 a 928 MHz
<b>Calidad de servicio</b>	No	No	No	No

Elaborado por: Investigador, basado en [66], [67]

Una vez realizado un análisis comparativo entre características de las tecnologías de comunicación inalámbrica, se opta por no utilizar las tecnologías Bluetooth, RFID y Zigbee debido a que con estas tecnologías inalámbricas solamente se podrán enviar los datos hasta el servidor local y no al servidor alojado externamente, de tal manera la tecnología de comunicación Wifi es la mejor opción por lo cual es la elegida, la misma presenta las ventajas de envío de datos desde los sensores hasta los dos servidores directamente. Esta tecnología de comunicación presenta alta estabilidad lo cual promete que no se perderán los datos obtenidos desde los depósitos de almacenamiento hasta llegar a los servidores para posteriormente ser presentados en las interfaces de monitoreo.

#### **Análisis de tarjeta inalámbrica para el envío de datos hasta los servidores**

La tarjeta inalámbrica es el dispositivo encargado de procesar los datos obtenidos a partir de los sensores y a la vez transmitir los mismos hasta los servidores. Para la selección de la tarjeta inalámbrica se ha tomado en cuenta los módulos ESP32 y ESP2866 NodeMCU, como se indica en la tabla 13, mismos que son SOC (Systems on Chip) basados en tecnología inalámbrica Wifi, misma tecnología que ha sido seleccionada anteriormente para su implementación en el sistema de monitoreo. Las tarjetas inalámbricas integran internamente varios periféricos como: sensores, amplificadores e interfaz de comunicación los cuales la convierten en dispositivos muy funcionales.

Comparando las diferentes características técnicas que presentan los dos módulos que se exponen en la tabla anterior, el módulo NodeMCU ESP8266 no es posible utilizar ya que presenta la desventaja de poseer solamente una entrada analógica y el sistema requiere de más de una, de tal manera se elige la tarjeta inalámbrica ESP32 para la implementación dentro del sistema de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de agentes tensoactivos catiónicos. Además, la tarjeta inalámbrica presenta compatibilidad con la plataforma Arduino por lo que se puede programar a través del software libre Arduino IDE.

**Tabla 13.** Comparativa de características módulos ESP2866 y ESP32.

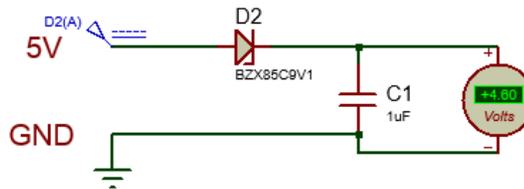
Característica	ESP8266	ESP 32
<b>Descripción grafica</b>		
<b>Procesador</b>	Xtensa Single-core 32-bit L106	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 con 600 DMIPS
<b>Protocolo Wifi</b>	802,11 b/g/n (2,4 GHz)	802,11 b/g/n (2,4 GHz)
<b>Velocidad</b>	80Mhz (hasta 160 MHz)	160 MHz (hasta 240 MHz)
<b>Pines GPIO</b>	17	36
<b>Bluetooth</b>	No	v4.2 BR/EDR + BLE
<b>Canales ADC</b>	1	8
<b>DAC</b>	No	2 (8 bits)
<b>ADC</b>	SAR de 10 bits	SAR de 12 bits
<b>I2C</b>	1	2
<b>SPI</b>	2	4
<b>Sensor de temperatura</b>	No	Si
<b>Protocolos de red</b>	IPv4, TCP, UDP, MQTT	IPv4, IPv6, SSL, TCP, UDP, HTTP, FTP, MQTT
<b>Tensión de funcionamiento</b>	2.5 - 3.6. Vdc	2.5 - 3.6. Vdc
<b>Potencia de salida</b>	20 dBm	20,5 dBm
<b>Corriente de consumo</b>	80 mA	80 mA
<b>Precio aproximado</b>	\$12	\$20

Elaborado por: Investigador, basado en [68]

## Acondicionamiento del sistema electrónico

### Alimentación del módulo SIM800L

La alimentación del módulo SIM800L está a cargo de la tarjeta inalámbrica ESP32, el módulo SIM opera con un rango de voltaje que varía desde los 3.7 hasta los 4.7 voltios, por tal motivo es necesario reducir el nivel de voltaje de la fuente de alimentación principal. Para reducir el nivel de voltaje de la fuente principal se procedió a conectar un diodo Zener en serie con un capacitor a la salida de la fuente, con esto se logró estabilizar el voltaje de alimentación adecuado para el módulo GSM. En la figura 26 se indica la simulación del circuito para alimentar al módulo SIM800L.



**Figura 26.** Simulación de la fuente de alimentación para el módulo SIM800L.

Elaborado por: Investigador

### Calibración del sensor de pH

El sensor de pH está compuesto por una sonda que se encuentra conectada a una placa electrónica para la calibración respectiva. Esta placa tiene la capacidad de suministrar una salida analógica de voltaje que representará el valor de pH medido en tiempo real. Idealmente, se desea que para un valor de pH igual a 0 represente 0 Voltios, mientras que para un valor de pH igual a 14 represente 5 Voltios.

Esta placa electrónica por defecto tiene un pH de 7 configurado a 0 Voltios o cerca de ella ya que dicho valor de pH es el punto referencial o neutro, este valor difiere de una sonda de pH a otra según su modelo, por esta razón se tiene que calibrar la sonda, esto significa que la tarjeta controladora deberá leer valores negativos por el puerto analógico de la tarjeta inalámbrica ESP32 y eso no es posible. El potenciómetro de compensación que presenta el módulo se usa para cambiar este valor referencial, de tal manera se configura que para que un valor pH de 7 lea 2.5V en el pin analógico de la tarjeta ESP32, el pin

analógico puede leer voltajes entre 0V y 5V, por lo tanto, 2.5 Voltios está a la mitad entre 0V - 5V y corresponderá a un pH de 7 que es el punto neutro entre pH 0 y pH 14.

El potenciómetro de compensación del sensor de pH es el potenciómetro azul, mismo que se encuentra cercano al conector BNC. Para establecer esta compensación primero, se desconectó la sonda del circuito con el objetivo de cortocircuitar el interior del conector BNC con el exterior y de tal manera simular un valor de pH neutro (pH7). Se tomó un trozo de cable pelado en ambos lados, a continuación, se envolvió un lado alrededor del exterior del conector BNC y el otro se lo empujó en el orificio del mismo conector. Este cortocircuito representa aproximadamente una lectura de pH neutro cuyo valor predeterminado es 7 y puede ser observado en la figura 27.



**Figura 27.** Cortocircuito del conector BNC del sensor de pH.

Elaborado por: Investigador

Una vez cortocircuitado los polos del conector BNC, se procede a medir con un multímetro el valor del pin Po y ajustar cuidadosamente el potenciómetro de compensación hasta que Po mida el valor de 2.5 Voltios. En la figura 28 se observa la medición del voltaje en el pin Po del sensor de pH E-201-C.



**Figura 28.** Medición del voltaje en el pin Po el sensor de pH.

Elaborado por: Investigador

Como se tienen dos soluciones líquidas QUAT 100 y PROCIDE 3X1 con sus valores de pH 11 y pH 5 respectivamente según sus fichas técnicas, se procedió a conectar la sonda con el conector BNC y mediante pruebas se tomaron mediciones de voltaje de las soluciones líquidas obteniendo 1,79V y 2,82V respectivamente para cada agente tensoactivo, se toma estos valores como referenciales para realizar una linealización.

Con los valores de pH y voltaje de las soluciones líquidas respectivas se procedió a calcular la ecuación de la recta:

**Tabla 14.** Pares ordenados de los agentes tensoactivos catiónicos.

Soluciones líquidas	y(pH)	x(V)
QUAT 100	11	1,79
PROCIDE 3X1	5	2,82

Elaborado por: Investigador, basado en pruebas reales.

$$y = mx + b \quad \text{[Ecuación 3]}$$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{11 - 5}{1,79 - 2,82} = \frac{6}{-1,03} = -5,8252$$

Una vez obtenido el valor de la pendiente, se procede a reemplazar en la ecuación 3, a continuación se calculó la constante “b” reemplazando en la ecuacion cualquier par ordenado de la tabla 14.

$$y = -5,8252x + b$$

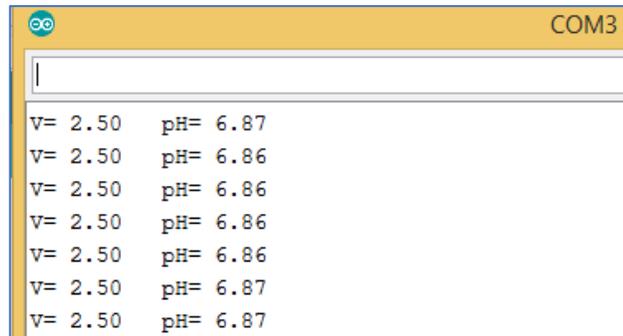
$$11 = -5,8252(1,79) + b$$

$$b = 11 + 10,4271$$

$$b = 21,4271$$

$$y = -5,8252x + 21,4271$$

Con la ecuación de la recta establecida, se procedió a calcular a través de la programación en el IDE de Arduino, el valor del voltaje y de pH del sensor, copiando la ecuación de la recta obtenida. En la figura 29 se puede observar los valores impresos en el monitor serial de voltaje y pH cuando el conector BNC del sensor se encuentra en cortocircuito, el valor de pH se aproxima al valor esperado de 7.



**Figura 29.** Monitor serial con impresión de valores de voltaje y pH.

Elaborado por: Investigador

### Calibración del sensor de Turbidez

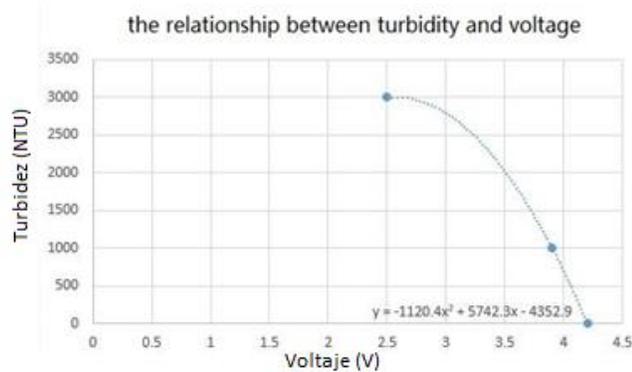
El sensor de turbidez se establece en dos partes: el sensor que se sumerge y la placa del controlador. La placa emite un voltaje que varía con la turbidez de la sustancia. Cuanto más turbio esté el agente catiónico, menor será ese voltaje. El sensor incluye una caja de plástico semitransparente y una cubierta superior. Al quitar la cubierta superior, se ve una pequeña placa de circuito que contiene un transmisor y un receptor de infrarrojos uno frente al otro, mismos que se pueden apreciar en la figura 30.



**Figura 30.** Transmisor y receptor infrarrojos del sensor de turbidez.

Elaborado por: Investigador

La turbidez, según los estándares internacionales, se mide de acuerdo con las unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU) a través de un Nefelómetro. Para calcular la salida del sensor en NTU, se utiliza el diagrama y la fórmula incluida en las especificaciones técnicas del sensor. En la figura 31 se muestra el diagrama que relaciona los valores de voltaje con los NTU del sensor de turbidez.



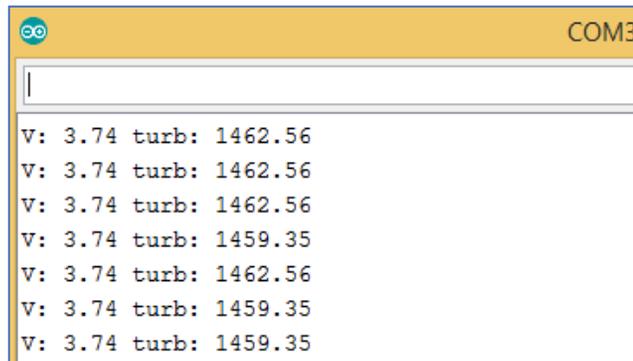
**Figura 31.** Diagrama de relación entre el voltaje y la turbidez.

Fuente: Especificaciones técnicas sensor SEN-0189

La documentación oficial del sensor establece que el sensor funciona a 5V. Pero no existe ningún problema para usar 3.3 V (que es el voltaje de funcionamiento de la tarjeta inalámbrica ESP32). Se tiene en cuenta que, los cálculos de ADC serán diferentes, y tendrán que cambiar los cálculos de 5V a 3.3V.

Como el ADC de la ESP32 es de 4095 ya que utiliza 12 bits mientras que para el Arduino tradicional es de 1023 con 10 bits, se procedió a realizar un mapeo en la programación, este mapeo permite obtener un ADC de 1023 a partir del ADC de la ESP32, con el valor del ADC establecido se calcula el voltaje y posteriormente la turbidez aplicando la ecuación mostrada en la figura 18.

Para probar el funcionamiento del sensor se compila el programa y se carga a la tarjeta ESP32, con el sensor sin ser sumergido en ningún líquido se tendrá completa claridad entre los infrarrojos. En la figura 32 se muestra el monitor serial con los valores de voltaje y turbidez cuando el sensor detecta completa claridad.



**Figura 32.** Monitor serial con impresión de valores de voltaje y turbidez.

Elaborado por: Investigador

### Calibración del sensor de nivel ultrasónico

El JSN-SR04T es un sensor de distancia ultrasónico impermeable y fácil de usar con un rango de medición entre 20 a 450 cm. El sensor viene con un cable de 2,5 m de largo que se conecta a una placa de conexión que controla el sensor y hace el procesamiento de la señal. Hay que tener en cuenta que tanto el sensor como el cable son a prueba de agua, pero si entra agua en la placa de conexión, el sensor podría dejar de funcionar.

Un sensor de distancia ultrasónico funciona enviando ondas de ultrasonido. Estas ondas de ultrasonido son reflejadas por un objeto y el sensor ultrasónico las detecta. Al medir el tiempo transcurrido entre el envío y la recepción de las ondas sonoras, se puede calcular la distancia entre el sensor y un objeto, para este caso la sustancia en la que se reflejan las ondas de ultrasonido es el agente tensoactivo catiónico en cuestión.

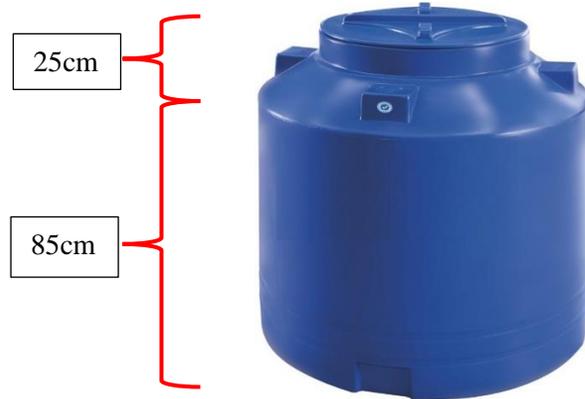
La ecuación para calcular la distancia es:

$$Distancia (cm) = \frac{Velocidad\ del\ sonido\ \left(\frac{cm}{\mu s}\right) \times Tiempo\ (\mu s)}{2} \quad [Ecuación\ 4]$$

Donde:

- **Velocidad del sonido:**  $343 \frac{m}{s} \rightarrow 0,034 \frac{cm}{\mu s}$
- **Tiempo:** Tiempo entre el envío y la recepción de ondas sonoras en  $\mu s$ .

Con la medición de la distancia establecida se proceden hacer los cálculos para poder medir el nivel del tanque con el sensor ultrasónico. En la figura 33 se puede ver el tanque a utilizar con las respectivas medidas de altura.



**Figura 33.** Características técnicas del tanque.

Elaborado por: Investigador

Como se observa en la figura 36 el tanque está compuesto por dos secciones, la primera que mide 85cm de altura y la segunda que tiene una altura de 25cm. Para el presente proyecto se hace uso de la primera sección que mide 85cm. Como el sensor ultrasónico se lo implementa en la tapa del tanque, la medición que se obtenga de la distancia se tiene que restar los 25cm de la segunda sección.

Para calcular el nivel del tanque en centímetros se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{nivel}(cm) = \text{altura} - \text{distancia} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

Donde:

- **Altura:** 85cm
- **Distancia:** distancia obtenida por el sensor ultrasónico menos 25cm de la primera sección del tanque.

Una vez calculado el nivel del tanque en centímetros se procede a calcularlo en galones. Mediante pruebas se sabe que, al insertar en el depósito 5 galones de producto, el nivel de líquido se incrementa a 3 centímetros y así continua de forma progresivamente lineal. Con

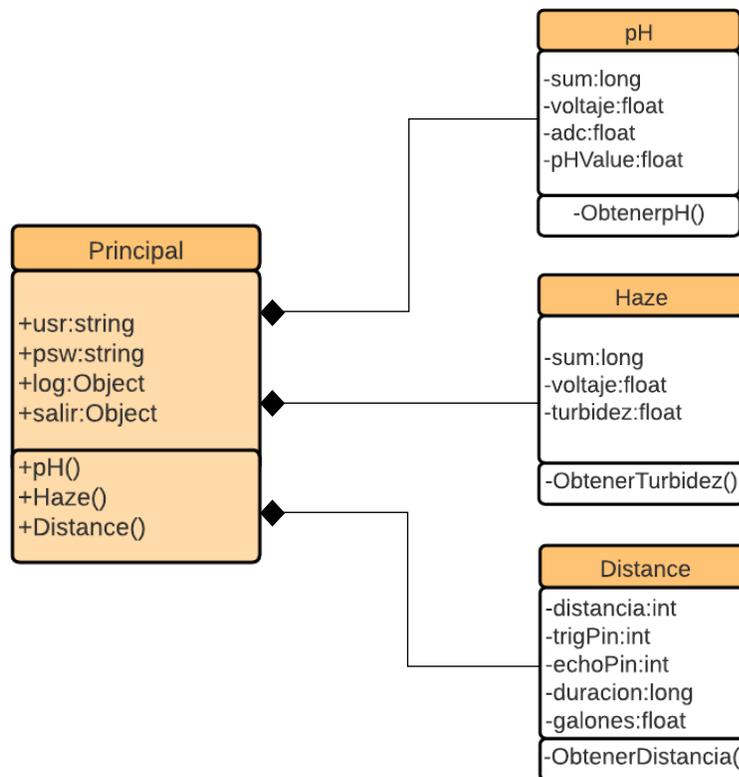
estos datos obtenidos de forma empírica, se procede a calcular el nivel del tanque en galones aplicando la siguiente fórmula matemática.

$$nivel(gal) = \frac{5}{3} * nivel(cm) \quad \text{[Ecuación 6]}$$

La programación ejecutada para el cálculo del nivel de la sustancia del tanque en galones se aprecia en el anexo D, que contiene la programación todos los sensores descritos en esta sección además se encuentra el código para el funcionamiento del módulo SIM800L.

