

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIEROS ELECTRÓNICOS

TEMA:
DESARROLLO DE UN WEAREABLE PARA GAS DE USO DOMÉSTICO
EN UNA RED IOT Y CLOUD

AUTORES:
ESTEBAN JAVIER BASTIDAS VILLAMARIN
JOSE LUIS MURILLO CONSTANTE

TUTOR:
LUIS GERMÁN OÑATE CADENA

Quito, enero 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Esteban Javier Bastidas Villamarin y Jose Luis Murillo Constante, con documentos de identificación N° 172249563-5 y N° 172193164-8 manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “DESARROLLO DE UN WEAREABLE PARA GAS DE USO DOMÉSTICO EN UNA RED IOT Y CLOUD”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Electrónicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca dela Universidad Politécnica Salesiana.



Esteban Javier Bastidas Villamarin
C.I.: 172249563-5



Jose Luis Murillo Constante
C.I.: 172193164-8

Quito, enero 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, “DESARROLLO DE UN WEAREABLE PARA GAS DE USO DOMÉSTICO EN UNA RED IOT Y CLOUD”, realizado por Bastidas Villamarin Esteban Javier y Murillo Constante Jose Luis, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, enero del 2020



Luis Germán Oñate Cadena

CI: 1712157401

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación especialmente a mis padres Luis y Jenny que han sido el pilar y apoyo en los momentos más difíciles de mi vida también agradecer a mis hermanos y familia quienes en todo momento estuvieron para motivarme a seguir adelante con mis objetivos profesionales. Y finalmente a mis grandes amigos y compañeros con los que compartí momentos especiales durante la vida universitaria.

Jose Luis

Este trabajo se lo dedico a mi padre que con un esfuerzo y sacrificio pudo darme la oportunidad de prepararme, a mi familia mi madre y mis queridas hermanas Jeanneth y Patricia que quienes debo mis virtudes, a mi sobrino Erick mi fiel escudero que han estado ahí para darme su apoyo incondicional incluso en los momentos que fueron más adversos para mí y ellos.

Y a todos mis buenos amigos y compañero en especial Miguel y Bolívar que con palabras de aliento ánimos y apoyo supieron no solo impulsarme, sino sacar una sonrisa en momentos de tristeza.

Esteban Javier

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana por darnos la oportunidad de formar parte de esta noble institución, por las enseñanzas de los docentes en las aulas que no solo impartieron conocimiento sino también valores que sin duda nos serán útiles en toda nuestra vida profesional

Al Ingeniero Luis Germán Oñate Cadena, MSc. por su tiempo paciencia y apertura para resolver dudas e inquietudes a lo largo de este trabajo.

Gracias.

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR.....	ii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Obtetivos especificos	3
1.4 Metodología	3
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTACIÒN TEÒRICA.....	4
2.1 Weareable	4
2.2 El internet de las cosas	4
2.3 Wireless Local Area Network (WLAN)	6
2.4 Protocolo de comunicaciòn WiFi.....	6
2.5 Modulo node mcu esp8266	7
2.5.1 Node mcu el kit para el desarrollo del IoT.....	7
2.6 Sensores de medicion inteligentes	8
2.6.1 Sensor de presiòn	9
2.6.2 Celda de carga.....	9
2.7 GPS (Global Position System).....	10
2.8 IFTTT (If This Then That).....	11
2.9 Firebase.....	11
2.10 Adroid studio.....	12
2.11 Thingspeak	13

