



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN  
TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL  
GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN  
TELECOMUNICACIONES**

Implementación de un sistema de vigilancia de Gas Licuado de  
Petróleo en estaciones de servicio de combustible utilizando una  
plataforma Adafruit.IO

**PRESENTADO POR**

Pajares Acuña, Maria del Carmen  
Alcantar Mallqui, Luis Adrian

**ASESOR**

Vargas Cuentas Natalia Indira

Los Olivos, 2020  
Lima - Perú

# Implementación de un sistema de vigilancia de Gas Licuado de Petróleo en estaciones de servicio de combustible utilizando una plataforma Adafruit.IO

Pajares Acuña Maria del Carmen  
Universidad de Ciencias y  
Humanidades(UCH)  
Lima,Perú  
marpajaresa@uch.pe

Alcantar Mallqui Luis Adrian  
Universidad de Ciencias y  
Humanidades(UCH)  
Lima,Perú  
lualcantaram@uch.pe

Vargas Cuentas Natalia Indira  
Universidad de Ciencias y  
Humanidades(UCH)  
Lima,Perú  
nvargas@uch.edu.pe

**Abstract—** La contaminación en las estaciones de servicio es un tema que se debe de tratar. Lima es actualmente uno de los lugares donde existe mayor contaminación del aire, siendo un problema local. El gas licuado de petróleo es usado como combustible para automotor por su bajo costo en comparación con otros combustibles del mercado. Esto hace que el número de ventas de GLP en Gasocentros aumente cada vez más. Debido a esto, los operadores, que trabajan expuestos a las emisiones de gases en estos centros, contaminan sus pulmones diariamente; lo cual con el tiempo resulta en problemas respiratorios. Tomando en cuenta esta problemática, se implementa un sistema para la evaluación del factor GLP y, con ello, la prevención de enfermedades respiratorias en estos trabajadores expuestos. El proyecto utiliza un microcontrolador que permite enviar datos al servidor utilizando la tecnología de Internet de las cosas, donde los datos adquiridos por la medición del sensor electroquímico se almacenan en un servidor Adafruit.IO en tiempo real. Como resultado se obtuvo que después de los 20 minutos de exposición, el operario se encuentra en alto riesgo.

**Keywords—** estaciones de servicio, Adafruit.IO, microcontrolador, GLP.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la contaminación ambiental es uno de los riesgos primordiales que son abordados por las organizaciones ambientales y de salud de cada país. Según la Organización Mundial de la Salud 2018 (OMS), la muerte de aproximadamente tres millones de personas se encuentra causada por problemas de contaminación en el mundo [1]. La contaminación no mata directamente a las personas, pero agrava las enfermedades respiratorias, como por ejemplo el cáncer de pulmón, que es una de las afecciones que tiende a agravarse con mayor frecuencia, haciendo que el paciente empeore a corto plazo. Un tipo de contaminación importante es la vehicular, pues provoca que el 80% de los usuarios estén expuestos a gases contaminantes, ocasionando malestares y otros problemas de la salud [2]. En el 2014, en Perú, se acumuló 4.83 millones de vehículos en el parque automotor, lo cual se interpreta como 158.6% más que en el 2005 y 53.1% más que en el 2010, según informó el Parque Vehicular en la Comunidad Andina (CAN) 2005-2014 [3].

La emisión de gases contaminantes por vehículos es un problema que acontece principalmente en zonas como Lima y Callao. Una de las causas de esta problemática es la falta de concientización del Gobierno para regular estas emisiones y también la falta de prevención en zonas de alto riesgo (grifos de estaciones de servicio de combustible) [4].

Según menciona la Asociación de grifos y estaciones de servicio del Perú (AGESP) 2019, existen más de 4700 estaciones de servicios de GLP a nivel nacional. De las cuales, el 17,6% se encuentra entre Lima y Callao [5]. Además, se menciona que existen 942 estaciones de servicio ofreciendo el Gas licuado de petróleo (GLP) en esta zona. El GLP está compuesto por un 60% de propano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) y un 40 % de butano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) [6].