### Diagrama de clase

El diagrama de clase se basa en los métodos de programación que componen el funcionamiento del sistema.



**Figura 34.** Diagrama de clase general

Elaborado por: Investigador

En la figura 34 se muestra las clases que se utilizan en el programa principal, cada una de las clases presenta sus respectivos atributos y métodos, es importante recalcar que existe una relación entre la clase principal y el resto de clases.

### Implementación del servidor externo

La creación del servidor web externo tiene el objetivo de almacenar y visualizar los datos enviados desde la ESP32 en la nube, dichos datos pueden ser visualizados desde cualquier navegador con acceso a internet y desde cualquier parte del mundo. La implementación del servidor externo se realizó en Goddady, ya que es una página que provee el servicio de hosting y dominio para la creación de páginas web.

Para adquirir el hosting y dominio del servidor global se creó una cuenta en Goddady, una vez creada la cuenta se procedió a escoger un dominio para la página web, en este caso “*indiquimicameter.com*”. En la figura 35 se puede apreciar que el dominio escogido está disponible y se lo puede comprar.



**Figura 35.** Selección del dominio para la página web.

Elaborado por: Investigador

A continuación, se procedió a comprar el hosting web. El hosting web seleccionado incluye cPanel, que permite administrar de una manera visual la página web a crear, este panel de control de hosting está basado en Linux y permite acceder a una variedad de módulos que contienen bases de datos, archivos, preferencias, aplicaciones web, seguridad, dominios, también permite configurar y editar fácilmente el sitio e incluso permite monitorear el rendimiento de los sitios.

Para poder administrar la página web a través de cPanel se asoció el dominio creado al hosting web adquirido tal como se muestra en la figura 36.



**Figura 36.** Asociación del dominio con el hosting web.

Elaborado por: Investigador

Hecho el aprovisionamiento de la cuenta del hosting web aparecerá la pantalla principal mostrada en la figura 37, donde se detallan las credenciales de acceso a la cuenta de cPanel en caso de que se termine la sesión en la cuenta de Godaddy.



**Figura 37.** Cuenta de inicio del cPanel.

Elaborado por: Investigador

En cPanel se puede hacer la administración del servidor, crear páginas web, bases de datos, correos electrónicos que se asocien a la página web, entre otras opciones como se muestra en la figura 48.



**Figura 38.** Interfaz gráfica de cPanel.

Elaborado por: Investigador

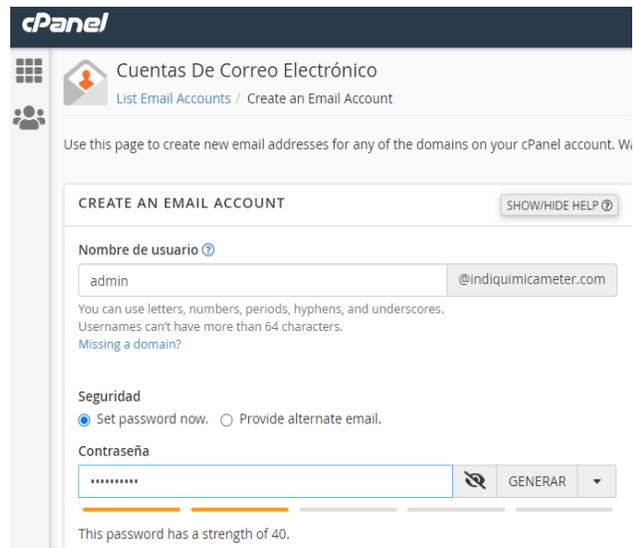
A continuación, se procedió a instalar el certificado de seguridad para permitir la transferencia de datos cifrados entre el navegador y el servidor web creado. Goddady provee el certificado SSL pagado, por tal motivo se utilizó la página “*SSL For Free*” para obtener el certificado de forma gratuita. En la figura 39 se aprecia la página principal de “*SSL For Free*”.



**Figura 39.** Página principal de SSL For Free.

Elaborado por: Investigador

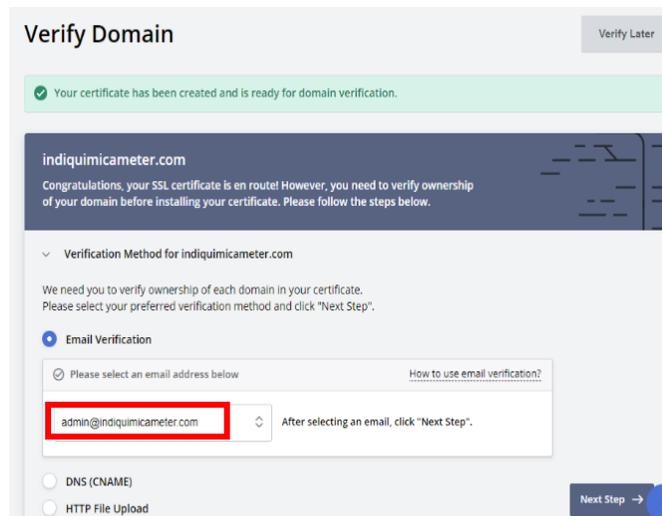
Una vez registrado el dominio se crea una cuenta en la página de SSL For Free posteriormente, envía un correo de verificación del dominio al servidor externo, para lo cual se tuvo que crear un correo en cPanel que asocie al servidor implementado y por defecto a la página web a implementar. En la figura 40 se puede apreciar la creación del correo “*admin@indiquimicameter.com*” en la cuenta de cPanel.



**Figura 40.** Creación del correo admin@indiquimicameter.com

Elaborado por: Investigador

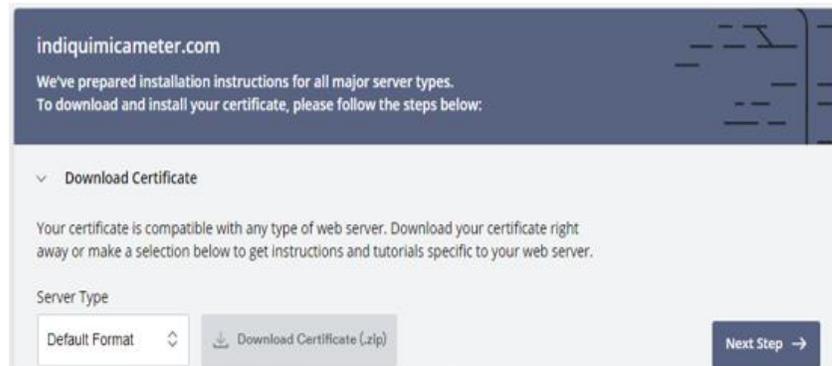
Con el correo creado se procedió a verificar el dominio en la página *SSL For Free* como se aprecia en la figura 41.



**Figura 41.** Envío del correo de verificación del dominio.

Elaborado por: Investigador

Con el dominio verificado, aparecerá el certificado de seguridad SSL en un archivo comprimido .zip como se muestra en la figura 42, este certificado se lo descarga para posteriormente cargarlo en la administración de certificados SSL/TLS dentro del cPanel.



**Figura 42.** Certificado SSL comprimido.

Elaborado por: Investigador

Una vez subido el certificado SSL al servidor se procedió a instalarlo y posterior a esto se verificó la instalación accediendo a los detalles del certificado como se muestra en la figura 43, en la imagen se puede observar que el dominio de la página web tiene el icono de seguridad activado, con lo cual se comprueba su funcionamiento.

Administrar los sitios web SSL que se instalaron			
FQDNs	Caducidad del certificado	Raíz del documento	Acciones
autodiscover.indiquimicameter.com	23/02/21	/public_html	Desinstalar
cpanel.indiquimicameter.com			Actualice el certificado
cpcalendars.indiquimicameter.com			Detalles de certificados
cpcontacts.indiquimicameter.com			Utilice el certificado para el sitio nuevo
<b>indiquimicameter.com</b>			
mail.indiquimicameter.com			
webdisk.indiquimicameter.com			
webmail.indiquimicameter.com			
<b>www.indiquimicameter.com</b>			

**Figura 43.** Detalles del certificado SSL instalado.

Elaborado por: Investigador

### Creación de la base de datos externa

Para la creación de la base de datos en el servidor externo se procedió a acceder al cPanel y en la sección base de datos se seleccionó la opción “*Bases de datos MySQL*” donde se

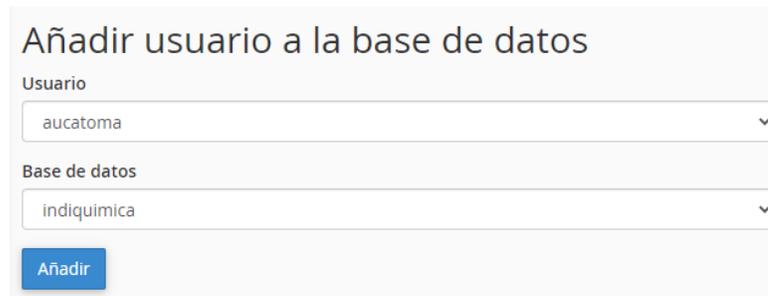
crea la base de datos denominada “*indiquimica*”. En la figura 44 se puede apreciar la creación de la base de datos.



**Figura 44.** Creación de la base de datos global.

Elaborado por: Investigador

A continuación, se añadió un nuevo usuario con las credenciales user: “*aucatoma*”, password: “*tesis\*\*\**”. Una vez creado el nuevo usuario se le dieron todos los privilegios para que administre la base de datos creada. En la figura 45 se puede observar la asociación del usuario creado con la base de datos que va a administrar.



**Figura 45.** Asociación del usuario “*aucatoma*” con la base de datos “*indiquimica*”

Elaborado por: Investigador

Se accedió nuevamente al cPanel en la sección de Bases de datos y se ingresó al “*phpMyAdmin*” del servidor como se muestra en la figura 46. En la figura se puede observar la base de datos creada.



**Figura 46.** phpMyAdmin del servidor externo.

Elaborado por: Investigador

Una vez creada la base de datos externa “*indiquimica*”, se crearon dos tablas denominadas “*tanque1*” y “*tanque2*”, estas cuentan con los siguientes campos:

- Id
- Fecha
- pH
- Nivel
- Turbidez

El campo “*Id*” es de tipo entero y se va incrementando automáticamente cada vez que se ingresa un registro a la tabla, para obtener reportes de los datos se agregó el campo fecha y finalmente los últimos campos corresponden a las variables medidas en los depósitos de almacenamiento. El tipo de datos de los últimos tres campos se declaran como flotantes, donde se añade la longitud de los enteros y decimales con el parámetro “*11,2*”, este parámetro indica que la longitud máxima de enteros a ingresar es 11 y la longitud máxima de decimales es 2. La estructura de la tabla *tanque1* es mostrada en la figura 47, cabe mencionar que para la tabla *tanque 2* los campos creados son los mismos al igual que los parámetros establecidos y en el caso de añadir más tanques se lo haría de la misma manera.

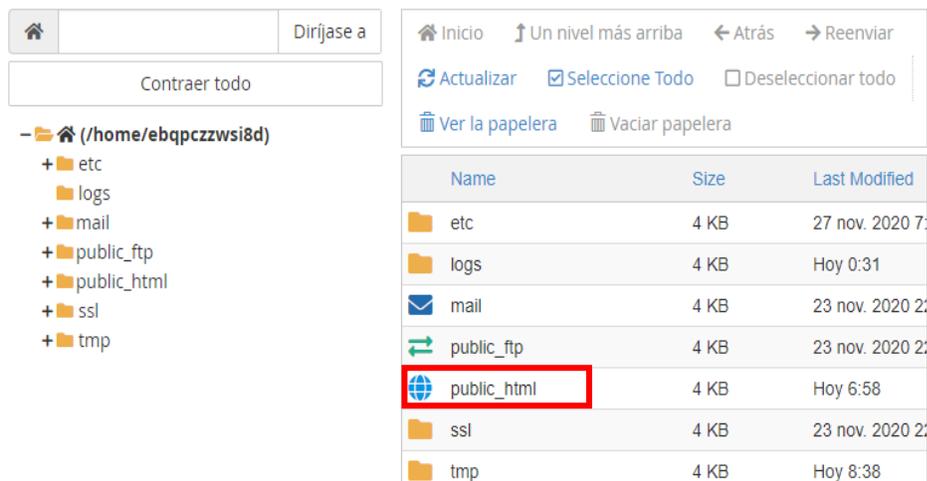
#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios
<input type="checkbox"/>	1	id		int(11)	No	Ninguna	
<input type="checkbox"/>	2	fecha		date	No	Ninguna	
<input type="checkbox"/>	3	ph		float(11,2)	No	Ninguna	
<input type="checkbox"/>	4	nivel		float(11,2)	No	Ninguna	
<input type="checkbox"/>	5	turbidez		float(11,2)	No	Ninguna	

**Figura 47.** Estructura de la base de datos externa Indiquimica.

Elaborado por: Investigador

### Diseño de la página web Indiquimica

Para el desarrollo de la página lo primero que se hizo fue configurar la subida de datos de los sensores desde la ESP32 hacia la base de datos externa. Para subir la información desde la ESP32 a la base de datos externa se creó el archivo “*envioDatos.php*” utilizando el lenguaje de programación PHP, en el anexo E se puede obtener el código fuente del archivo denominado “*envioDatos.php*”. Una vez creado el archivo se lo subió al servidor externo ingresando al cPanel en la sección de administrador de archivos para almacenarlo en la carpeta “*public\_html*”. En la figura 48 se aprecia la ubicación de la carpeta “*public\_html*” donde se almacenarán los archivos de la página web.



**Figura 48.** Ubicación de la carpeta public\_html.

Elaborado por: Investigador

El archivo “*envioDatos.php*” se divide en dos partes. La primera parte corresponde a la conexión de la ESP32 con la base de datos externa “*indiquimica*”. En la figura 49 se puede apreciar el código.

```
$conexion = mysqli_connect("localhost", "aucatoma", "
    tesis123","indiquimica");

if (!$conexion) {
    echo "Error: No se pudo conectar a MySQL." . PHP_EOL;
    echo "error de depuración: " . mysqli_connect_error() .
        PHP_EOL;
    exit;
}
```

**Figura 49.** Conexión de la ESP32 con la base de datos global *indiquimica*.

Elaborado por: Investigador

La segunda parte del código corresponde a la publicación de los valores obtenidos por los sensores en la base de datos externa, esta publicación se la realiza mediante una consulta SQL con la instrucción INSERT INTO y a través del método POST como se muestra en la figura 50.

```
$ph = $_POST ['ph'];
$nivel = $_POST ['nivel'];
$turbidez = $_POST ['turbidez'];

$sql = "INSERT INTO `datostanque` (`id`, `ph`, `nivel`, `
    turbidez`) VALUES (NULL, '$ph', '$nivel', '$turbidez')";

$resultado = mysqli_query($conexion,$sql) or die ('error en
    el query');
mysqli_close($conexion);
echo "Datos ingresados correctamente.";
```

**Figura 50.** Publicación de valores obtenidos por los sensores en la base de datos externa.

Elaborado por: Investigador

Una vez subida la información de los sensores mediante la ESP32 a la base de datos se procedió a crear la interfaz gráfica del sitio web. Se crearon 2 archivos HTML el primero

se denominó “*index.html*” y el segundo “*index2.html*”, estos archivos fueron cargados en la carpeta *public\_html* como ya se explicó anteriormente.

El archivo “*index.html*” contiene el inicio de sesión a la página web de “*indiquimicameter.com*”, en el anexo F se puede obtener el código fuente del archivo. En la figura 51 se puede observar la página de inicio de sesión, para acceder se ingresan las credenciales user: “*aucatoma*” y password: “*tesis\*\*\**”.



**Figura 51.** Página de inicio de sesión para acceder a la página web general.

Elaborado por: Investigador

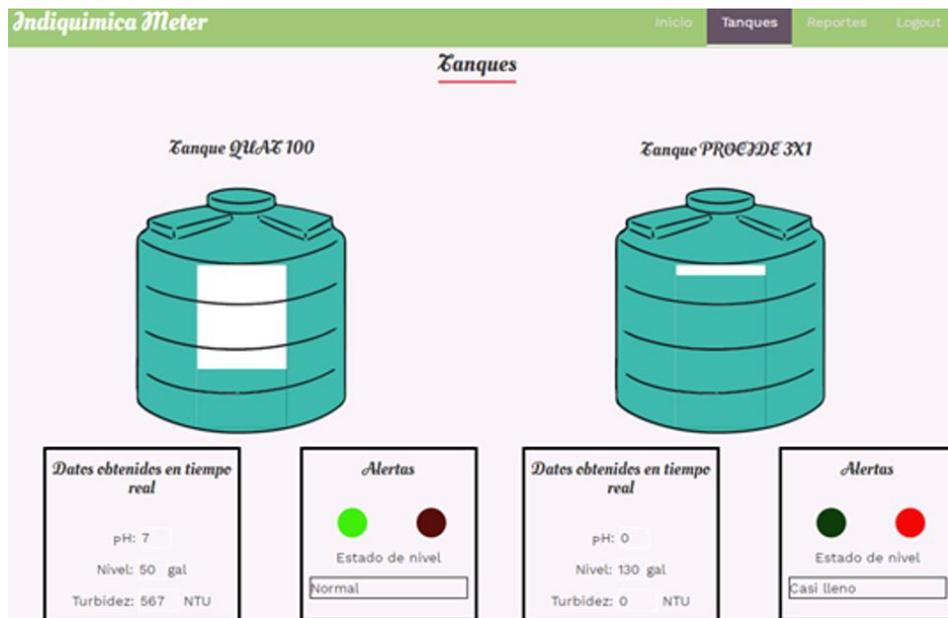
Al hacer clic en el botón *LOGIN* automáticamente se redirecciona a la página web general de Indiquimica Meter, creada en el archivo “*index2.html*”, el código fuente del archivo se encuentra en el anexo G. Como se observa en la figura 52 la página web cuenta con un menú de 4 secciones: inicio, tanques, reportes y logout que cierra la sesión del usuario que ingreso al sitio web. En la sección de inicio se puede apreciar un mensaje de bienvenida y cierta información de la empresa



**Figura 52.** Sección de inicio de la página web Indiquimica Meter.

Elaborado por: Investigador

En la figura 53 se puede apreciar la sección correspondiente a tanques, en la parte inferior se pueden visualizar los valores de los sensores. Por cuestiones de presupuesto económico, el primer depósito correspondiente al tensoactivo Quat 100 emitirá valores simulados y enviados desde la tarjeta controladora, mientras que para el tensoactivo Procide 3x1 se mostrarán los datos reales sensados dentro del tanque de almacenamiento.