CAPÍTULO 3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	14
3.1 Diagrama de bloques del equipo	14
3.2 Diagramas esquemáticos	25
3.3 Cantidad de glps presente en el cilindro de gas doméstico	26
3.4 Cálculo del porcentaje de glp en el cilindro de gas doméstico	27
3.5 Uso de la plataforma thingspeak	29
3.6 Base de datos de los usuarios en firebase	30
3.7 Aplicación para solicitar el servicio de reemplazo de cilindro de gas doméstico	31
3.8 Geolocalizacion del cilindro donde se requiere el servicio	36
CAPÍTULO 4 PRUEBAS Y RESULTADOS	38
4.1 Encuesta	38
4.2 Aplicaciones desarrolladas para el monitoreo de gas de uso doméstico	47
4.3 Analisis de costos	52
4.4 TIR (Tasa de Indice de Retorno) y VAN (Valor Actual Neto)	53
4.5 Precision y exactitud de los sensores	54
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Persona utilizando varios dispositivos weareables.....	4
Figura 2.2 Arquitectura del Internet de las Cosas.....	5
Figura 2.3 Arquitectura WIFI 802.11	6
Figura 2.4 Módulo MCU NODE ESP8266	7
Figura 2.5 Esquema general de la arquitectura NODE MCU ESP8266.....	8
Figura 2.6 Topología de una red IoT	8
Figura 2.7 Estructura externa del sensor HR-800.....	9
Figura 2.8 Estructura externa e interna de una celda de carga.....	10
Figura 2.9 Topologia de una red GPS.....	10
Figura 2.10 Interconexion de IFTTT con distintos servicios.....	11
Figura 2.11 Imagotipo de la base de datos Firebase.	12
Figura 2.12 Imagen de la plataforma Android.	12
Figura 2.13 Pantalla principal de la página web de ThingSpeak.	13
Figura 3.1 Diagrama de bloques que integra las partes de la que se conforma el proyecto de monitoreo de gas doméstico con una red IOT.....	14
Figura 3.2 Diagrama de bloques que conforma la informacion que va a ir a la Nube mediante el módulo ESP8266.	14
Figura 3.3 Diagrama de flujo para la recepción de datos con Arduino	16
Figura 3.4 Diagrama de flujo de la recepción y transmisión de los datos obtenidos por el sensor de presión y peso.....	17
Figura 3.5 Diagrama de flujo para el envío de datos con el módulo ESP8266	18
Figura 3.6 Diagrama de flujo para aplicación móvil del usuario (Pantalla 1).	19
Figura 3.7 Diagrama de flujo para uso de la aplicación del usuario (Pantalla 1).	20
Figura 3.8 Diagrama de flujo para aplicación móvil del usuario (Pantalla 2).	21
Figura 3.9 Diagrama de flujo para aplicación móvil del usuario (Pantalla 3).	22
Figura 3.10 Diagrama de flujo para aplicación móvil del repartidor.....	24
Figura 3.11 Diagrama esquemático realizado en Proteus para la posterior elaboración de la placa en cobre.	25
Figura 3.12 Diagrama de conexión elaborado en el software Fritzing	25
Figura 3.13 Cilindro de gas doméstico de la empresa Agipgas.....	26
Figura 3.14 Histogramas en la página de ThingSpeak.....	29
Figura 3.15 Configuración del canal de ThingSpeak con los 3 campos creados.....	30

Figura 3.16 Interfaz de la base de datos Firebase..	31
Figura 3.17 Pantallas de la aplicación desarrollada en Android Studio.....	32
Figura 3.18 Pantalla de la aplicación desarrollada para el repartidor..	33
Figura 3.19 Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico recién adquirido con un volumen del 100%.	34
Figura 3.20 Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico que ya ha empezado a ser utilizado.	34
Figura 3.21 Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico con un valor inferior a la mitad del GLP total..	35
Figura 3.22 Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico con un valor inferior al 25% del GLP total contenido en el cilindro.....	35
Figura 3.23 Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico con un valor inferior al 10% de GLP lo cual hace que se genere una alerta en la aplicación avisando que el cilindro está próximo a agotarse y si desea reemplazar el cilindro....	36
Figura 3.24 Interfaz en el móvil de geolocalización para el repartidor de gas.	37
Figura 4.1 Representación gráfica del resultado de la pregunta 1	38
Figura 4.2 Representación gráfica del resultado de la pregunta 2	39
Figura 4.3 Representación gráfica del resultado de la pregunta 3	40
Figura 4.4 Representación gráfica del resultado de la pregunta 4	41
Figura 4.5 Representación gráfica del resultado de la pregunta 5	42
Figura 4.6 Representación gráfica del resultado de la pregunta 6	43
Figura 4.7 Representación gráfica del resultado de la pregunta 7	44
Figura 4.8 Representación gráfica del resultado de la pregunta 8	45
Figura 4.9 Representación gráfica del resultado de la pregunta 9	46
Figura 4.10 Representación gráfica del resultado de la pregunta 10	47
Figura 4.11 Interfaz de la pantalla 1, ingreso de datos para el registro del usuario en la aplicación.....	48
Figura 4.12 Interfaz de la pantalla 2, ingreso de datos para el registro del usuario en la aplicación.....	49
Figura 4.13 Interfaz de la pantalla 3 del al aplicación para el usuario en la que se muestra visualización de los datos y estado del cilindro de gas.....	50
Figura 4.14 Interfaz de la pantalla 1 del al aplicación para el repartido en la que se muestra visualización de los datos y estado del cilindro de gas del usuario.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Peso molecular del GLP.....	28
Tabla 4.1 Resultados de la pregunta 1	38
Tabla 4.2 Resultados de la pregunta 2	39
Tabla 4.3 Resultados de la pregunta 3	40
Tabla 4.4 Resultados de la pregunta 4	41
Tabla 4.5 Resultados de la pregunta 5	42
Tabla 4.6 Resultados de la pregunta 6	43
Tabla 4.7 Resultados de la pregunta 7	44
Tabla 4.8 Resultados de la pregunta 8	45
Tabla 4.9 Resultados de la pregunta 9	46
Tabla 4.10 Resultados de la pregunta 10	46
Tabla 4.11 Características de los Botones e indicadores de la pantalla 1 del usuario	48
Tabla 4.12 Características de los Botones e indicadores de la pantalla 2 del usuario	49
Tabla 4.13 Características de los Botones e indicadores de la pantalla 3 del usuario	50
Tabla 4.14 Características de los Botones e indicadores de la pantalla del repartidor ..	51
Tabla 4.15 Costo de Implementación y materiales para el desarrollo del prototipo..	52
Tabla 4.16 Costo de materiales para producir varios equipos).....	53
Tabla 4.17 Inversion inicial y costos por mes para 45 equipos.	53