Una de las causas de la contaminación ambiental son los carburantes en su estado gaseoso, pero moderadamente, en alta presión son licuables y; en temperatura normal, son una mezcla entre el Gas Propano y el gas Butano, los cuales presentan una alta volatilidad que los hace capaz de mezclarse en el aire de forma homogénea, haciendo que el aire se vuelva un gas dañino para la salud, tal como refiere Jonh Astete, doctor especialista en medicina ocupacional y medio ambiente. Astete confirma que las personas que trabajan en estaciones de combustible (grifos) maniobrando el gas licuado de petróleo (GLP), pueden sufrir intoxicaciones por medio de inhalación y por contacto directo [7].

En la actualidad existen sistemas de vigilancia del Gas licuado del petróleo (GLP) dirigido para plantas industriales, que buscan la manera de regular y no poner en riesgo a los trabajadores y, de este modo, evitar retrasos en los procesos de producción. Por ejemplo, se implementó redes de sensores inalámbricos para el monitoreo diario, utilizando un microcontrolador para realizar la detección de este gas y, así, alertar de las elevadas concentraciones de los gases que afectan considerablemente a los ciudadanos [8].

Otro ejemplo utiliza un sistema de monitoreo para un detector continuo de gases ubicado en la zona del dispensador, donde trabajan y manipulan los equipos los operarios de la estación, [9]

Existen mediciones de tipo de Gas utilizando la familia de sensores MQ en un sector residencial para medir los carburantes que se presenta en cada espacio de la residencia y medir la exposición al GLP al escalar los sensores MQ-6 y teniendo, incluso, una aplicación web para el usuario local.[10]

La presente investigación tiene como objetivo monitorear el porcentaje de Propano y Butano en partes por millón (ppm), que se encuentran concentrados en las estaciones de servicio, verificándose los niveles de gas que respira un operario utilizando de el sensor electroquímico MQ-5 para detectar la

variable asignada del Gas Licuado de Petróleo (GLP). Este enviará los datos recopilados a un servicio en la nube utilizando Internet de las cosas (IoT), y se logrará realizar una base de datos almacenado todas las mediciones recopiladas en la plataforma de Adafruit IO, la cual trabaja con el protocolo de comunicación MQTT (message queue telemetry transport).

En la sección II de este trabajo, se detalla la metodología desarrollada; describiendo el proceso desde el análisis de la situación actual para esta implementación. En la sección III se podrá observar los resultados obtenidos los diversos periodos de tiempo mediante la implementación del sistema de vigilancia. Finalmente, en la sección IV se presentarán las conclusiones de este trabajo.

## II. METODOLOGIA

Fue necesario considerar el análisis de datos para evaluar los requerimientos del dispositivo, realizando una simulación de componentes electrónicos. Esto permitió obtener los datos en tiempo real al visualizar la plataforma.

En la Fig.1, se muestra en diagrama de bloques del proceso para la realización del sistema de monitoreo utilizando un servidor Adafruit.IO.



Figura 1 Diagrama de bloques del sistema.

En esta sección se desarrolla el sistema de vigilancia de gas Licuado de Petróleo (GLP), iniciando con un análisis de la situación actual, evaluando los niveles de contaminación a los que se encuentran expuestos los operarios encargados de llenado de combustible en las estaciones de servicio (grifos). Además, se planteó el diseño para la medición, se desarrolló un algoritmo para el sistema y, con ello, se seleccionaron los componentes. Después, se creó una interfaz para el usuario y se implementó.

### A. Identificación de variables y área de estudio.

El uso de combustible para vehículos es alta, existe en la actualidad 4700 estaciones de servicios en el Perú [5]. A nivel rural, abastecen 942 estaciones de servicio que son gasocentros de GLP. El incremento de estaciones de GLP es debido a la demanda del combustible a nivel nacional por los usuarios, según informó la asociación de Grifos y Estaciones de Servicio del Perú (AGESP).[11].

El MINEM indica que la demanda mayor por GLP se encuentra en Cercado de Lima debido al mayor número de autos que transcurren por la zona. Un operario de este tipo de grifos afirma que las horas con mayor demanda de llenado de gas son de 5-6h [12].

En el desarrollo se plantea lo siguiente: primero, identificar las variables para el análisis de las propiedades de GLP [13]. En las estaciones de servicio son las mezclas de hidrocarburos que contienen compuestos: propano y butano, que están dadas en forma de estado gaseoso y se evaporan en el aire, tal como se detalla en la tabla 1.