**Figura 53.** Sección de tanques de la página web Indiquimica Meter.

Elaborado por: Investigador

Se programaron 3 tipos de estados para definir el nivel de los tanques: “*normal*”, “*casi lleno*” y “*casi vacío*”. Cada uno de los estados se rige a condiciones específicas, los tanques están en un estado normal cuando el nivel de agente tensoactivo es superior a los 10 e inferior a los 130 galones, cuando el nivel de agente tensoactivo es inferior o igual a 10 galones, los tanques estarán en un estado casi vacío y cuando el nivel de agente líquido sea superior o igual a los 130 galones el estado del nivel de agua de los tanques será casi lleno. Dependiendo de los estados del nivel de las sustancias en los tanques se encenderán los leds indicadores, la luz verde se enciende cuando los tanques tienen un estado normal de nivel del agente líquido y además cuando no ha cambiado ningún valor de las variables monitoreadas de pH y Turbidez, mientras que para los otros dos estados o cuando han cambiado los valores de las variables se enciende el led rojo indicando alerta. Las condiciones descritas en esta sección se encuentran establecidas en el código fuente del archivo “*ESP32-ControlTanque.ino*”, para el envío de notificaciones de alertas mediante SMS.

En la sección reportes mostrada en la figura 54 se observan 3 partes a seleccionar para obtener los reportes de las bases de datos local o externa. La primera corresponde a la selección del tanque, se estableció el monitoreo de 2 tanques, pero se pueden añadir más según las necesidades de la empresa, para esto se colocó una lista de los tanques que facilitan al usuario la selección. La segunda corresponde a la selección del tipo de reporte ya sea local o externa en este caso denominada global. Finalmente, en la tercera parte se establece un rango de fechas en las que se desean obtener los reportes, adicional en la parte inferior se añaden las indicaciones para facilitar al usuario la obtención de los reportes.

**Figura 54.** Sección de reportes de la página web Indiquimica Meter.

Elaborado por: Investigador

Los archivos “*index.html*” e “*index2.html*”, fueron desarrollados al combinar lenguajes de programación como lo son HTML y JavaScript, HTML permitió darles estructura a las páginas, con la inserción de etiquetas, cuadros de texto e imágenes, mientras que con JavaScript se pudo dar el aspecto dinámico a los tanques y alertas. Para la asignación de estilos se creó un archivo CSS, mecanismo que complementa a HTML en la creación de páginas web, denominado “*estilos.css*”. en el Anexo H se puede encontrar el código fuente del archivo “*estilos.css*”.

Para la visualización del reporte global se creó el archivo denominado *reporteGlobal.php*, que fue añadido a la carpeta “*public\_html*” del servidor, este archivo tiene la capacidad de mostrar un historial de la información almacenada en la base de datos externa de acuerdo con el rango de fechas seleccionadas por el usuario en la página web, como se muestra en la figura 55. En el Anexo I se puede encontrar el código fuente del archivo *reporteGlobal.php*

ID	FECHA	PH	NIVEL (gal)	TURBIDEZ (NTU)
1	2020-11-09	8.00	80.00	125.00

**Figura 55.** Reporte externo del tanque2.

Elaborado por: Investigador

### Implementación del servidor local en la Raspberry Pi

El servidor local permite el almacenamiento y visualización en tiempo real de los datos dentro de la planta, los datos enviados de forma inalámbrica desde la ESP32. Para la implementación del servidor se utiliza una Raspberry Pi 4 con el sistema operativo Raspberry Pi OS, en la figura 56 se muestra la interfaz de la misma.



**Figura 56.** Sistema operativo Raspberry Pi OS.

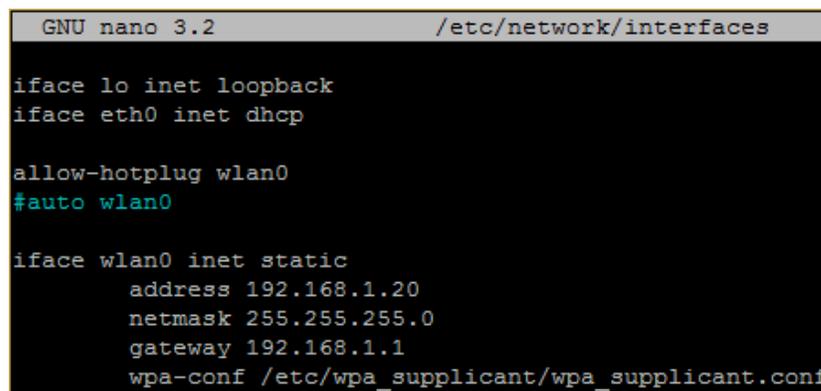
Elaborado por: Investigador

### Implementación del servidor LAMP

El servidor LAMP es el acrónimo de Linux, Apache, MySQL y PHP, que en conjunto forman un grupo de softwares open source que dan origen a la creación y desarrollo de

sitios web gratuitos. Para el presente proyecto ya se instaló Raspberry Pi OS que es una distribución de sistema operativo de Linux. Para facilitar el proceso de instalación del servidor LAMP se habilitó el acceso remoto de la Raspberry Pi a través del puerto 22 del protocolo SSH, con los comandos: “*\$sudo systemctl enable ssh*” y “*\$sudo systemctl start ssh*” ingresados desde la terminal.

Una vez habilitado el acceso remoto se procede a asignarle una IP estática a la interfaz inalámbrica de la Raspberry Pi. Se ingresó a la configuración de las interfaces de red con el comando “*\$sudo nano /etc/network/interfaces*” y se asignó la IP estática 192.168.1.20 a la interfaz wlan0 de la Raspberry Pi como se aprecia en la figura 57.



```
GNU nano 3.2 /etc/network/interfaces

iface lo inet loopback
iface eth0 inet dhcp

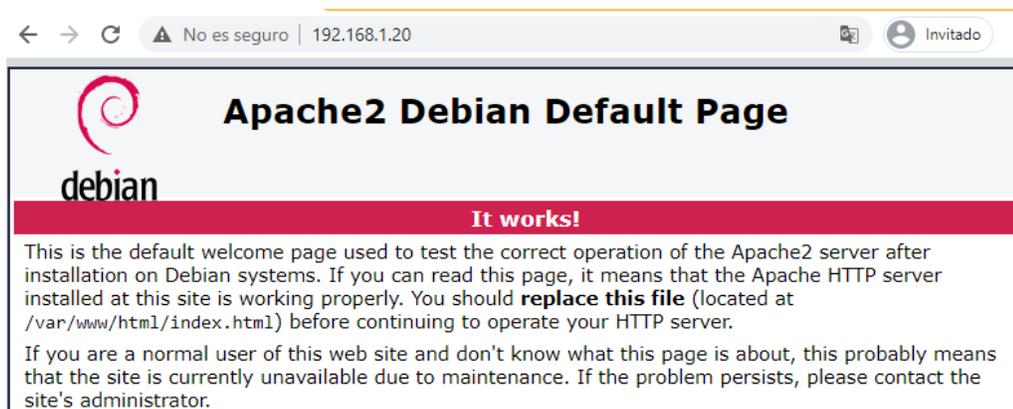
allow-hotplug wlan0
#auto wlan0

iface wlan0 inet static
    address 192.168.1.20
    netmask 255.255.255.0
    gateway 192.168.1.1
    wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

**Figura 57.** Configuración de la IP estática de la interfaz wlan0.

Elaborado por: Investigador

Con el comando “*sudo apt-get install apache2 -y*” se procede a instalar el servidor Apache. De forma predeterminada, Apache coloca un archivo HTML de prueba en la carpeta */var/www/html* que puede ser visto desde la RPI u otra computadora que se encuentre en red. Para verificar la instalación de Apache se accedió a cualquier navegador y se ingresó la dirección del servidor, en este caso se ingresa la dirección 192.168.1.20. En la figura 58 se observa que se despliega el archivo HTML de prueba proporcionado por Apache, en la ventana del navegador.



**Figura 58.** Archivo HTML de prueba del servidor Apache instalado.

Elaborado por: Investigador

Con la instalación de Apache ya se pueden crear páginas web que soporten JavaScript CSS y HTML, pero aún no se tiene la capacidad de soportar contenidos dinámicos y para ello a continuación se instaló PHP.

Para la instalación de PHP se ejecuta el comando “*\$sudo apt-get install php -y*” y luego se procede a verificar en el navegador con la dirección *192.168.1.20/indexphp.php* y a continuación se despliega en detalle la información del PHP instalado como se muestra en la figura 59.

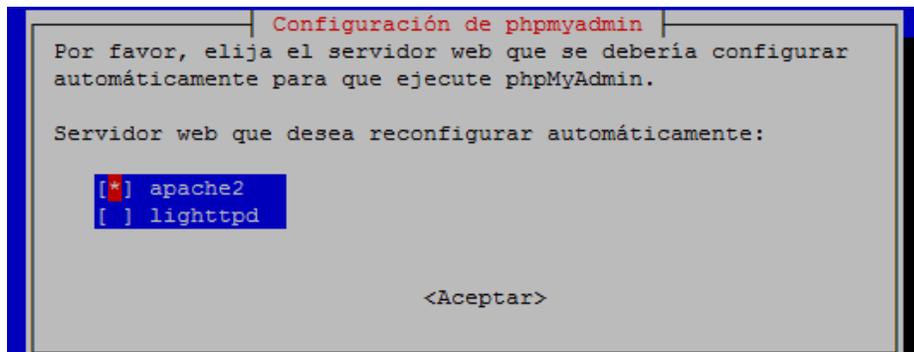


**Figura 59.** Destalles del PHP instalado.

Elaborado por: Investigador

Para completar la instalación del servidor LAMP, se requiere instalar MySQL que permitirá el manejo de bases de datos requeridas para el presente proyecto. Se procedió a

instalar MariaDB Server que es un motor de base de datos popular y PHP-MySQL que permite crear enlaces entre PHP y MySQL, ejecutando el comando “*\$sudo apt-get install mariadb-server php-mysql -y*”. Finalmente se instaló phpMyAdmin ejecutando el comando “*\$sudo apt-get install phpmyadmin*”, a continuación, aparece el cuadro de diálogo que se muestra en la figura 60 en el cual se selecciona el servidor web Apache para que se ejecute phpMyAdmin.



**Figura 60.** Selección del servidor web para ejecutar phpMyAdmin.

Elaborado por: Investigador

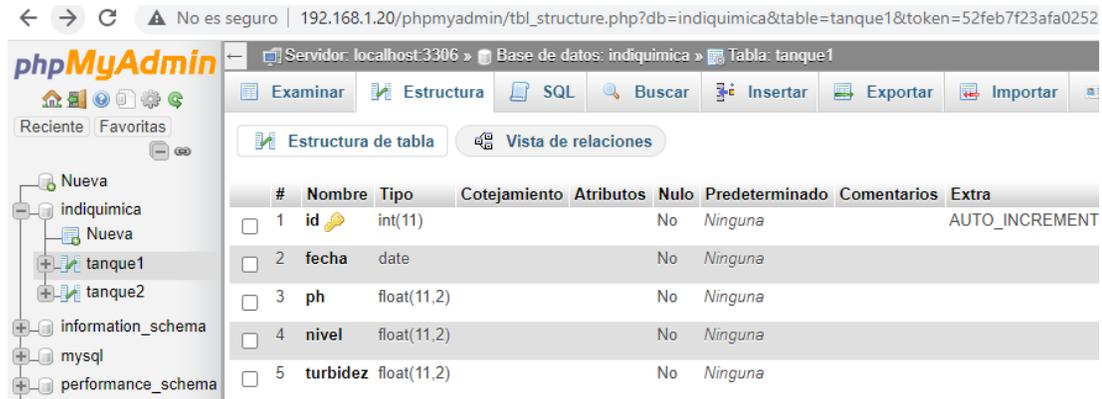
Una vez instalado phpMyAdmin se creó un nuevo usuario y contraseña con todos los privilegios para la administración de las bases de datos. Para la creación del nuevo usuario se accedió a la consola de MariaDB ejecutando el comando “*\$sudo mysql -u root*” una vez en la consola se ejecutaron los siguientes comandos:

- CREATE USER 'aucatoma'@'localhost' IDENTIFIED BY 'tesis\*\*\*';
- GRANT ALL PRIVILEGES ON \*.\* TO 'aucatoma'@'localhost';
- FLUSH PRIVILEGES;

Donde “*aucatoma*” es el nuevo usuario y “*tesis\*\*\**” la contraseña del mismo. Una vez creado el usuario se reinició el servicio de MySQL ejecutando el comando “*\$sudo service mysql restart*” y a continuación se verificó la instalación de phpMyAdmin ingresando la dirección “*192.168.1.20/phpmyadmin*” en el navegador.

## Creación de la base de datos local

Por lo general, las empresas que brindan alojamiento en la nube, hacen mantenimiento de sus plataformas o a veces ocurren fallos que tienden a provocar la caída de los servidores y es por este motivo que tener un respaldo local de la información enviada a la nube es de vital importancia, es por ello se creó una base de datos local para tener un backup de la información almacenada en la nube. Al igual que el servidor externo se creó una base de datos local llamada “*indiquimica*”, en la cual se crearon dos tablas denominadas “*tanque1*” y “*tanque2*”. La estructura de la base de datos local se puede apreciar en la figura 61, cabe mencionar que los parámetros asignados son iguales a los del servidor externo.



#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
<input type="checkbox"/>	1	id			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2	fecha			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	3	ph			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	4	nivel			No	Ninguna		
<input type="checkbox"/>	5	turbidez			No	Ninguna		

**Figura 61.** Estructura de la tabla *tanque1* de la base de datos local *indiquimica*.

Elaborado por: Investigador

Una vez creada la base de datos con sus respectivas tablas, se procedió a conectar de forma inalámbrica la ESP32 con el servidor local para almacenar los datos de los sensores. Para conectar la ESP32 con el servidor local se accedió a la ruta “*/var/www/html*” y se añadió el archivo “*envioDatos.php*” que se utilizó en el servidor externo. Debido a que se crearon con el mismo nombre y parámetros, las bases de datos local y global se puede utilizar el mismo archivo para ambos servidores.

Para la visualización del reporte local se accedió a la ruta “*/var/www/html*” y se creó el archivo denominado “*reporteLocal.php*”, este archivo al igual que el reporte global tiene

la capacidad de mostrar un historial de la información almacenada en la base de datos global de acuerdo con el rango de fechas seleccionadas por el usuario en la página web, como se muestra en la figura 62. En el Anexo J se puede encontrar el código fuente del archivo “*reporteLocal.php*”.

ID	FECHA	PH	NIVEL (gal)	TURBIDEZ (NTU)
1	2020-11-01	4.50	80.00	123.00
2	2020-11-10	7.00	50.00	567.00
4	2020-12-09	7.00	50.00	567.00

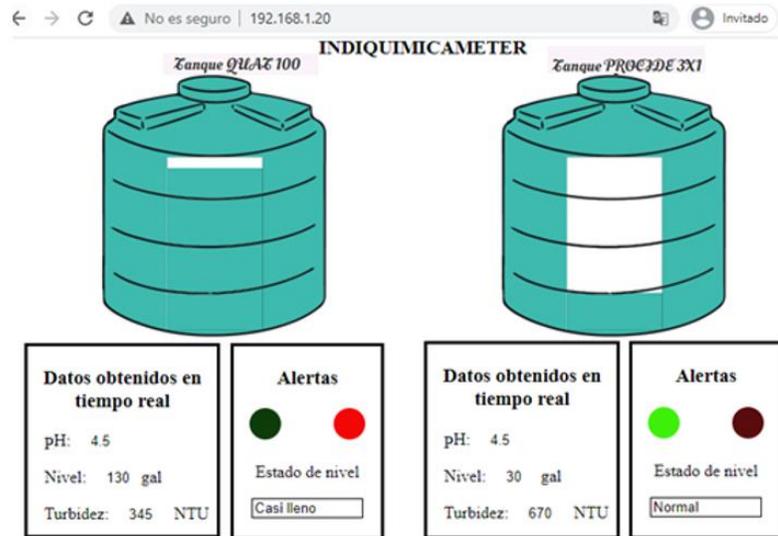
**Figura 62.** Reporte local del tanque1.

Elaborado por: Investigador

### Desarrollo de la interfaz gráfica

Al igual que para la página web del servidor externo, en el servidor local se creó una interfaz gráfica amigable para el usuario, que permite visualizar de forma dinámica la cantidad de sustancia de los tanques del proceso, además en la parte inferior se pueden visualizar los valores de los sensores de pH, turbidez y además la cantidad de agente tensoactivo en unidades de galones estadounidenses, estos datos serán presentados en tiempo real, a lado se muestran las alertas que indican el estado del nivel de los tanques supervisados que funcionan bajo las mismas condiciones del servidor externo.

En la figura 63 se puede apreciar la interfaz de visualización del servidor local, para la implementación de la interfaz gráfica se creó el archivo “*index.html*” que fue añadido en la ruta “*/var/www/html*” del servidor local, en el anexo K se puede encontrar el código fuente. La interfaz gráfica posee el mismo funcionamiento que el de la página web en la sección de tanques. Al igual que los archivos creados para la página web, “*index.html* fue desarrollado al combinar lenguajes de programación como lo son HTML y JavaScript, además para los estilos de la interfaz se ocupó CSS.

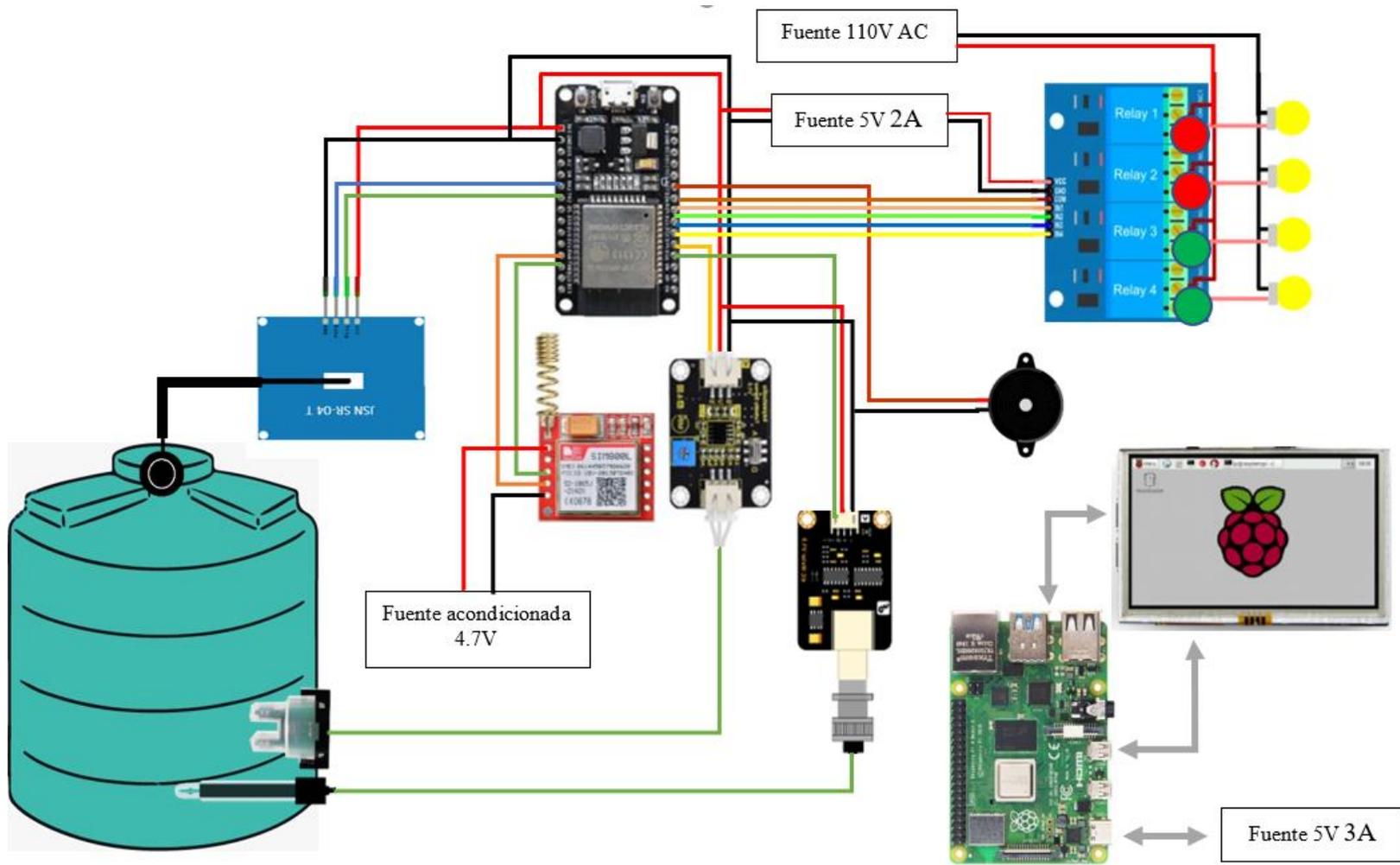


**Figura 63.** Interfaz gráfica local para el monitoreo de los tanques de Indiquimica.

Elaborado por: Investigador

### Implementación del prototipo de sistema electrónico

La implementación del prototipo para el sistema electrónico se lo realiza mediante la asociación de los equipos y componentes electrónicos, el diagrama de implementación a seguirse muestra en la figura 64.

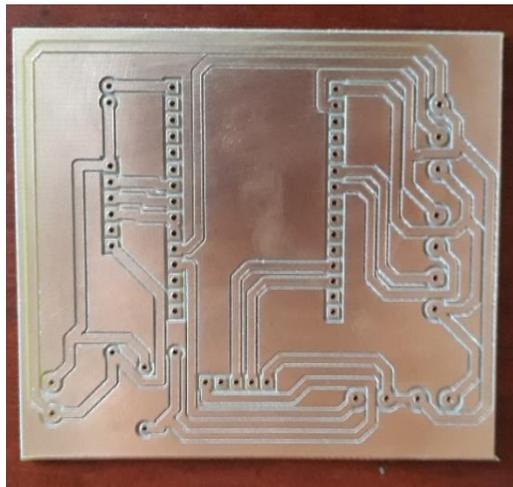


**Figura 64.** Diagrama para la implementación del sistema electrónico.

Elaborado por: Investigador

Se procedió a diseñar una placa de circuito impreso donde se conectan los sensores que miden las variables del agente tensoactivo catiónico en el tanque, las alertas visuales (luces de colores) y audible (buzzer), módulo SIM800L y la placa inalámbrica ESP32. La PCB se diseñó en el software Proteus, este software contiene elementos electrónicos que poseen su esquemático en circuito impreso, a excepción de la tarjeta inalámbrica ESP32, por tal motivo se tuvo que diseñar un esquemático para los pines de la tarjeta y así pueda ser montada en la placa

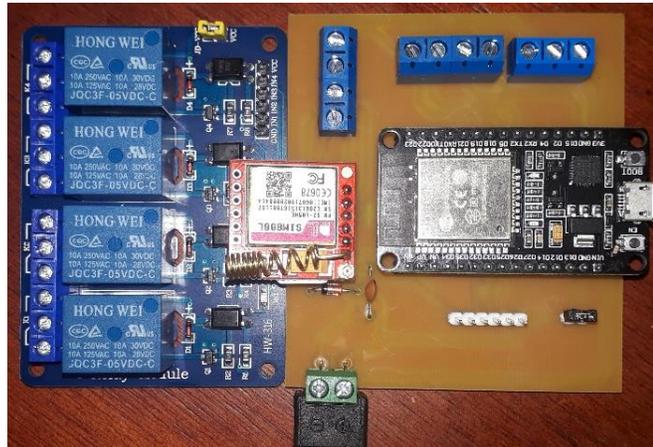
Una vez obtenido el diseño PCB, se procede a la impresión del circuito en la baquelita utilizando la tecnología CNC, posteriormente se realiza las perforaciones con un taladro de mano para introducir los componentes electrónicos como se muestra en la figura 65.



**Figura 65.** Circuito impreso en CNC.

Elaborado por: Investigador

Con el circuito impreso, se realizó el montaje de los componentes electrónicos, como se muestra a continuación en la figura 66.



**Figura 66.** Ensamblaje de la placa de circuito impreso con sus respectivos componentes.

Elaborado por: Investigador

Se diseñó un case metálico donde se colocan de una forma ordenada los equipos que forman parte del sistema electrónico. En la puerta del case se colocó la pantalla TFT y los indicadores luminosos como se muestra en la figura 67.



**Figura 67.** Implementación de la pantalla TFT e indicadores visuales en la puerta del case metálico.

Elaborado por: Investigador

En el interior del case se coloca la Raspberry Pi 4, módulo relé de 4 canales, la PCB, el buzzer y las fuentes de alimentación. En la figura 68 se puede observar los componentes del sistema electrónico ubicados en el interior del case.



**Figura 68.** Componentes del sistema electrónico distribuidos en el interior del case.

Elaborado por: Investigador

Con el case armado, se procede a implementar los sensores en el tanque, en la parte inferior del depósito se colocan tanto el sensor de pH como el de turbidez, ya que estos sensores deben tomar mediciones de sus respectivas magnitudes en cualquier nivel que se encuentre el líquido del tanque y además deben tener contacto con el mismo. En la figura 69 se muestra la implementación de los sensores pH y turbidez en la parte inferior del tanque.



**Figura 69.** Implementación de los sensores de pH y turbidez en el tanque.

Elaborado por: Investigador

El sensor ultrasónico es colocado en la tapa del tanque para que pueda tomar mediciones de la distancia entre el nivel de líquido y la altura total del tanque. En la figura 70 se observa la implementación del sensor ultrasónico.



**Figura 70.** Implementación del sensor ultrasónico en el tanque.

Elaborado por: Investigador

A continuación, se procedió a conectar los sensores con la PCB ubicada en el interior del case, además se conectaron las luces indicadoras al módulo relé de 4 canales. En la figura 71 se puede apreciar la implementación completa del sistema electrónico.



**Figura 71.** Implementación completa del sistema electrónico.

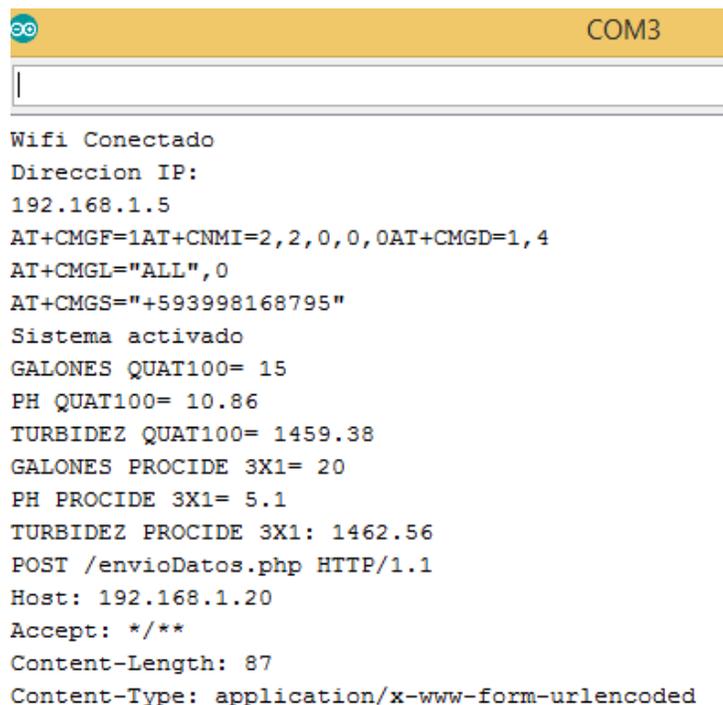
Elaborado por: Investigador

## Pruebas de funcionamiento del sistema electrónico

### Pruebas de conexión del sistema inalámbrico

Se compiló el programa “*ESP32-ControlTanque.ino*” en la tarjeta ESP32 y a continuación se abrió el puerto de comunicación serial del IDE de Arduino con el objetivo de comprobar la conexión inalámbrica de la placa con la red Wifi de Indiquimica y además la conexión de la placa con los servidores local y externo.

En la figura 72 se puede apreciar la conexión wifi de la placa ESP32 a través de la dirección IP:192.168.1.5, a continuación, se observan los comandos AT enviados al módulo SIM800L que permiten notificar a través de un mensaje de texto que el sistema se encuentra activado, luego se muestran las lecturas de los sensores y los valores simulados respectivamente que son enviados a los servidores cuando se conectan a la tarjeta inalámbrica ESP32.



```
Wifi Conectado
Direccion IP:
192.168.1.5
AT+CMGF=1AT+CNMI=2,2,0,0,0AT+CMGD=1,4
AT+CMGL="ALL",0
AT+CMGS="+593998168795"
Sistema activado
GALONES QUAT100= 15
PH QUAT100= 10.86
TURBIDEZ QUAT100= 1459.38
GALONES PROCIDE 3X1= 20
PH PROCIDE 3X1= 5.1
TURBIDEZ PROCIDE 3X1: 1462.56
POST /envioDatos.php HTTP/1.1
Host: 192.168.1.20
Accept: */**
Content-Length: 87
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
```

**Figura 72.** Comprobación de la conexión del sistema inalámbrico a través del puerto serial del IDE de Arduino.

Elaborado por: Investigador

## Pruebas de funcionamiento del servidor externo

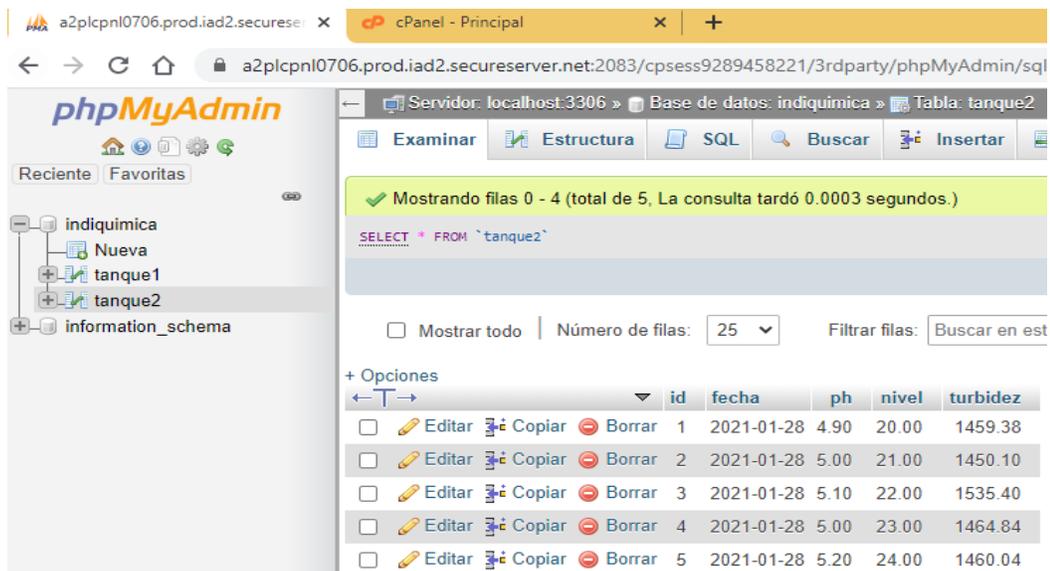
Una vez implementado el sistema electrónico en el tanque, se procedió a realizar las pruebas del servidor externo para verificar el almacenamiento de valores simulados del Tanque 1 en la base de datos externa o denominada global. Para realizar dichas pruebas se accedió a cPanel del servidor externo para posteriormente ingresar al phpMyAdmin, en la figura 73 se pueden apreciar las pruebas realizadas tanto en la tabla del tanque 1.

	id	fecha	ph	nivel	turbidez
<input type="checkbox"/>	1	2021-01-28	10.86	15.03	1459.38
<input type="checkbox"/>	2	2021-01-28	11.03	15.10	1478.95
<input type="checkbox"/>	3	2021-01-28	11.12	15.07	1464.84
<input type="checkbox"/>	4	2021-01-28	10.91	15.10	1460.04
<input type="checkbox"/>	5	2021-01-28	11.09	15.03	1464.84

**Figura 73.** Verificación del almacenamiento de la información en el servidor externo tanque 1.

Elaborado por: Investigador

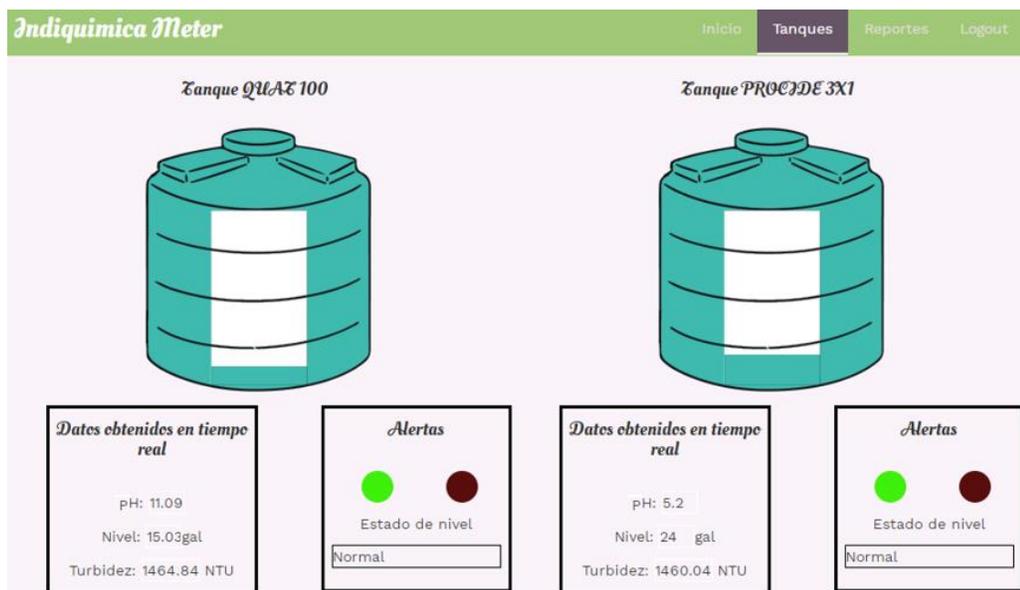
En la figura 74, se observa el almacenamiento en el servidor externo los valores enviados por los sensores desde el tanque 2.



**Figura 74.** Verificación del almacenamiento de la información en el servidor externo tanque 2.

Elaborado por: Investigador

En la base de datos global, la información es recibida y almacenada cada minuto, una vez obtenida la información, esta es tomada por la interfaz gráfica del servidor externo para visualizar los datos en tiempo real como se muestra en la figura 75.

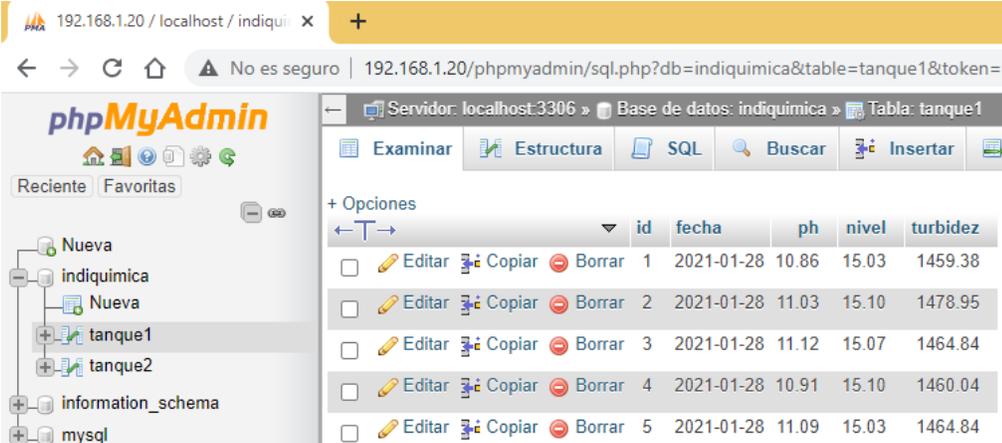


**Figura 75.** Monitoreo en tiempo real de los valores almacenados en el servidor externo.

Elaborado por: Investigador

## Pruebas de funcionamiento del servidor local

En el servidor local se comprobó el almacenamiento de los valores enviados por los sensores y los valores simulados en la base de datos local, estas pruebas se realizan accediendo al phpMyAdmin del servidor local a través de la url: *192.168.1.20/phpmyadmin*, en la figura 76 se pueden apreciar la información de datos simulados y almacenado en la tabla del tanque 1.

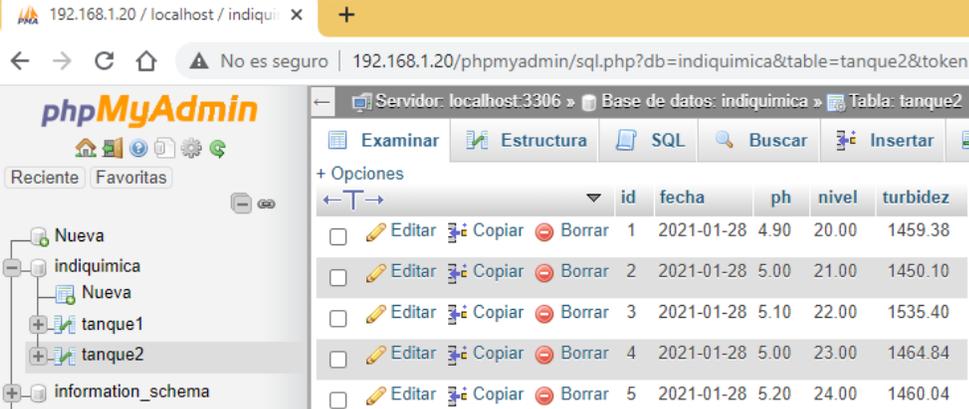


	id	fecha	ph	nivel	turbidez
<input type="checkbox"/>	1	2021-01-28	10.86	15.03	1459.38
<input type="checkbox"/>	2	2021-01-28	11.03	15.10	1478.95
<input type="checkbox"/>	3	2021-01-28	11.12	15.07	1464.84
<input type="checkbox"/>	4	2021-01-28	10.91	15.10	1460.04
<input type="checkbox"/>	5	2021-01-28	11.09	15.03	1464.84

**Figura 76.** Prueba de almacenamiento de la información del tanque1 en el servidor Local.

Elaborado por: Investigador

También se realizó pruebas de almacenamiento para el tanque2, valores que son obtenidos realmente desde el tanque de almacenamiento del agente tensoactivo catiónico Procide 3x1, como se muestra en la figura 77.

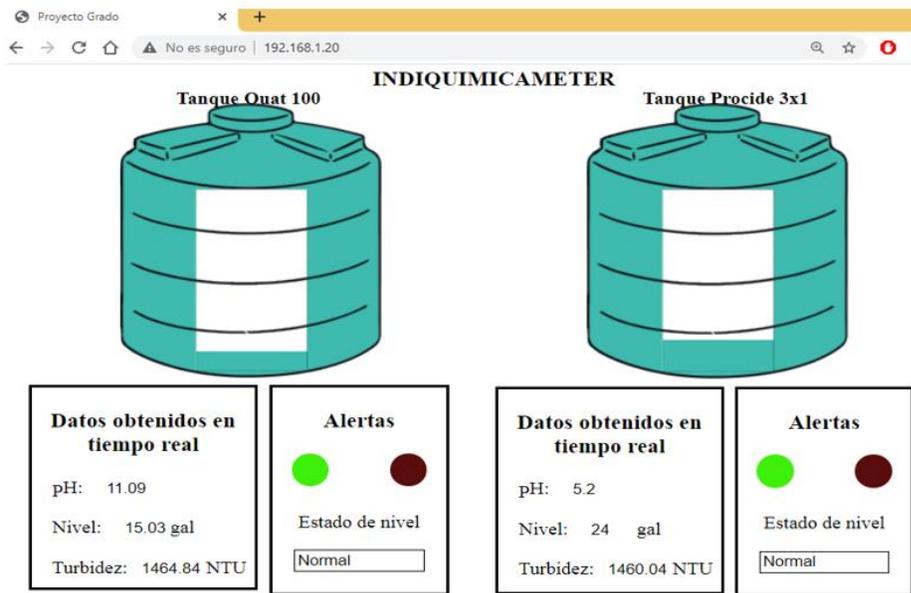


	id	fecha	ph	nivel	turbidez
<input type="checkbox"/>	1	2021-01-28	4.90	20.00	1459.38
<input type="checkbox"/>	2	2021-01-28	5.00	21.00	1450.10
<input type="checkbox"/>	3	2021-01-28	5.10	22.00	1535.40
<input type="checkbox"/>	4	2021-01-28	5.00	23.00	1464.84
<input type="checkbox"/>	5	2021-01-28	5.20	24.00	1460.04

**Figura 77.** Prueba del almacenamiento de la información del tanque2 en el servidor Local.

Elaborado por: Investigador

En la base de datos local, la información es recibida y almacenada en el mismo tiempo que en el servidor externo, una vez almacenada la información, esta es tomada por la interfaz gráfica del servidor local para monitorear los datos en tiempo real como se muestra en la figura 78.

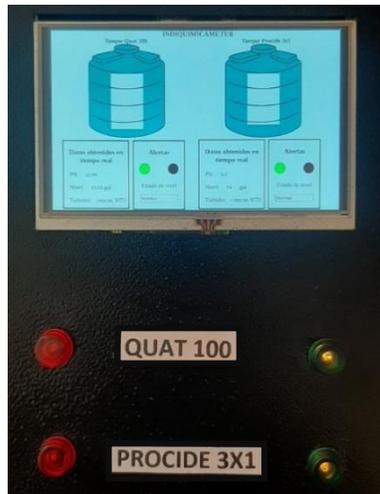


**Figura 78.** Monitoreo de los valores almacenados en la base de datos local.

Elaborado por: Investigador

### Pruebas de alertas

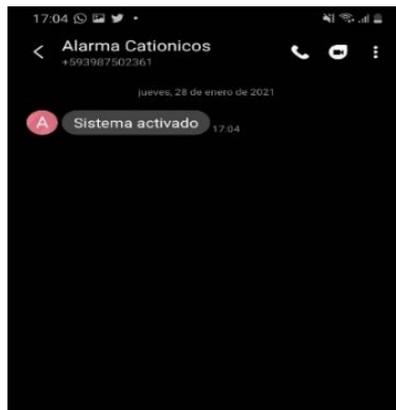
En esta sección se comprobó las alertas visuales como audibles del sistema electrónico implementado, una vez encendido el sistema, este envía una notificación a través de un mensaje de texto, especificando que el sistema se encuentra activado. En la figura 79 se puede apreciar la activación del sistema.



**Figura 79.** Activación del sistema de visualización.

Elaborado por: Investigador

En la figura 80 se muestra la notificación mediante mensaje de texto en donde indica que el sistema ha sido activado correctamente.



**Figura 80.** Activación del sistema con notificación por mensaje de texto del sistema activado.

Elaborado por: Investigador

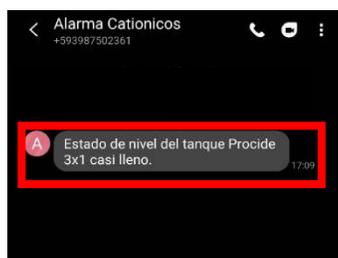
Posteriormente se procedió a probar la alerta cuando el nivel del tanque 2, PROCIDE 3X1, se encuentra casi lleno. En la figura 81 se puede apreciar que cuando el nivel del tanque excede el límite de 130 galones, se activa la luz de color rojo, de igual forma el buzzer para la alerta sonora.



**Figura 81.** Alerta lumínica cuando el nivel del tanque Procide 3x1 se encuentra casi lleno.

Elaborado por: Investigador

En la figura 82, se muestra la notificación por mensaje de texto indicando que el nivel del tanque Procide 3x1 está casi lleno. De igual forma sucedería si el nivel del tanque 1, QUAT100, excediera el límite establecido.



**Figura 82.** Alerta GSM cuando el nivel del tanque Procide 3x1 se encuentra casi lleno.

Elaborado por: Investigador

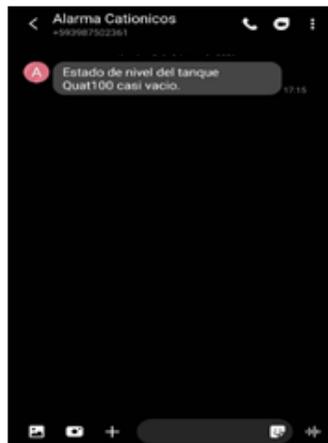
De forma similar se procedió a probar la alerta cuando el nivel del tanque 1, QUAT100, se encuentra casi vacío. En la figura 83 se observa que cuando el nivel del tanque es inferior a 10 galones, se activa la luz de color rojo, de igual forma el buzzer para la alerta sonora y de inmediato se envía una notificación por mensaje de texto indicando que el nivel del tanque se encuentra casi vacío. De igual forma sucedería si el nivel del tanque 2, PROCIDE 3X1, fuese inferior el límite establecido.



**Figura 83.** Alerta lumínica cuando el nivel del tanque Quat 100 se encuentra casi vacío.

Elaborado por: Investigador

En la figura 84 se muestra la alerta mediante mensaje de texto, la misma indica que el tanque de almacenamiento de tensoactivo catiónico Quat 100 se encuentra casi vacío, con una cantidad de producto inferior a 10 galones.



**Figura 84.** Alerta GSM cuando el tanque de Quat 100 se encuentra casi vacío.

Elaborado por: Investigador

## Pruebas de reportes

Se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema, 10 minutos durante 3 días para poder revisar el funcionamiento de los reportes tanto local como global de los distintos tanques.

En la sección de reportes de la página web mostrada en la figura 85, se eligió el reporte global del tanque Quat 100 desde el 28 al 30 de enero del 2021 y a continuación se dio clic en aceptar para obtener dicho reporte.

**Indiquimica Meter** Inicio Tanques Reportes

### Reportes

**Selección de tanque**

Tanque Quat 100

**Tipo de reporte**

Local  Global

**Selección de fechas**

Desde: 28/01/2021

Hasta: 30/01/2021

Aceptar

**Instrucciones para obtener los Reportes**

Primero se procede a seleccionar el número del tanque del cual se quiere obtener el reporte, luego se escoge el tipo de reporte, ya sea este de carácter local o global, a continuación se selecciona un rango de fechas de las cuales se requiera revisar los datos y finalmente se da clic en aceptar.

**Figura 85.** Selección del reporte Global del tanque Quat 100.

Elaborado por: Investigador

En la tabla 15 se puede apreciar el reporte solicitado en la fecha establecida, al haber realizado las pruebas en rangos de 10 minutos durante 3 días, de tal manera se obtuvieron 30 valores de cada sensor. En este caso se obtuvo un reporte global del tanque Quat100, de igual forma se procedería para obtener el reporte global del tanque Procide3x1.

**Tabla 15.** Reporte global del tanque Quat 100.

REPORTE DEL 2021-01-28 AL 2021-01-30

ID	FECHA	pH	NIVEL (gal)	TURBIDEZ (NTU)
1	2021-01-28	10.86	15.03	1459.38
2	2021-01-28	11.03	15.10	1478.95
3	2021-01-28	11.12	15.07	1464.84
4	2021-01-28	10.91	15.10	1460.04
5	2021-01-28	11.09	15.03	1464.84
6	2021-01-28	10.96	15.04	1459.38
7	2021-01-28	11.03	15.05	1464.84
8	2021-01-28	11.10	15.10	1535.40
9	2021-01-28	11.00	15.06	1478.95
10	2021-01-28	10.90	15.04	1535.40
11	2021-01-29	11.03	15.05	1460.04
12	2021-01-29	10.91	15.10	1450.10
13	2021-01-29	11.10	15.06	1484.64
14	2021-01-29	11.00	15.00	1459.38
15	2021-01-29	11.01	15.09	1478.95
16	2021-01-29	10.99	15.04	1459.38
17	2021-01-29	11.05	15.08	1460.04
18	2021-01-29	10.98	15.00	1450.04
19	2021-01-29	11.00	15.00	1484.64
20	2021-01-29	11.10	15.05	1459.38
21	2021-01-30	10.86	15.05	1459.38
22	2021-01-30	10.91	15.10	1450.10
23	2021-01-30	11.10	15.07	1484.64
24	2021-01-30	11.09	15.02	1459.38
25	2021-01-30	11.01	15.09	1459.38
26	2021-01-30	10.95	15.00	1450.10
27	2021-01-30	11.10	15.04	1460.04
28	2021-01-30	10.98	15.00	1450.04
29	2021-01-30	10.98	15.01	1484.64
30	2021-01-30	11.20	15.05	1478.95

Elaborado por: Investigador

En la figura 86 se muestra la selección del reporte local del tanque Procide 3x1 desde el 28 al 30 de enero del 2021, de la misma forma que se hizo para el reporte global se da clic en aceptar para obtener el reporte.

**Indiquimica Meter** Inicio Tanques Reportes

## Reportes

### Selección de tanque

Tanque Procide 3x1

### Selección de fechas

Desde: 28/01/2021

Hasta: 30/01/2021

Aceptar

### Tipo de reporte

Local  Global

### Instrucciones para obtener los Reportes

Primero se procede a seleccionar el número del tanque del cual se quiere obtener el reporte, luego se escoge el tipo de reporte, ya sea este de caracter local o global, a continuación se selecciona un rango de fechas de las cuales se requiera revisar los datos y finalmente se da clic en aceptar.

**Figura 86.** Selección del reporte Local del tanque Procide 3x1.

Elaborado por: Investigador

En la tabla 16 se observa el reporte local solicitado en el rango de fechas establecido, al haber realizado las pruebas 10 minutos durante 3 días se obtuvieron 30 valores de cada dato simulado. En este caso se obtuvo un reporte local del tanque Procide3x1, de igual forma se procedería para obtener el reporte local del tanque Quat100.

**Tabla 16.** Reporte local del tanque Procide 3x1.

**REPORTE DEL 2021-01-28 AL 2021-01-30**

ID	FECHA	pH	NIVEL (gal)	TURBIDEZ (NTU)
1	2021-01-28	4.90	20.00	1459.38
2	2021-01-28	5.00	21.00	1450.10
3	2021-01-28	5.10	22.00	1535.40
4	2021-01-28	5.00	23.00	1464.84
5	2021-01-28	5.20	24.00	1460.04
6	2021-01-28	5.10	25.00	1460.04
7	2021-01-28	5.00	26.00	1478.95
8	2021-01-28	4.90	27.00	1535.40
9	2021-01-28	4.90	28.00	1478.95
10	2021-01-28	5.10	29.00	1459.38
11	2021-01-29	4.90	20.00	1459.38
12	2021-01-29	5.00	21.00	1478.95
13	2021-01-29	4.90	22.00	1460.04
14	2021-01-29	4.90	23.00	1464.84
15	2021-01-29	5.10	24.00	1535.40
16	2021-01-29	5.00	25.00	1450.10
17	2021-01-29	5.10	26.00	1460.04
18	2021-01-29	5.00	27.00	1450.04
19	2021-01-29	4.90	28.00	1484.64
20	2021-01-29	5.00	29.00	1459.38
21	2021-01-30	5.00	20.00	1535.40
22	2021-01-30	5.10	21.00	1478.95
23	2021-01-30	5.00	22.00	1484.64
24	2021-01-30	4.90	23.00	1484.64
25	2021-01-30	5.10	24.00	1478.95
26	2021-01-30	4.90	25.00	1459.38
27	2021-01-30	5.00	26.00	1460.04
28	2021-01-30	5.00	27.00	1484.64
29	2021-01-30	5.10	28.00	1459.38
30	2021-01-30	5.10	29.00	1478.95

Elaborado por: Investigador

Finalmente, una vez puesto el sistema completo en marcha se realizaron pruebas de funcionamiento en diferentes días. En la tabla 17 se muestra los valores tomados por el sensor de pH para las fechas 8,13 y 25 de febrero, además se realiza un análisis de la precisión y exactitud para el mismo sensor.

**Tabla 17.** Valores de pH para agente Procide 3x1.

<b>ID</b>	<b>FECHA</b>	<b>pH</b>
1	2/8/2021 9:00	5.01
2	2/8/2021 9:01	5
3	2/8/2021 9:02	5.03
4	2/8/2021 9:03	5.04
5	2/8/2021 9:04	5.01
6	2/8/2021 9:05	5.01
7	2/8/2021 9:06	5.1
8	2/8/2021 9:07	5.05
9	2/8/2021 9:08	5.1
10	2/8/2021 9:09	5.05
11	2/13/2021 8:15	5.1
12	2/13/2021 8:16	5.04
13	2/13/2021 8:17	5.1
14	2/13/2021 8:18	5
15	2/13/2021 8:19	5.15
16	2/13/2021 8:20	5.15
17	2/13/2021 8:21	5.03
18	2/13/2021 8:22	5.1
19	2/13/2021 8:23	5.05
20	2/13/2021 8:24	5.1
21	2/25/2021 10:25	5.08
22	2/25/2021 10:26	5
23	2/25/2021 10:27	5.03
24	2/25/2021 10:28	5.09
25	2/25/2021 10:29	5.01
26	2/25/2021 10:30	5.01
27	2/25/2021 10:31	5.05
28	2/25/2021 10:32	5.1
29	2/25/2021 10:33	5.05
30	2/25/2021 10:34	5.9

Elaborado por: Investigador

Para el cálculo de la precisión se utiliza la fórmula de desviación estándar mostrada en la ecuación 7, mientras que para cómputo de la exactitud se hace uso de la fórmula de error relativo que se muestra en la ecuación 8.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [\text{Ecuación 7}]$$

Donde:

$$\bar{x} = 5.08$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.74$$

$$n - 1 = 29$$

$$S = 0.16$$

Para el cálculo del error exactitud se toma e valor de referencia de pH=5, el mencionado valor se toma de la ficha técnica del producto

$$Er = \frac{x_i - x_t}{x_t} \times 100 \% \quad [\text{Ecuación 8}]$$

Donde:

$$x_i = \bar{x} = 5.08$$

$$x_t = 5$$

$$Er = 1.6\%$$

De tal manera, la precisión del sensor de pH es de  $\pm 0.16$ , mientras que la exactitud es del 98.4% para el mismo sensor.

En la tabla 18, se expone los valores tomados por el sensor de turbidez para las fechas 8,13 y 25 de febrero, además se realiza un análisis de la precisión que presenta este sensor en su aplicación ante agentes tensoactivos catiónicos mediante la ecuación 7.

**Tabla 18.** Valores de Turbidez para agente Procide 3x1.

ID	FECHA	TURBIDEZ(NTU)
1	2/8/2021 9:00	1464.84
2	2/8/2021 9:01	1464.03
3	2/8/2021 9:02	1464.67
4	2/8/2021 9:03	1465.39
5	2/8/2021 9:04	1464.84
6	2/8/2021 9:05	1464.84
7	2/8/2021 9:06	1463.04
8	2/8/2021 9:07	1463.04
9	2/8/2021 9:08	1466.1
10	2/8/2021 9:09	1464.4
11	2/13/2021 8:15	1464.95
12	2/13/2021 8:16	1465.38
13	2/13/2021 8:17	1464.04
14	2/13/2021 8:18	1464.04
15	2/13/2021 8:19	1463.04
16	2/13/2021 8:20	1464.95
17	2/13/2021 8:21	1465.83
18	2/13/2021 8:22	1464.1
19	2/13/2021 8:23	1464.04
20	2/13/2021 8:24	1464.01
21	2/25/2021 10:25	1461.81
22	2/25/2021 10:26	1463.03
23	2/25/2021 10:27	1465.17
24	2/25/2021 10:28	1465.31
25	2/25/2021 10:29	1464.14
26	2/25/2021 10:30	1465.21
27	2/25/2021 10:31	1461.04
28	2/25/2021 10:32	1463.14
29	2/25/2021 10:33	1463.11
30	2/25/2021 10:34	1465.41

Elaborado por: Investigador

Donde:

$$\bar{x} = 1464.30$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 39.88$$

$$n - 1 = 29$$

$$S = 1.17$$

Para el caso del sensor de turbidez, la precisión es de  $\pm 1.17$ .

En la tabla 19 se muestra los valores obtenidos por el sensor de nivel para las fechas 8,13 y 25 de febrero. Además, se realiza un análisis de precisión y exactitud para este sensor, el mencionado análisis se ejecuta durante el tiempo que ha permanecido la misma cantidad de agente tensoactivo, los valores tomados para este caso son pertenecientes a la fecha 8 de febrero, lapso en el cual no se ha envasado ninguna cantidad de producto.

Se aplica las ecuaciones 7 y 8 para la obtención de precisión y exactitud respectivamente.

**Tabla 19.** Valores de nivel para agente Procide 3x1.

ID	FECHA	NIVEL (gal)
1	2/8/2021 9:00	102.03
2	2/8/2021 9:01	102.01
3	2/8/2021 9:02	102.03
4	2/8/2021 9:03	102.00
5	2/8/2021 9:04	102.03
6	2/8/2021 9:05	102.03
7	2/8/2021 9:06	102.04
8	2/8/2021 9:07	102.01
9	2/8/2021 9:08	102.01
10	2/8/2021 9:09	102.01
11	2/13/2021 8:15	131.12
12	2/13/2021 8:16	121.09
13	2/13/2021 8:17	111.01
14	2/13/2021 8:18	101.01
15	2/13/2021 8:19	91.07
16	2/13/2021 8:20	81.10
17	2/13/2021 8:21	81.01
18	2/13/2021 8:22	81.11
19	2/13/2021 8:23	81.02
20	2/13/2021 8:24	81.19
21	2/25/2021 10:25	127.12
22	2/25/2021 10:26	127.01
23	2/25/2021 10:27	117.03
24	2/25/2021 10:28	117.01

25	2/25/2021 10:29	117.03
26	2/25/2021 10:30	117.15
27	2/25/2021 10:31	117.04
28	2/25/2021 10:32	117.09
29	2/25/2021 10:33	117.01
30	2/25/2021 10:34	117.10

Elaborado por: Investigador

Cálculo de precisión:

Aplicando la ecuación 7 se obtiene:

$$\bar{x} = 102.02$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 0.0016$$

$$n - 1 = 9$$

$$S = 0.013$$

Para el cálculo del error de exactitud se toma e valor de referencia de nivel=102 galones.

$$Er = \frac{x_i - x_t}{x_t} x 100 \% \quad [\text{Ecuación 8}]$$

Donde:

$$x_i = \bar{x} = 102.02$$

$$x_t = 102$$

$$Er = 0.019\%$$

Se determina que la precisión del sensor de nivel es de de  $\pm 0.013$ , mientras que la exactitud es de 99.98 % para el mencionado sensor.

### 3.1.2 Presupuesto

El presupuesto para la implementación del prototipo de monitoreo y alerta en los tanques de almacenamiento de líquidos tensoactivos catiónicos se divide en presupuesto de diseño

y construcción. Para el presupuesto de diseño se toma en cuenta el valor de salario mínimo según la tabla sectorial 2021 de Ecuador, en donde el salario básico para profesionales con título de tercer nivel es 439.71 dólares mensuales. Además, se considera el promedio de 21 días laborables por mes. Mediante la ecuación 11 se obtiene el valor de sueldo por día.

$$Sueldo(día) = \frac{Salario\ mensual}{Días\ laborables} \quad [Ecuación\ 9]$$

$$Sueldo(día) = \frac{439.71}{21}$$

$$Sueldo(día) = 20.93\ dólares$$

Para calcular el valor de sueldo por hora se emplea la ecuación 10. Un día laboral en Ecuador está compuesto por 8 horas.

$$Sueldo(hora) = \frac{Sueldo\ diario}{Horas\ laborables} \quad [Ecuación\ 10]$$

$$Sueldo(hora) = \frac{20.93\ dolares}{8}$$

$$Sueldo(hora) = 2.61\ dolares$$

Para el diseño del prototipo, se estima un total de cien horas empleadas para la investigación, diseño, simulación e implementación. En la tabla 20 se presenta el presupuesto de diseño para el presente proyecto de investigación.

**Tabla 20.** Presupuesto de diseño para el sistema.

PRESUPUESTO DE DISEÑO					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Costo total
1	Diseño	Horas	100	\$ 2.61	\$ 261.00

Elaborado por: Investigador

Para el presupuesto de construcción se expone todos los dispositivos empleados en el desarrollo del prototipo, mismos que se describen en la tabla 21.

**Tabla 21.** Presupuesto de construcción para el sistema.

<b>PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Costo total</b>
1	Raspberry Pi 4	c/u	1	\$ 140.00	\$ 140.00
2	Pantalla TFT	c/u	1	\$ 70.00	\$ 70.00
3	ESP32	c/u	1	\$ 20.00	\$ 20.00
4	Sensor Ultrasónico	c/u	1	\$ 30.00	\$ 30.00
5	Sensor de pH	c/u	1	\$ 48.00	\$ 48.00
6	Sensor de turbidez	c/u	1	\$ 25.00	\$ 25.00
7	Modulo SIM800L	c/u	1	\$ 3.00	\$ 3.00
8	Modulo relé 4 canales	c/u	1	\$ 7.00	\$ 7.00
9	Fuente 5V 2A	c/u	1	\$ 14.00	\$ 14.00
10	Leds 120V	c/u	4	\$ 0.60	\$ 2.40
11	Buzzer	c/u	1	\$ 2.00	\$ 2.00
12	Capacitor 1uF	c/u	1	\$ 0.30	\$ 0.30
13	Diodo Zener	c/u	1	\$ 0.10	\$ 0.10
14	Bornera de 3 canales	c/u	1	\$ 0.50	\$ 0.50
15	Bornera 2 canales	c/u	4	\$ 0.25	\$ 1.00
16	Espadines hembra	c/u	2	\$ 0.50	\$ 1.00
17	Espadines macho	c/u	1	\$ 0.50	\$ 0.50
18	Impresión CNC	c/u	1	\$ 15.00	\$ 15.00
19	Conector macho	c/u	1	\$ 0.50	\$ 0.50
20	Case metálico	c/u	1	\$ 30.00	\$ 30.00
				Subtotal	\$ 410.30
				Iva (12%)	\$ 49.24
				Imprevistos (5%)	\$ 20.52
				Total	\$ 480.05

Elaborado por: Investigador

Finalmente, se obtiene el presupuesto total sumando los presupuestos de diseño y construcción como se muestra en la tabla 22.

**Tabla 22.** Presupuesto total para la implementación del sistema.

<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>1</b>	Presupuesto diseño	horas	100	\$ 2.61	\$ 261.00
<b>2</b>	Presupuesto construcción	dólares	1	\$ 480.05	\$ 480.05
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 741.05</b>

Elaborado por: Investigador

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Desde la constitución de la planta Indiquímica S.A, no se realizó estudios previos a los agentes tensoactivos catiónicos para determinar la disponibilidad y calidad del producto anterior a su venta, lo cual es crucial para la eficacia durante su aplicación. El presente proyecto de investigación determinó mediante un análisis al proceso de almacenamiento, la importancia de contar con un sistema de monitoreo y alerta ante cambios en sus valores óptimos de las variables de nivel, pH y turbidez, lo que permite conocer la disponibilidad y calidad del agente tensoactivo para el consumo por los usuarios.
  
- La interfaz gráfica local ha sido instalada en el panel de visualización junto al tanque de monitoreo, se observan los valores de pH, Turbidez y nivel de líquido tensoactivo en unidades de galones estadounidenses a través de una pantalla TFT LCD, con la finalidad de que el operador tenga conocimiento de los parámetros del producto en almacenamiento, además, a través de indicadores lumínicos ubicados en el mismo panel se puede identificar las alertas ante cambios de estado en el nivel.
  
- Se construyó el prototipo de sistema electrónico de monitoreo y alerta dividiéndolo en diferentes fases, primero la integración de los sensores en el tanque, tomando en cuenta el lugar óptimo para que los valores sean tomados en todo momento. La segunda fase, diseño y construcción de la placa de composición de módulos electrónicos y programación de la tarjeta del control ESP32, la tercera fase esta compuesta por la calibración de los sensores mediante muestras de agentes

tensoactivos Procide 3x1 y Quat 100. La última fase consta de la integración de los componentes de visualización y de control dentro del panel de monitoreo, quedando de tal manera completo el prototipo.

- Se implementó el sistema electrónico de monitoreo y alerta cumpliendo con los requerimientos del sistema establecidos. Las magnitudes son tomadas de los agentes catiónicos Procide 3x1 y Quat 100, obteniéndose valores muy aproximados a los descritos en sus fichas técnicas. Se realizó pruebas de precisión y exactitud a los sensores, determinando que la precisión del sensor de pH es  $\pm 0.16$ , mientras que la exactitud es del 98.4%, la precisión del sensor de turbidez es  $\pm 1.17$  y finalmente la precisión del sensor de nivel es de  $\pm 0.013$ , mientras que la exactitud es del 99.98% para el mencionado sensor.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda que los operadores encargados de los procesos tengan conocimiento de la información descrita en la hoja de datos de seguridad (MSDS) y ficha técnica, como identificación de peligrosidad, composición, medidas en caso de escape accidental, información toxicológica, medidas de primeros auxilios, características, instrucciones de uso, especificaciones técnicas en sus valores óptimos, manejo y almacenamiento para cada sanitizante, con el fin de evitar enfermedades en los trabajadores, causadas por sus componentes altamente oxidantes y olores irritantes en los agentes, además, brindar técnicas de aplicación y garantizar la calidad de los productos.
- Para futuras investigaciones dentro de la planta se recomienda implementar sistemas de monitoreo en todos los tanques de almacenamiento de agentes tensoactivos,

incluido el proceso de mezclado con el fin de optimizar tiempo y detectar anomalías durante la combinación del soluto y solvente de la solución.

- Para la implementación de los sensores en el interior del tanque de almacenamiento se recomienda realizar con el depósito completamente vacío, limpio y seco, además se aconseja añadir silicón en los bordes de los sensores evitando fugas y pérdidas de producto, también se recomienda utilizar un filtro o malla fina en la entrada del depósito de almacenamiento para evitar que integren grumos o sedimentos al producto, lo que afecta directamente en la calidad final del agente tensoactivo, además estos sedimentos se pueden adherir a los sensores ocasionando que los mismos detecten valores completamente erróneos.

## Bibliografía

- [1] R. Quiala, F. Hernández y A. Pérez, «Liquid Level Monitoring System in Big Deposits,» *Revista Ingeniería*, vol. 24, n° 1, pp. 29-48, 2019. [En línea]. Available: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/13837>. [Último acceso: 03 Agosto 2020].
- [2] M. Husni, D. Siahaan, H. Ciptaningtyas, H. Studiawan y Y. Aliarham, «Liquid volume monitoring based on ultrasonic sensor and Arduino microcontroller,» de *International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education*, Indonesia, 2016. [En línea]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/128/1/012026>. [Último acceso: 03 Agosto 2020].
- [3] E. Guale, Diseño e implementación de un sistema automatizado para la preparacion de desinfectante en los botellones de agua, Santa Elena: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/4792>. [Último acceso: 03 Agosto 2020].
- [4] B. Cassinelli, Automatización de un sistema de control de concentración de cloro en un tanque pulmón de 20000 litros, Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2018. Available: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/10198>. [Último acceso: 04 Agosto 2020].
- [5] M. Méndez y P. Erazo, Implementación de un banco de pruebas para el control de nivel de líquidos en el laboratorio de instrumentación industrial de la Facultad de Mecánica, Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería en Mantenimiento, 2014. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3338>. [Último acceso: 04 Agosto 2020].
- [6] C. Valencia, Diseño de un sistema de monitoreo del nivel de los tanques de emergencia de EMCALI Telecomunicaciones, Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, Departamento de Automática y Electrónica, 2013. [En línea]. Available: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5683/T03722.pdf> [Último acceso: 04 Agosto 2020].
- [7] M. Castro, «Dimeros de glucosidos.Una nueva familia de tensoactivos no ionicos biodegradables,» -, Universidad de Buenos Aires, 2000. [En línea]. Available:

- [http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis\\_n3274\\_Castro](http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n3274_Castro). [Último acceso: 09 Septiembre 2020].