PROPIEDADES	GLP
Composición	60% Propano 40% Butano
Formula química	$C_4H_{10}$ $C_3H_8$
Cantidad de Energía	22,244 Kcal/m <sup>3</sup> 6.595 Kcal/lt 11 739 Kcal/Kilo
Presión de suministro	50 mbar
Estado físico	Líquido a 20°C con presión manométrica de 2,5bar
Color/olor	Incoloro / Inodoro

Tabla 1. Propiedades de GLP

De la misma manera, se medirán el Propano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) y el Butano (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>), que son gases que contaminan el aire e influyen en la degradación de nuestra salud, teniendo mayor presencia de estos en los combustibles vehiculares de transporte de zona urbana

En las variables examinamos la composición química del GLP; son las mezclas de carburantes de propano y butano, composición en porcentaje, a las cuales se encuentra expuesto el operario durante sus horas laborales, donde se produciría una absorción del gas.

Componente	Nomenclatura	Composición (%)	Estado Natural
<b>Propano</b>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.29%	Gas Licuable
<b>Butano</b>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.11%	Gas Licuable

Tabla 2. Composición de GLP

En la Tabla 2 [14] se especifica la composición de carburante, de yacimiento de GLP.

Componente	Punto de congelación	Clima
<b>Propano</b>	-44 °C	Frío
<b>Butano</b>	0. °C	Templado

Tabla 3. Propiedades Físicas de GLP

En la Tabla 3, en la hoja de datos de seguridad del producto GLP se prevé la información: las propiedades Físicas de

temperatura de autoignición para estos carburantes de GLP es más pesado que el aire y puede provocar asfixia en las personas expuestas, según se observó al revisar los parámetros. [15]

En la Tabla 4 se muestran los protocolos de seguridad según Occupational safety and Health Administration (OSHA), entre otras entidades que refiere Ingasoil. Para los vapores del Gas Licuado de Petróleo, estos son los indicados propuestos. [16].

GLP (ppm)	Clasificación de Absorción
0-800	Moderado
800-1000	Peligroso
1000	Riesgo

Tabla 4. Índice de alerta de seguridad

Se especifica mediante la hoja técnica de Llamagas las clasificaciones de absorción mostrada en la tabla anterior en la que se hace énfasis de los límites para exposición para un trabajador en el dispensador de GLP.

### B. Diseño del sistema de medición

Una vez identificadas las variables, se realiza el diseño del sistema, el cual está integrado por componentes electrónicos y se añade un sensor electroquímico que medirá las concentraciones de GLP con un nivel alto de sensibilidad, dentro del área de estación del dispensador de combustible.

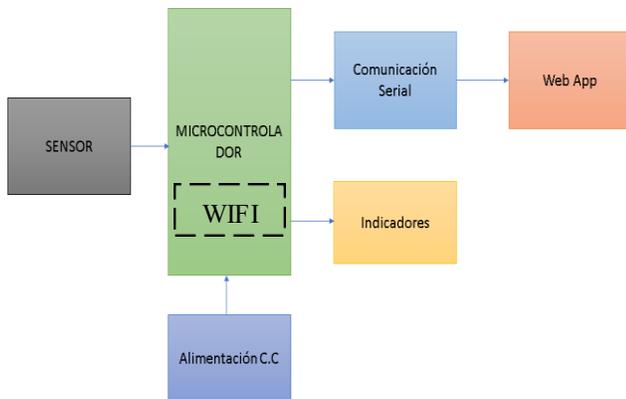


Fig. 1. Diagrama de bloques del Sistema

Como se puede apreciar en la Fig. 1., se buscó información acerca de los dispositivos para diseñar todo este sistema. Se observa que para la obtención de datos se usará un sensor que pueda captar estas medidas, el cual tiene que tener una alta sensibilidad del GLP, varía 100-10000 ppm, para que luego estos datos sean enviados a través de un microcontrolador en conexión con un servidor virtual, el cual recopilara los datos de medición y mostrará los rangos mediante la interfaz del usuario y brindando indicadores de alerta

En el desarrollo del algoritmo se tiene el diagrama de flujo para el diseño del sistema de monitoreo.