- [8] Alexandra Galarza , Producción y comercialización de desinfectante para pisos, Guayaquil: Universidad de Guayaquil , 2011. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1271>. [Último acceso: 11 Agosto 2020].
- [9] L. Capa, C. Flores y Y. Sarango, «Evaluación de factores de riesgos que ocasionan accidentes laborales en las empresas de Machala-Ecuador,» *Universidad y Sociedad*, vol. 10, n° 2, p. 6, 2018. Available: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?>. [Último acceso: 11 Noviembre 2020].
- [10] INEC, «Boletín Técnico: N° 01-2020 Índice de Producción de la Industria Manufacturera,» Dirección de Estadísticas Económicas, 2020. Available: [https://www.ecuadorenconfias.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_Economicas/IPI-M/2020/Enero/BOLETIN\\_TECNICO\\_IPI-M\\_2020\\_01.pdf](https://www.ecuadorenconfias.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/IPI-M/2020/Enero/BOLETIN_TECNICO_IPI-M_2020_01.pdf). [Último acceso: 13 Noviembre 2020].
- [11] N. Montes y Valencia, «The Chemical Industry: Importance and Challenges,» *Lampsakos*, n° 14, pp. 72-85, 2015. Available: <https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/1562>. [Último acceso: 13 Noviembre 2020].
- [12] A. T. Kearney, «Chemical industry visión 2030,» 1012. [En línea]. Available: <https://www.de.kearney.com/chemicals/article?/a/chemical-industry-vision-2030-a-european-perspective>. [Último acceso: 06 Novimebre 2020].
- [13] A. Sanz, «Química Orgánica Industrial,» [En línea]. Available: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-01.php>. [Último acceso: 03 Noviembre 2020].
- [14] Guía de la industria Química, «Industria textil,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/04a8r>. [Último acceso: 03 Noviembre 2020].
- [15] A. Sanz, «La industria de los agentes tesoactivos,» [En línea]. Available: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-10.php>. [Último acceso: 01 Septiembre 2020].
- [16] F. Ríos, Comportamiento ambiental de tensiactivos comerciales: biodegradabilidad, toxicidad y ozonización, Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química, 2014. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=58090>. [Último acceso: 06 Octubre 2020].

- [17] M. Vilca y R. Barrios, Investigación para la optimización del porcentaje de rendimiento en la obtención del tensoactivo natural a partir de la Cañihua, Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3854?show=full>. [Último acceso: 16 Noviembre 2020].
- [18] Universidad Católica Andrés Bello, «Preparación de soluciones,» 2005. [En línea]. Available: [http://guayanaweb.ucab.edu.ve/tl\\_files/ingenieria\\_industrial.pdf](http://guayanaweb.ucab.edu.ve/tl_files/ingenieria_industrial.pdf). [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [19] R. Villa, Proceso de desarrollo y formulacion de detergentes, Distrito Federal de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, 2013. [En línea]. Available: [ptd2013/noviembre/0706129/0706129.pdf](http://ptd2013/noviembre/0706129/0706129.pdf) [Último acceso: 15 Septiembre 2020].
- [20] E. Tenelema, Respositorio ciencias quimicas, Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Quimicas, 2016. [En línea]. Available: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/83> [Último acceso: 18 Septiembre 2020].
- [21] N. Barrios, B. Agüero y J. Pereira, «Estudio del Punto de Turbidez de los surfactantes no-iónicos en solución acuosa: efecto de la concentración,» *Revista Ingeniería UC*, vol. 21, n° 2, p. 7, 2014. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/707/70732656009.pdf> [Último acceso: 23 Octubre 2020].
- [22] O. Valle y O. Rivera, «Monitoreo e indicadores,» Instituto para el Desarrollo y la Innovación Educativa, Guatemala. [En línea]. Available: [http://aularedim.net/wp-content/uploads/monitoreo\\_indicadores.pdf](http://aularedim.net/wp-content/uploads/monitoreo_indicadores.pdf). [Último acceso: 13 Diciembre 2020].
- [23] SUHISSA, «Sistemas de monitoreo,» 2017. [En línea]. Available: <https://suhissa.com.mx/sistemas-de-monitoreo/>. [Último acceso: 13 Diciembre 2020].
- [24] VESAT, «Monitoreo Industrial,» 2017. [En línea]. Available: <https://n9.cl/r8zt>. [Último acceso: 20 Noviembre 2020].
- [25] Logicbus, «Adquisición y registro de datos - DAQ,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.logicbus.com.mx/adquisicion-y-registro-de-datos-daq.php>. [Último acceso: 23 Septiembre 2020].

- [26] J. Colomer, J. Meléndez y J. Ayza, «Introducción a la monitorización y supervisión experta de Procesos,» [En línea]. Available: <http://intranet.ceautomatica.es/sites/default/files/upload/10/files/sistemas%20de%20supervision.pdf>. [Último acceso: 23 Septiembre 2020].
- [27] OMEGA COMPANY, «Monitoreo de proceso,» 2019. [En línea]. Available: <https://n9.cl/dgfzv>. [Último acceso: 29 Septiembre 2020].
- [28] S. Martig y S. Castro, «Interfaces para el Monitoreo y Control de Procesos Industriales,» Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología Informática, Bahía Blanca – Argentina, 2004. [En línea]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915>. [Último acceso: 29 Septiembre 2020].
- [29] R. Cobo, «El ABC de la utomatización,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/y5r9d>. [Último acceso: 24 Septiembre 2020].
- [30] Electro Industria, «Las “pantallas de operador” crecen con nuevas funcionalidades,» Marzo 2013. [En línea]. Available: <https://n9.cl/27vhq>. [Último acceso: 06 Noviembre 2020].
- [31] SemanticWebBuilder, «Sistemas Embebidos: Innovando hacia los Sistemas Inteligentes,» [En línea]. Available: <http://exa.unne.edu.ar/informatica/so/ramosagustina-tpso.pdf>. [Último acceso: 21 Diciembre 2020].
- [32] E. Rodriguez, «El Financiero México,» 2018. [En línea]. Available: <https://n9.cl/9w5oz>. [Último acceso: 22 Diciembre 2020].
- [33] INCIBE, «Introducción a los sistemas embebidos,» 18 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.incibe-cert.es/blog/introduccion-los-sistemas-embebidos>. [Último acceso: 07 Noviembre 2020].
- [34] G. Dumortier, «IT Sitio,» 2017. [En línea]. Available: <https://n9.cl/ni2dq>. [Último acceso: 22 Septiembre 2020].
- [35] FUNDACIÓN RASPBERRY PI , «Raspberry Pi Model B,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/g8ego>. [Último acceso: 22 Diciembre 2020].
- [36] ESPRESSIF, «ESPRESSIF ESP32,» [En línea]. Available: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. [Último acceso: 23 Diciembre 2020].
- [37] C. Pérez, «Sensores ópticos: definición y clasificación,» de *Sensores ópticos*, Valencia, Universidad de Valencia, 1996, p. 21. [En línea]. Available:

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3320/lrs1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 25 Septiembre 2020].

- [38] Rechner Sensors, «El sensor de nivel,» [En línea]. Available: <https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/el-sensor-de-nivel>. [Último acceso: 22 Septiembre 2020].
- [39] J. Francois, «Instrumentacion: Medicion de Nivel,» [En línea]. Available: [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index\\_archivos/documentos/I4\\_medicion\\_de\\_nivel.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/documentos/I4_medicion_de_nivel.pdf). [Último acceso: 12 Agosto 2020].
- [40] A. d. I. Barrera, G. Delgado, J. Valdez y P. Guevara, «Diseño de un sensor de niveles del líquido, utilizando corriente alterna, en un micro controlador, para apertura o cierre de electroválvulas,» de *Congreso Internacional Tendencias Tecnológicas en Computación CTTC-2013*, Distrito Federal de México, 2013. [En línea]. Available: <https://n9.cl/2nvlb>. [Último acceso: 10 Septiembre 2020].
- [41] DFROBOT, «Analog pH Sensor,» [En línea]. Available: <https://www.dfrobot.com/product-1025.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2020].
- [42] Innova, «Sensor de Turbidez STM,» [En línea]. Available: <http://www.oceanografialitoral.com/sondas/sensores/sensor-turbidez>. [Último acceso: 26 Septiembre 2020].
- [43] Endress Hauser, «Transmisores y sensores de turbidez,» [En línea]. Available: <https://www.mx.endress.com/es/instrumentacion-campo/analisis-agua-liquidos-industria/turbidimetros-sensores-turbidez-agua>. [Último acceso: 22 Septiembre 2020].
- [44] J. Salazar, «Redes Inalambricas,» Universidad Técnica Checa en Praga, Facultad de Ingeniería Eléctrica, 2016. [En línea]. Available: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01\\_R\\_ES.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf) [Último acceso: 06 Diciembre 2020].
- [45] C. Villagómez, «Tecnología wifi 802.11,» High-Tech, 2018. [En línea]. Available: <https://n9.cl/2d972>. [Último acceso: 23 Septiembre 2020].
- [46] N. López, «Instalación De Un Servidor Web Con LAMP,» [En línea]. Available: <https://nacholoop.github.io/enigma/lamp.html>. [Último acceso: 23 Septiembre 2020].
- [47] WEBEMPRESA, «Servidor Web,» Webempresa, [En línea]. Available: <https://n9.cl/5imcr>. [Último acceso: 26 Septiembre 2020].

- [48] UNAM, «Lenguajes de Programación,» [En línea]. Available: [https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1023/mod\\_resource/content/1/contenido/index.html](https://programas.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/1023/mod_resource/content/1/contenido/index.html). [Último acceso: 27 Septiembre 2020].
- [49] Python, «Tutorial de Python,» [En línea]. Available: <https://docs.python.org/es/3/tutorial/index.html>. [Último acceso: 23 Septiembre 2020].
- [50] IES David Buján, «Introduccion al lenguaje HTML,» [En línea]. Available: <http://www.edu.xunta.gal/centros/iesdavidbujan/system/files/INTRODUCCI%C3%93N+AL+LENGUAJE++HTML.pdf>. [Último acceso: 23 Septiembre 2020].
- [51] B. Gustavo, «Hosting web,» Hostinger Tutoriales, 16 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://n9.cl/14gj>. [Último acceso: 24 Agosto 2021].
- [52] Ministerio de Educacion de Panamá, «Sistemas de alerta temprana,» Organización de las Naciones Unidas para la educación, Ciencia y Cultura, San José - Panamá. [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/San-Jose/pdf>. [Último acceso: 20 Octubre 2020].
- [53] H. Eslava, N. Serrano y F. Castro, «Sistema de alerta de riesgos en hogares mediante SMS,» *Revista Visión Electrónica*, n° 2, pp. 1-15, 2012. [En línea]. Available: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/21785>. [Último acceso: 22 Septiembre 2020].
- [54] PROALNET, «Alertas luminosas y Alertas visuales Sistemas Andon,» 2016. [En línea]. Available: <https://proalnet.com/blog/30-sistemas-andon/>. [Último acceso: 24 Septiembre 2020].
- [55] Segurmania, «Señalización acustica,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.segurmaniazurekin.eus/sabias-que/sabias-que-existen-tres-tipos-de-senalizacion-acustica/>. [Último acceso: 24 Septiembre 2020].
- [56] Ministerio de Industrias y Productividad, «Secretaria de la calidad,» [En línea]. Available: <http://extranet.comunidadandina.org/sirt/sirtDocumentos/4365.pdf>. [Último acceso: 02 Agosto 2021].
- [57] Indiquimica S.A, «Fichas Técnicas y Hojas de Seguridad,» 2019. [En línea]. Available: <https://indiquimica.com.ec/>. [Último acceso: 28 Diciembre 2020].
- [58] Omega Company, «Que es un sensor de nivel,» 2019. [En línea]. Available: <https://n9.cl/42f4v>. [Último acceso: 27 Diciembre 2020].

- [59] Sapiensman, «Documentos Técnicos: Instrumentación Industrial. Sensores de nivel,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/48qtb>. [Último acceso: 25 Diciembre 2020].
- [60] J. Francois, «Medidores de Nivel,» [En línea]. Available: [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index\\_archivos/Documentos/I4\\_Medicion\\_de\\_nivel.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/Documentos/I4_Medicion_de_nivel.pdf). [Último acceso: 02 Septiembre 2021].
- [61] BANNER, «Sensor Ultrasónico K50U,» 02 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://n9.cl/urwmh>. [Último acceso: 26 Septiembre 2020].
- [62] Arduino Solutions Kenya, «Módulo Ultrasónico JSN-SR04T,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/ktc9>. [Último acceso: 26 Septiembre 2020].
- [63] Alpha Controls & Instrumentation, «Ultrasonic Level Sensor IRU-5000,» [En línea]. Available: <https://n9.cl/2tq7m>. [Último acceso: 27 Septiembre 2020].
- [64] BANNER, «QT50ULB Series Sensors with Analog Output,» 27 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://n9.cl/ck0l>. [Último acceso: 28 Septiembre 2020].
- [65] KOBOLD, «Sistema de Medición de Turbiedad: Modelo ATS-K,» 2017. [En línea]. Available: <https://kobold.com/uploads/files/ats-k-es-analisis.pdf>. [Último acceso: 28 Septiembre 2020].
- [66] M. Carignano y P. Ferreyra, «Tecnología inalámbrica Near Field Communication y sus aplicaciones en sistemas embebidos,» *Congreso Argentino de Sistemas Embebidos*, pp. 97-101, 2011. [En línea]. Available: <http://www.sase.com.ar/2011/case/articulos-case/tecnologia-inalambrica-near-field-communication-y-sus-aplicaciones-en-sistemas-embebidos/>. [Último acceso: 29 Septiembre 2020].
- [67] C. Vilorio, J. Cardona y C. Lozano, «Wireless technologies comparative analysis for telemedicine services solution,» *Revista Ingeniería y desarrollo*, n° 25, pp. 200-217, 2009. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0122-34612009000100011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-34612009000100011). [Último acceso: 29 Septiembre 2020].
- [68] L. Llamas, «ESP2866 y ESP32,» 10 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://n9.cl/48z5>. [Último acceso: 02 Octubre 2020].

# ANEXOS

## Anexo A

Hoja de datos de seguridad MSDS Procide 3x1

 <b>INDIQUIMICA S.A.</b>	<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD MSDS</b>	<b>CÓDIGO</b>	R7-PSS-4
		<b>VERSIÓN</b>	3
		<b>FECHA</b>	05/05/2016
		<b>PÁGINA</b>	Página 1 de 5

### 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	<b>CÓDIGO</b>
PROCIDE 3X1	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Sanitizante con 3 Principios Desinfectantes	

### 2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROSIDAD

IDENTIFICACIÓN NFPA	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS MATERIALES HMIS III												
<table border="1"> <tr> <td> <b>NIVEL DE RIESGO</b>                      4 - MORTAL                      3 - MUY PELIGROSO                      2 - PELIGROSO                      1 - POCO PELIGROSO                      0 - SIN RIESGO                 </td> <td> <b>INFLAMABILIDAD</b>                      4 - DEBAJO DE 25 °C                      3 - DEBAJO DE 37 °C                      2 - DEBAJO DE 93 °C                      1 - SOBRE 93 °C                      0 - NO SE INFLAMA                 </td> </tr> <tr> <td> <b>RIESGO ESPECÍFICO</b>                      ACID - ÁCIDO                      OX - OXIDANTE                      COR - CORROSIVO                      ☣ - RADIOACTIVO                      ☠ - NO USAR AGUA                      ☣ - RIESGO BIOLÓGICO                 </td> <td> <b>REACTIVIDAD</b>                      4 - PUEDE EXPLOTAR SOBRESURETE                      3 - PUEDE EXPLOTAR EN CASO DE CHOQUE O CALENTAMIENTO                      2 - REESTABLE EN CASO DE CAMBIO QUÍMICO VIOLENTO                      1 - REESTABLE EN CASO DE CALENTAMIENTO                      0 - ESTABLE                 </td> </tr> </table>	<b>NIVEL DE RIESGO</b> 4 - MORTAL 3 - MUY PELIGROSO 2 - PELIGROSO 1 - POCO PELIGROSO 0 - SIN RIESGO	<b>INFLAMABILIDAD</b> 4 - DEBAJO DE 25 °C 3 - DEBAJO DE 37 °C 2 - DEBAJO DE 93 °C 1 - SOBRE 93 °C 0 - NO SE INFLAMA	<b>RIESGO ESPECÍFICO</b> ACID - ÁCIDO OX - OXIDANTE COR - CORROSIVO ☣ - RADIOACTIVO ☠ - NO USAR AGUA ☣ - RIESGO BIOLÓGICO	<b>REACTIVIDAD</b> 4 - PUEDE EXPLOTAR SOBRESURETE 3 - PUEDE EXPLOTAR EN CASO DE CHOQUE O CALENTAMIENTO 2 - REESTABLE EN CASO DE CAMBIO QUÍMICO VIOLENTO 1 - REESTABLE EN CASO DE CALENTAMIENTO 0 - ESTABLE	<table border="1"> <tr> <td><b>SALUD</b></td> <td><b>1</b></td> </tr> <tr> <td><b>INFLAMABILIDAD</b></td> <td><b>0</b></td> </tr> <tr> <td><b>PELIGRO FÍSICO</b></td> <td><b>0</b></td> </tr> <tr> <td><b>PROTECCIÓN</b></td> <td><b>B</b></td> </tr> </table>	<b>SALUD</b>	<b>1</b>	<b>INFLAMABILIDAD</b>	<b>0</b>	<b>PELIGRO FÍSICO</b>	<b>0</b>	<b>PROTECCIÓN</b>	<b>B</b>
<b>NIVEL DE RIESGO</b> 4 - MORTAL 3 - MUY PELIGROSO 2 - PELIGROSO 1 - POCO PELIGROSO 0 - SIN RIESGO	<b>INFLAMABILIDAD</b> 4 - DEBAJO DE 25 °C 3 - DEBAJO DE 37 °C 2 - DEBAJO DE 93 °C 1 - SOBRE 93 °C 0 - NO SE INFLAMA												
<b>RIESGO ESPECÍFICO</b> ACID - ÁCIDO OX - OXIDANTE COR - CORROSIVO ☣ - RADIOACTIVO ☠ - NO USAR AGUA ☣ - RIESGO BIOLÓGICO	<b>REACTIVIDAD</b> 4 - PUEDE EXPLOTAR SOBRESURETE 3 - PUEDE EXPLOTAR EN CASO DE CHOQUE O CALENTAMIENTO 2 - REESTABLE EN CASO DE CAMBIO QUÍMICO VIOLENTO 1 - REESTABLE EN CASO DE CALENTAMIENTO 0 - ESTABLE												
<b>SALUD</b>	<b>1</b>												
<b>INFLAMABILIDAD</b>	<b>0</b>												
<b>PELIGRO FÍSICO</b>	<b>0</b>												
<b>PROTECCIÓN</b>	<b>B</b>												

### 3. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE COMPONENTES

**PROCIDE 3X1** es una combinación de 3 principios desinfectantes: amonio cuaternario, peróxido de hidrógeno y etanol, junto con estabilizadores.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
APARIENCIA Y COLOR	Líquido translucido Incoloro
OLOR	N.A
PH PRODUCTO CONCENTRADO	5±0,5
PH A DOSIS DE USO	7±0,5
PUNTO DE FUSIÓN (°C)	Aprox.-6°C
PUNTO DE EBULLICIÓN (°C) A 760 MMHG:	Aprox. 90°C
PUNTO DE INFLAMACIÓN:	N.A
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD:	No Disponible
PRESIÓN DE VAPOR (MMHG):	No Disponible
DENSIDAD DE VAPOR	No Disponible
DENSIDAD (20°C)	0,97 – 1,03 g/mL
SOLUBILIDAD:	Soluble en agua (20°C) 100% y alcohol
COEFICIENTE DE PARTICIÓN N-OCTANOL/AGUA	No Disponible
TEMPERATURA DE AUTO-IGNICIÓN	No hay autoignición
TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN	No Disponible

**15. INFORMACIÓN REGULATORIA**

La información de esta ficha de seguridad, está basada en los conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la Norma Técnica para el control de descargas líquidas de diferentes sectores.

Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas oportunas con el fin de cumplir las exigencias establecidas en las legislaciones vigentes. La información en esta ficha de seguridad significa una descripción de las exigencias de seguridad del producto y no hay que considerarla como una garantía de sus propiedades. Además nuestro personal técnico estará gustoso de responder preguntas de procedimientos de manejos y usos.

## Anexo B

### Hoja de datos de seguridad MSDS Quat 100

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA	
<b>NOMBRE DEL PRODUCTO</b>	<b>CÓDIGO</b>
QUAT 100	L.LF – 06
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Desinfectante a base de Amonios Cuaternarios de 5ta Generación	

2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROSIDAD	
<b>IDENTIFICACIÓN NFPA</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS MATERIALES HMIS III</b>
<p><b>NIVEL DE RIESGO</b> 4 - MORTAL 3 - MUY PELIGROSO 2 - PELIGROSO 1 - POCO PELIGROSO 0 - SIN RIESGO</p> <p><b>INFLAMABILIDAD</b> 4 - DEBAJO DE 25 °C 3 - DEBAJO DE 37 °C 2 - DEBAJO DE 93 °C 1 - SOBRE 93 °C 0 - NO SE INFLAMA</p> <p><b>RIESGO ESPECIFICO</b> ACID - ÁCIDO OX - OXIDANTE COR - CORROSIVO ☠ - RADIOACTIVO ☞ - NO USAR AGUA ☣ - RIESGO BIOLÓGICO</p> <p><b>REACTIVIDAD</b> 4 - PUEDE EXPLOTAR SOBRIAMENTE EN CASO DE CHOQUE O CALIENTAMIENTO 3 - PUEDE EXPLOTAR EN CASO DE CHOQUE O CALIENTAMIENTO 2 - INESTABLE EN CASO DE CAMBIO QUÍMICO VIOLENTO 1 - INESTABLE EN CASO DE CALENTAMIENTO 0 - ESTABLE</p>	<p><b>SALUD</b> 1</p> <p><b>INFLAMABILIDAD</b> 0</p> <p><b>PELIGRO FÍSICO</b> 0</p> <p><b>PROTECCIÓN</b> B</p>

3. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE COMPONENTES
QUAT 100 es una combinación de amonios cuaternarios de quinta generación con tensoactivos no iónicos y secuestrantes.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
<b>APARIENCIA Y COLOR</b>	Líquido translúcido Incoloro
<b>OLOR</b>	N.A
<b>PH PRODUCTO CONCENTRADO</b>	10±0,5
<b>PH A DOSIS DE USO</b>	7±0,5
<b>PUNTO DE FUSIÓN (°C)</b>	Aprox. -6°C
<b>PUNTO DE EBULLICIÓN (°C) A 760 MMHG:</b>	Aprox. 90°C
<b>PUNTO DE INFLAMACIÓN:</b>	N.A
<b>LÍMITES DE INFLAMABILIDAD:</b>	No Disponible
<b>PRESIÓN DE VAPOR (MMHG):</b>	No Disponible
<b>DENSIDAD DE VAPOR</b>	No Disponible
<b>DENSIDAD (20°C)</b>	0,97 – 1,03 g/mL
<b>SOLUBILIDAD:</b>	Soluble en agua (20°C) 100% y alcohol
<b>COEFICIENTE DE PARTICIÓN N-OCTANOL/AGUA</b>	No Disponible
<b>TEMPERATURA DE AUTO-IGNICIÓN</b>	No hay autoignición
<b>TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN</b>	No Disponible

#### 15. INFORMACIÓN REGULATORIA

La información de esta ficha de seguridad, está basada en los conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la Norma Técnica para el control de descargas líquidas de diferentes sectores.

Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas oportunas con el fin de cumplir las exigencias establecidas en las legislaciones vigentes. La información en esta ficha de seguridad significa una descripción de las exigencias de seguridad del producto y no hay que considerarla como una garantía de sus propiedades. Además nuestro personal técnico estará gustoso de responder preguntas de procedimientos de manejos y usos.

## Anexo C

### Encuesta a empleados

#### Encuesta para evaluar el sistema de almacenamiento y calidad de agentes tensoactivos

Objetivo: Determinar los requerimientos para el sistema electrónico de monitoreo y alerta de agentes tensoactivos

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos  
 Catiónicos  
 Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Si  
 No

3. ¿Con que frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente  
 Poco frecuente  
 Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización  
 Pantalla de monitoreo  
 Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante  
 Poco importante  
 Nada importante

#### Encuestado 2

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos  
 Catiónicos  
 Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Si  
 No

3. ¿Con que frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente  
 Poco frecuente  
 Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización  
 Pantalla de monitoreo  
 Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante  
 Poco importante  
 Nada importante

## Encuestado 3

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos  
 Catiónicos  
 Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Si  
 No

3. ¿Con que frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente  
 Poco frecuente  
 Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización  
 Pantalla de monitoreo  
 Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante  
 Poco importante  
 Nada importante

## Encuestado 4

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos  
 Catiónicos  
 Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Si  
 No

3. ¿Con que frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente  
 Poco frecuente  
 Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización  
 Pantalla de monitoreo  
 Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante  
 Poco importante  
 Nada importante

## Encuestado 5

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos
- Catiónicos
- Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Si
- No

3. ¿Con que frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente
- Poco frecuente
- Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización
- Pantalla de monitoreo
- Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante
- Poco importante
- Nada importante

## Encuestado 6

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos
- Catiónicos
- Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Si
- No

3. ¿Con que frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente
- Poco frecuente
- Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización
- Pantalla de monitoreo
- Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante
- Poco importante
- Nada importante

## Encuestado 7

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos
- Catiónicos
- Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Sí
- No

3. ¿Con qué frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente
- Poco frecuente
- Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización
- Pantalla de monitoreo
- Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante
- Poco importante
- Nada importante

## Encuestado 8

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos
- Catiónicos
- Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Sí
- No

3. ¿Con qué frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente
- Poco frecuente
- Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización
- Pantalla de monitoreo
- Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante
- Poco importante
- Nada importante

## Encuestado 9

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos  
 Catiónicos  
 Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Sí  
 No

3. ¿Con qué frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente  
 Poco frecuente  
 Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización  
 Pantalla de monitoreo  
 Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante  
 Poco importante  
 Nada importante

## Encuestado 10

1. ¿Qué tipo de agente tensoactivo es el que más se opera dentro de la planta?

- Aniónicos  
 Catiónicos  
 Ninguno

2. ¿Conoce usted las magnitudes que están presentes en los agentes tensoactivos durante el proceso de almacenamiento?

- Sí  
 No

3. ¿Con qué frecuencia se realiza pruebas de calidad a los agentes tensoactivos?

- Muy frecuente  
 Poco frecuente  
 Nada frecuente

4. ¿Qué método se utiliza con mayor frecuencia para conocer la cantidad de agente tensoactivo en almacenamiento?

- Por visualización  
 Pantalla de monitoreo  
 Ninguno

5. ¿Qué tan importante considera usted aplicar un sistema de monitoreo durante el proceso de almacenamiento de agentes tensoactivos?

- Muy importante  
 Poco importante  
 Nada importante

## Anexo D

Código fuente compilado en la placa ESP32 para la adquisición de datos de los sensores, el envío de información a la base de datos local y global, y activación de alertas.