### C. Selección de componentes

Optaremos a los sensores MQ por sus diferentes prácticas para detectar la presencia GLP; el sensor MQ-5 tiene una mayor presencia de sensibilidad desde los 100 ppm - 10000ppm con una fuente alimentación de voltaje de 3.3v -5v en la Fig. 2.



Fig 2. Sensor MQ-5

Para obtener un servidor web y poder enviar o pedir información se usará el microcontrolador NodeMCU ESP8266 porque tiene un PIN analógico. Esto permite tomar valores continuos, además, tiene conexión Wi-Fi para dispositivo móvil o visualizar en computadora, con fuente de alimentación 3.3 v y corriente de máxima 170mA en la Fig. 3.



Fig 3. NodeMCU ESP8266

Para agregar el sistema de alertas se utilizó con leds de tres colores, colocando condicionales para el encendido de cada led, su voltaje entre 1,8 v y 2,1 y corriente 10mA.

Para el led se tiene un voltaje y corriente establecido según color de led. Para proteger cada led se utilizó la ley de Ohm y elegir la resistencia adecuada que son 220Ω -330Ω.

### D. Desarrollo del algoritmo

En esta sección se programa en el IDE de Arduino, el cual es un entorno de desarrollo de código abierto y compatible con el módulo Wi-Fi ESP8266. Este módulo es utilizado para realizar proyectos vía Wi-Fi o Internet.

En la Fig. 4 se visualiza el algoritmo. Debe seguir una secuencia que se incorpora en el siguiente diagrama de flujo, se da inicio al programa; comunicación serial tiene conexión a la red; el usuario tiene una cuenta que procede a mostrar las lecturas del sensor electroquímico MQ-5. Los datos serán enviados al servidor virtual, donde se visualiza las escalas de rangos establecidas.

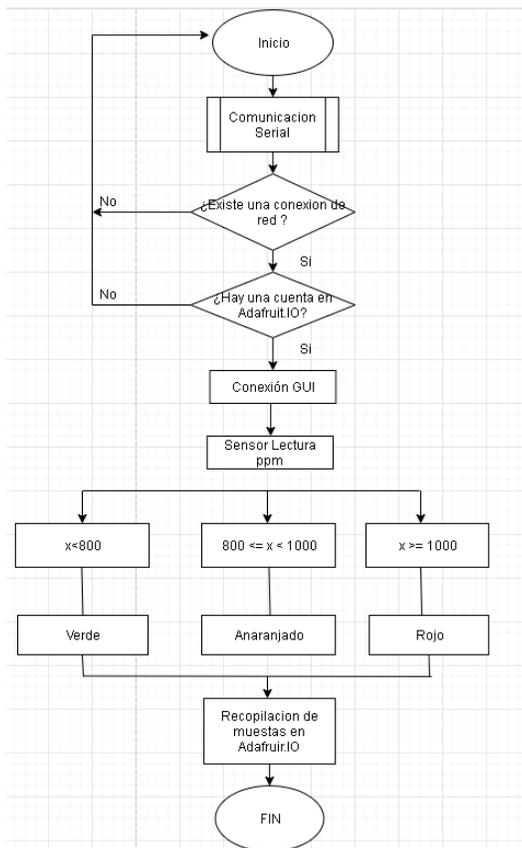


Fig. 4. Diagrama de flujo del sistema

Para el desarrollo del sistema, se tiene que programar en el IDE de Arduino que utiliza un lenguaje de programación en el entorno Dev-C++. Este software es de código abierto y fácil de programar. El sistema inicia con una comunicación serial hacia el dispositivo que tiene conexión a internet. Si la tiene, procede ingresar al servidor web en el cual debe haber una cuenta registrada. Una vez procedido a estos pasos, se accede al servidor web, mostrando las lecturas del sensor ppm. Estos datos serán recopilados por un periodo de 30 días. Después de esto, se resetean las lecturas y termina el proceso.

### E. Desarrollo de GUI

En esta sección, para realizar las muestras de datos que se medirán con el sensor de GLP, el servidor virtual Adafruit.IO permite que todos los datos enviados a través de un sensor realicen una gráfica en tiempo real para poder tomar las decisiones necesarias y para una mayor tranquilidad del usuario. En la Fig5. Para crear una plataforma en la que se visualizara todo el monitoreo de GLP se requiere de pasos.