```
/*
** LIBRERIAS**
***/
#include "WiFi.h"
/*
** OBJETOS Y VARIABLES **
***/
const char * ssid = "RED INDIQUIMICA"; //RED DE INDIQUIMICA
const char * claveWifi = "indi2020"; //CONTRASEÑA DE LA RED

String strhost="192.168.1.20";//DIRECCIÓN IP DEL SERVIDOR LOCAL
String strurl = "/envioDatos.php";
char host[48];

String strhostd="indiquimicameter.com";//DIRECCIÓN DEL SERVIDOR GLOBAL
String strurld = "/envioDatos.php";
char hostd[48];

uint32_t timerEnvioDatos;
String num_Alertas = "+593984851490";

//DECLARACIÓN DE PINES UTILIZADOS
#define trigPin 16 //RX
#define echoPin 17 //TX
#define phPin 34
#define turbidezPin 35
#define alarma3 25
#define alarma4 26
#define alarma1 32
#define alarma2 33
#define buzzer 27

//DECLARACIÓN DE VARIABLES
long duracion=0,sumaPH,sumaT;
float distancia=0,distancia2=0,galones=0,mediaPH,ph,voltajePH,turbidez,voltajeT
float altura=85,nivel=0,phS,turbidezS,galonesS=0;
boolean lleno=false,alerta=false;
```

```

//-----FUNCIÓN PARA CONECTAR ESP32 A LA RED-----//
void conectarAlWifi() {
  WiFi.begin(ssid, claveWifi);
  Serial.print("Conectando");
  Serial.println("RED INDIQUIMICA");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("Wifi Conectado ");
  Serial.println("Direccion IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

//-----FUNCIÓN NIVEL DEL LÍQUIDO-----//
void valorNivel(){
  inicio:
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duracion = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distancia = duracion*0.034/2;
  distancia2=distancia-20;
  if((distancia==0)//(distancia>300))
  goto inicio;

  nivel=altura-distancia2;
  galones=1.67*nivel;
  Serial.print("GALONES QUAT100= ");
  Serial.println(galones);
}

//-----FUNCIÓN PH DEL LÍQUIDO-----//

void valorPH(){
  for (int i=0 ; i<100 ; i++)
  {
    sumaPH = sumaPH + analogRead(phPin);
    delay(5);
  }
  mediaPH =sumaPH/100;
  sumaPH=0;
  voltajePH = mediaPH*0.00080586;// --> 3.3/4095.0
  ph =(-5.8252*voltajePH) + 21.4271; //linealización
  Serial.print("PH QUAT100= ");
  Serial.println(ph);
}

```

```

void loop() {

//LLAMADA DE LAS FUNCIONES DE LOS SENSORES REALES
valorNivel();
valorPH();
valorTurbidez();

//LLAMADA DE LAS FUNCIONES DE LOS VALORES SIMULADOS
valorNivelS();
valorPHS();
valorTurbidezS();

if (galones<=10){
    digitalWrite(alarma2,LOW);
    digitalWrite(alarma3,HIGH);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(buzzer,LOW);

    Serial.println("AT+CMGS=\""+num_Alertas+"\"");
    delay(100);
    Serial.print("Estado del nivel del tanque Quat 100 casi vacio");
    delay(100);
    Serial.print(char(26));
    delay(100);
    Serial.println("");
    delay(100);
}
if (galones>10 && galones<130 ){
    digitalWrite(alarma2,HIGH);
    digitalWrite(alarma3,LOW);
    digitalWrite(buzzer,LOW);
}
if (galones>=130){
    digitalWrite(alarma2,LOW);
    digitalWrite(alarma3,HIGH);
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(buzzer,LOW);

    Serial.println("AT+CMGS=\""+num_Alertas+"\"");
    delay(100);
    Serial.print("Estado del nivel del Quat 100 casi lleno");
    delay(100);
    Serial.print(char(26));
    delay(100);
    Serial.println("");
    delay(100);
}
}

```

## ANEXO E

Código fuente para la adquisición de los datos enviados por la ESP32 y la inserción de los valores en los servidores Local y Global.

```
<?php
//CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS
$conexion = mysqli_connect("localhost","aucatoma","tesis123","indiquimica");

if (!$conexion) { //CONDICIÓN PARA VERIFICAR LA CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS
    echo "Error: No se pudo conectar a MySQL." . PHP_EOL;
    echo "error de depuración: " . mysqli_connect_error() . PHP_EOL;
    exit;
}
//ADQUISICIÓN DEL VALOR DEL PH REAL
$ph = $_POST ['ph'];
//ADQUISICIÓN DEL VALOR DEL NIVEL REAL
$nivel = $_POST ['nivel'];
//ADQUISICIÓN DEL VALOR DE LA TURBIDEZ REAL
$turbidez = $_POST ['turbidez'];
//ADQUISICIÓN DEL VALOR DEL PH SIMULADO
$ph2 = $_POST ['ph2'];
//ADQUISICIÓN DEL VALOR DEL NIVEL SIMULADO
$nivel2 = $_POST ['nivel2'];
//ADQUISICIÓN DEL VALOR DE LA TURBIDEZ SIMULADO
$turbidez2 = $_POST ['turbidez2'];
//FECHA EN LA QUE SON INGRESADOS LOS VALORES
$fecha=date("Y-m-d");

//SENTENCIAS SQL PARA INSERTAR LOS VALORES EN LAS TABLAS
$sql ="INSERT INTO `tanque1` (`id`,`fecha`,`ph`,`nivel`,`turbidez`)
VALUES (NULL,'$fecha','$ph', '$nivel', '$turbidez')";
$sql2 ="INSERT INTO `tanque2` (`id`,`fecha`,`ph`,`nivel`,`turbidez`)
VALUES (NULL,'$fecha','$ph2', '$nivel2', '$turbidez2')";

//CONSULTA QUERY PARA VERIFICAR LA CONEXIÓN Y LA INSERCIÓN DE DATOS
$resultado = mysqli_query($conexion,$sql) or die ('error en el query');
$resultado2 = mysqli_query($conexion,$sql2) or die ('error en el query');
mysqli_close($conexion);
echo "Datos ingresados correctamente.";

?>
```

## ANEXO F

Código fuente de la página de inicio en el servidor global para acceder a la página principal de *indiquimicameter.com*.

```
<title>Login</title>
</head>
<body>
<div id="f">
<center><p style="color:black;
" id="tipage">Indiquimica Meter</p></center>
<center><form name="form" action="index2.html">
|
| //TABLA PARA LA CREACIÓN DE LAS FILAS USUARIO Y PASSWORD
<table width="200" height="147" border="1">
|   <tr>
|     <td height="39" >
|       " type="text" name="user" placeholder="User" /></center>
|
|     <td height="39">
|       <center><input style="color:#273746; font-family:AR CENA;
|
|       </td>
|     </tr>
|   </table>
|
| //CREACIÓN DEL BOTON LOGIN
<td><p><center><input style="color:WHITE; font-size:200%; background-color:#566573;
font-family:AR CENA;" type="button" value="LOGIN" onclick="go()" /></center></p></td>
</form></center>
|
</div>
|
<SCRIPT language=JavaScript>
|
| //FUNCIÓN PA COMPROBAR LAS CREDENCIALES DE USUARIO Y PASSWORD INGRESADAS
function go(){
if (document.form.password.value=='tesis123' && document.form.user.value=='aucatoma')
|   document.form.submit();
| }
| else{ //ALERTA CUANDO NO SE INGRESAN BIEN LAS CREDENCIALES
|   alert("Usuario o contraseña incorrectos. Por favor vuelva a intentar.");
| }
| }
</SCRIPT>
|   <center></center>
</body>
</html>
```

## ANEXO G

Código fuente del archivo *index2.html* para la visualización de los valores enviados por la ESP32 y para la obtención de los reportes.

```
<!doctype html>
<html>
<head>
<title>Indiquimica</title>

<script type="text/javascript" src="js/jquery.js"></script>
<link rel="stylesheet" href="css/estilos2.css">

</head>

<body id="myPage" data-spy="scroll" data-target=".navbar" data-offset="60">
<div class="main-header" id="main-header">
  <nav class="navbar mynav navbar-fixed-top">
    <div class="container">
      <div class="navbar-header">

        </button>
        <a class="navbar-brand" href="#banner">Indiquimica Meter</a> </div>

        <li><a href="#work">Tanques</a></li>
        <li><a href="#testimonials">Reportes</a></li>
        <li><a onclick=" window.location.href='index.html'">Logout</a></li>
      </ul>
    </nav>
  </div>

  <div class="banner" id="banner">
    <div class="bg-overlay">

      <div class="col-md-12">
        <div class="banner-text">
          <h2>Bienvenido a <span>Indiquimica Meter</span> control y monitoreo.
          <p>Creamos productos químicos ecológicos </p>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>
```

```

<div class="feature-text media-body">
  <h4>Productos Químicos Industriales</h4>
  <p class="feature-detail">Los mejores resultados para tus procesos industriales.</p>
</div>

<div class="icon-box text-center pull-left media-object"> <i class="icon-heart"></i>
<div class="feature-text media-body">
  <h4>Limpieza Eficaz y Segura</h4>
  <p class="feature-detail">Institucional e Industrial.</p>
</div>
</div>

<div class="icon-box text-center pull-left media-object"> <i class="icon-eye"></i>
<div class="feature-text media-body">
  <h4>Productos Químicos Ecológicos</h4>
  <p class="feature-detail">"Cuidamos tu Salud y al Medioambiente".</p>
</div>
</div>
div>
  <h3>Tanques</h3>
<div class="row">
  <div class="col-md-6 col-sm-6">
    <h4>Tanque QUAT 100</h4>

<center><div class='slider'>
  <div class='tanque'></div>
</div></center>

<div id="datos">
  <center> <h4>Alertas</h4></center><br>
  <center><p>Estado de nivel</p></center>
  <center><input type="text" id="estado1" /></center><br>
</div>

</div>

  <div class="col-md-6 col-sm-6">
    <h4>Tanque PROCIDE 3X1</h4>

<center><div class='reg2' >
  <div class='progress2'></div>
  <div class='indicator2'></div>
  <div class='tanque2'></div>
</div></center>

```



## ANEXO H

Código fuente del archivo *estilos.css* para la creación de los tanques simulados y los leds indicadores de alertas.

```
/*CREACIÓN DE LOS LEDS INDICADORES*/
.circle {
    height: 30px;
    width: 30px;
    background-color: #0e3d0b;
    border-radius: 50%;
}
.circle2 {
    height: 30px;
    width: 30px;
    background-color: #590d0d;
    border-radius: 50%;
}
/*CREACIÓN DEL TANQUE QUAT 100*/
.slider{
    border: 1px solid white;
    position: absolute;
    float:left;
    margin-left:200px;
}

.slider > .progress{
    background: #3ebaae;
    height: 100%;
    width: 100%;
    position: absolute;
}

.slider > .indicator{
    background: white;
    height: 50%;
    width: 100%;
    position: absolute;
}
```

```

.slider > .tanque{
  background: url('../img/tanque2.png') no-repeat;
  height: 125%;
  width: 220%;
  left: -57px;
  top: -44px;
  position: absolute;
}

/*CREACIÓN DEL TANQUE QUAT PROCIDE 3X1*/
.slider2{
  border: 1px solid white;
  position: absolute;
  float:left;
  margin-left:200px;
}

.slider2 > .progress2{
  background: #3ebaae;
  height: 100%;
  width: 100%;
  position: absolute;
}

.slider2 > .indicator2{
  background: white;
  height: 50%;
  width: 100%;
  position: absolute;
}

.slider2 > .tanque2{
  background: url('../img/tanque2.png') no-repeat;
  height: 125%;
  width: 220%;
  left: -57px;
  top: -44px;
  position: absolute;
}

```



```

$sql = "SELECT * FROM $tanques WHERE fecha >= '$fecha' AND fecha <=
'$fecha2'";
$solicitud = $conexion->query( $sql );

while ($usr_data = mysqli_fetch_assoc($solicitud)){
?>
<tr>
<td><?php echo $usr_data['id'] ; ?> </td>
<td><?php echo $usr_data['fecha']; ?></td>
<td><?php echo $usr_data['ph'];?></td>
<td><?php echo $usr_data['nivel'];?> </td>
<td><?php echo $usr_data['turbidez'];?> </td>
</tr>

<?php

}}
?>

<br><input type="button" value="Cerrar reporte" onClick="
window.location.href='http://indiquimicameter.com/index2.html#work' ">
<?php
$var4= "REPORTE DEL ".$fecha." AL ".$fecha2;
echo $var4."<br />";

?>
</table>

```



```
<br><input type="button" value="Cerrar reporte" onClick=
"window.location.href='http://indiquimicameter.com/index2.html#work'">
<?php
    $var4= "REPORTE DEL ".$fecha." AL ".$fecha2;
echo $var4."<br />";

?>
</table>
```



```

<center><p>Estado de nivel</p></center>
<center><input type="text" id="estado1" style="background:none;
border: 1px solid black; width: 100px;" />
</center><br>
</div>

<!--CREACIÓN DEL TANQUE PROCIDE 3X1-->
<center><div class='slider2' >
  <div class='progress2'></div>
  <div class='indicator2'></div>
  <div class='tanque2'></div>
  </div></center><br>

<!--CREACIÓN DE CAJAS TEXTO Y ETIQUETAS PARA TANQUE PROCIDE 3X1-->
<div id="datos">
<center> <h3>Obtención</h3></center>
<p>&nbsp;<input type="text" id="ph2" /></p>
<p>&nbsp;<input type="text" id="nivel2" />gal</p>
<p>&nbsp;<input type="text" id="turbidez2" />NTU</p>
</div>

<div id="datos">
<center> <h3>Alertas</h3></center>
  <div id="circle3" class="circle" >
    </div>
  </div>
<br>
<br>
<center><p>Estado de nivel</p></center>
<center><input type="text" id="estado2" />
</center>
<br>
</div>

```



```
if(nivel2>10 && nivel2<130){
  document.getElementById("estado2").value="Normal";
}
else{

  if (nivel2>=130 // nivel2<=10) {
    if (nivel2>=130) {
      document.getElementById("estado2").value="Casi lleno";
    }
    if (nivel2<=10) {
      document.getElementById("estado2").value="Casi vacio";
    }
  }
}else
}
;
}
</script>
</body>
</html>
```