Fig 5. Servidor virtual de medición

En el algoritmo se debe arrastrar las librerías de Adafruit.iO, seguidamente hay conexión con la plataforma. Una vez se procede a cambiar parámetros en el entorno en el que se muestra como una llave. En este paso puedes elegir el tipo de medición que se realice y escoger una figura para presentar proyecto y añadir título y texto. Además, se recopilan todas las muestras por un periodo de 30 días y se separan las muestras por cada día.

El Usuario contará con un servidor donde visualizará los rangos de permisión que se captarán con el sensor en escala; bajo, medio y alto.

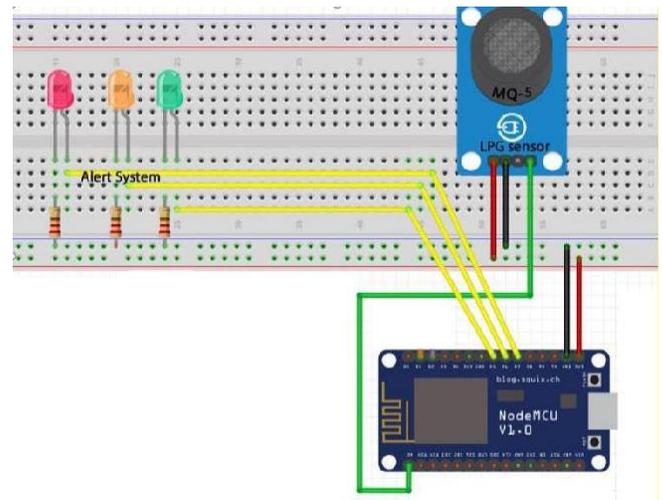


Fig 6 Conexión de los dispositivos en Fritzing

### F. Implementación del Sistema

En esta sección, para el esquema de conexión de los componentes electrónicos, se utilizó un programa libre para diseñar y simular en Fritzing Fig.6. Posteriormente, los componentes electrónicos se pasan a soldar en una Baquelita.

Se utiliza la curva característica y su respectiva ecuación de la fig7.

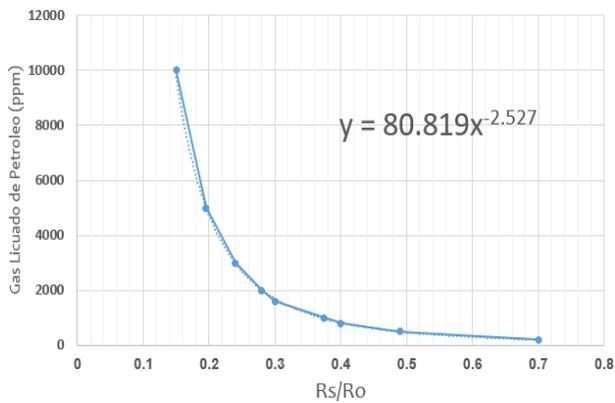


Fig7 Grafica de curvatura característica de la concentración de MQ-5 analizada en Excel

La función exponencial del sensor, permitirá obtener la concentración de GLP mediante la alta sensibilidad a este gas, por lo que fue requerido trabajar con la curva característica referente al gas, analizando el valor de la ecuación, tal como se visualiza en la Fig.7

Una vez obtenida la ecuación:

$$Y = 80.819X^{-2.527} \quad (1)$$

Siendo:

Y = Concentración de GLP en ppm.

X = La relación entre Rs (Resistencia del sensor leído) del Arduino cuando se concentra con varios gases) y Ro (Resistencia del sensor cuando está concentrado con un alto nivel de ppm).

Detecta los valores de concentración de GLP, en el cual se encuentra expuesto el trabajador. Contiene un sistema de alerta, envía datos a la nube y su funcionamiento es estable mediante un dispositivo.



Fig. 8. Sistema de medición y prueba

Se midió la alimentación del circuito y la conexión correcta y que los componentes funcionen óptimamente para no tener

problemas a la hora de medir el factor como se muestra en la Fig. 8

Además, se consideraron varias áreas de prueba y el tiempo para analizar posteriormente dichas variables obtenidas. Se han tenido en cuenta varias pruebas que serán necesarias para evaluar la insalubridad del medio ambiente.

### III. RESULTADOS

Realizando las mediciones en el área de estudio por cada veinte minutos de trabajo, que es un tiempo aproximado que un operador se demora en hacer el llenado del tanque del carro de un usuario, se logra captar la variación en cada medición con respecto a los días.

	5 min (PPM)	10 min (PPM)	15 min (PPM)	20 min (PPM)
1er muestra	56	180	393	811
2do muestra	48	167	375	784
3er muestra	60	138	354	689
4to muestra	35	201	510	1040
5to muestra	71	195	439	972

Tabla. 5. Mediciones

En la tabla 5 se encuentran los datos mostrados en la plataforma del usuario, con ello se puede interpretar que los 15 primeros minutos el operador no tiene riesgos de poder sentir algún tipo de malestar, pero pasando los 20 minutos se puede llegar a tener malestares al respirar. Por ello, el sistema muestra el led rojo encendido indicando que el operador debe salir de su área de trabajo y esperar a que el nivel baje para volver a realizar sus labores.

	Muestra
Moderado	85%
Peligroso	10%
Riesgoso	5%

Tabla. 6. Muestras

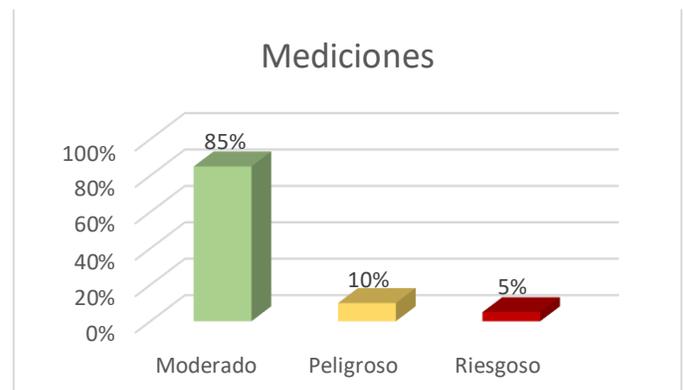


Grafico1. Mediciones

En el gráfico 1 se puede determinar que el 85% de las muestras se encuentra de forma moderada, el 10% en zona de peligro y el 5% en zona de riesgo.

#### IV. DISCUSIÓN

En comparación de otros proyectos, el prototipo propuesto es pequeño y está diseñado para mantener a los operarios fuera de riesgo para su salud, a diferencia del de India que vigila la fuga que puede haber en el servicio de combustible. Además, está conectado a una plataforma que puede ser observada por los mismos trabajadores.

En uno de los antecedentes que se presenta en una tesis, tiene mediciones como máximo en un sector residencial hasta 700 ppm formando un arreglo de sensores de MQ-6 y mostrando en un servidor virtual Ubidots, monitoreo GLP.

Con ayuda de la hoja técnica de Llamagas, se otorgó un límite que un operario puede soportar ante este gas. Este margen ayudó a que las muestras fueran acertadas y, con ello, crear un límite de tiempo para que el lugar de trabajo del operario sea ventilado o que se pueda incorporar otras medidas.

#### V. CONCLUSIONES

Actualmente existen sistemas de monitoreo de GLP en algunos servicios de combustible, pero estos son escasos; especialmente, en el distrito de Comas. Por este motivo, la selección y medición se realizó en la estación de servicio Sol. Con ello, se generó un diagrama básico para determinar qué elementos se utilizarían para crear el prototipo, llegando así al diseño final de bajo costo y fácil de llevar.

Se seleccionó un sensor MQ5 que detecta los elementos del GLP para obtener los parámetros y realizar el diagrama de flujo. De igual forma, se seleccionó el NodeMCU ESP8266 por ser eficiente y porque tiene incorporado un microchip WiFi que facilita el acceso al internet.

A pesar de que existen varias plataformas que guardan información mediante un pago, se seleccionó el servidor virtual Adafruit.IO que permite visualizar gratuitamente las mediciones por el periodo de un mes, permitiendo, tanto al operador como su supervisor, observar los márgenes que existen durante el paso del tiempo.

Finalmente, se realizó el armado del prototipo utilizando todos los componentes; en especial los Leds, que es lo que alertará al operario cuándo la zona es peligrosa para su salud. Por último, se realizaron las pruebas concluyendo que, con el paso del tiempo, los gases del GLP aumentan en bajo porcentaje, pero llegando a sobrepasar el límite permitido para el cuerpo del operario. Debido a ello, se debe implementar un protocolo para los trabajadores, indicando el procedimiento que debe tomar cuando el sistema muestre el color rojo, para evitar algún daño en la salud en el futuro.

#### REFERENCIAS

- [1] "Contaminación del aire. Internet: From: [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/air\\_pollution/es/](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/air_pollution/es/), jun.14,2017 [Sep. 28,2019].
- [2] "Más vehículos, menos calidad del aire", El Tiempo (Jun. 06,2018). <https://eltiempo.pe/mas-vehiculos-menos-calidad-del-aire/>
- [3] Eta Principales contaminantes del aire en Perú, Actualidad Ambiental 2017, <https://www.actualidadambiental.pe/parque-vehicular-y-actividades-ilegales-principales-contaminantes-del-aire-en-peru/>. [Sep. 22, 2019].
- [4] A.E. Mariana, et al. Encuesta Lima Cómo Vamos 2018. Villa María del Triunfo, Lima. Biblioteca Nacional del Perú, 2018, pp. 25.
- [5] "Existen más de 4,700 estaciones de servicio en todo el país". Gestion (Enc. 30, 2018). <https://gestion.pe/economia/existen-4-700-estaciones-servicio-pais-226062-noticia/>. [Sep. 24, 2019]
- [6] Academy of Sciences. Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals: Volume 12. Propano 1 : Niveles de referencia de exposición aguda2012, Academia Nacional de Ciencias . . [Online]. From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201461/>
- [7] Prevencionar.com.pe. "Prevención de riesgos para los trabajadores de grifos. Internet: <http://prevencionar.com.pe/2017/02/13/prevencion-riesgos-los-trabajadores-grifos/>, Feb. 13,2000 [Ago. 28,2019].
- [8] K.J Jibaja and A.E Estrella "Diseño de una red de sensores inalámbricos con un sistema de detección de gas GLP en un ambiente de domótica para minimizar riesgos de accidentes e incendios." Ing. Tesis, Universidad de Guayaquil, Ecuador, 2018.
- [9] C.A Pinto "Propuesta de un diseño para un sistema de control y monitoreo de gas a fin de reducir riesgos laborales, en una Estación de Servicios de GLP." Ing. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, 2015 .
- [10] R.P Gustavo "Diseño e implementación de un sistema para detección y monitoreo de la concentración de gas GLP mediante arreglo de sensores orientado al sector". Ing Tesis, Universidad de las Fuerzas Armadas, Escuela Politécnica del Ejército Ecuador, 2016.
- [11] J. E Torres "VII Encuentro de Grifos y Estaciones de Servicio Perú 2018" presentado Conf. VII Encuentro Grifos y Estaciones de Servicio, Hotel el Olivar, Perú, 2018.
- [12] MINM "Guía Secundaria Cap6". [Online]. From: [http://www.minem.gob.pe/giec/pdf/GUIA\\_SECUNDARIA\\_CAP6.pdf](http://www.minem.gob.pe/giec/pdf/GUIA_SECUNDARIA_CAP6.pdf)
- [13] "Diferencias Físico - Químicas del Gas Natural el GLP." Internet: <http://srvgart07.osinerg.gob.pe/webdgn/contenido/diferencias-fisico-quimicas-gn-glp.html>, [Sep. 21, 2019].
- [14] Gas Natural "Preguntas Frecuentes en Relación al Gas Natural en el Perú" Internet: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/gasnatural.pdf>, Dec. 20, 2017 [Sep. 27, 2019].
- [15] Selectra "Diferencias entre el Butano y Propano GLP: precios, formatos y usos" internet : <https://propanogas.com/faq/propano-butano-glp>, May. 08,2015 [ Nov. 09,2019].
- [16] rednova "Ficha Técnica y hoja de seguridad de GLP " internet: <https://rednova.com.co/wp-content/uploads/2018/11/F0175-Ficha-tecnica-y- hoja-de-datos-de-seguridad-del-GLP.pdf>, Sep.25. 2018 [Sept. 24, 2019].