RESUMEN

El reemplazo del cilindro de gas doméstico en gran parte de los sectores de la Ciudad de Quito se torna molesto, debido a la frecuencia irregular con la que los repartidores circulan por el sector, causando molestar por la espera además del ruido del claxon y el altavoz que lo anuncia dando una contaminación auditiva por donde transita. El desconocimiento sobre la cantidad de gas que contiene un cilindro hace que no se pueda prever el reemplazo del mismo, generando incertidumbre al usuario, al no saber cuándo sustituirlo para poder contar con el servicio sin que le genere malestar por el desconocimiento. Siendo así, se consideró crear un prototipo capaz de monitorear el cilindro GLP (Gas Licuado de Petróleo) mediante un sistema no invasivo con sensores que permiten obtener mediciones de peso y presión, estos datos permitirán mediante la ecuación general de los gases obtener el volumen para determinar el consumo de GLP. Se desarrolló aplicaciones para Smartphone que permiten monitorear de manera local y remota el consumo del cilindro, e informar al usuario cuando se ha terminado y una aplicación para el repartidor con geolocalización para dar a conocer la ubicación en donde se requiere del servicio, para reemplazarlo por uno lleno. La aceptación de los usuarios es mayoritaria, esto se refleja en la encuesta realizada en la que adquirir el equipo y servicio, es considerada útil, ya que está orientado a personas con discapacidad y tercera edad además del bajo costo que tiene lo cual permite que sea accesible.

ABSTRACT

The replacement of the domestic gas cylinder in a large part of the sectors of the City of Quito becomes annoying, due to the irregular frequency with the distributors circulating around the sector, causing annoyance for the wait in addition to the noise of the horn and the speaker that Lo announces giving a noise pollution where it goes. The lack of knowledge about the amount of gas contained in a cylinder means that the replacement of the cylinder cannot be prevented, generating uncertainty to the user, without any replacement replacement to be able to count on the service without generating luggage due to ignorance. Thus, it is considered to create a prototype capable of monitoring the LPG (Liquefied Petroleum Gas) cylinder through a non-invasive system with sensors that allow measurements of weight and pressure to be obtained, these data can activate the general equation of gases to obtain the volume to determine the consumption of LPG. Smartphone applications are required to monitor the consumption of the cylinder locally and remotely, and inform the user when it is finished and an application for the dealer with geolocation to publicize the location where the service is required, to replace it with a full one The acceptance of the users is the majority, this is reflected in the survey carried out in the acquisition of the equipment and service, it is useful, you are oriented to people with disabilities and senior citizens in addition to the low cost it has which allows it to be accesible.

INTRODUCCIÓN

El reparto y distribución del GLP doméstico se torna ineficiente debido a la incomodidad que genera sus avisos y la frecuencia irregular con la que circula el vehículo atreves de los distintos lugares, esto volviéndolo molesto para las personas que cuentan con un cilindro para consumo doméstico y para quienes deben sortear el problema del reparto y del ruido que produce el repartidor.

El desconocimiento de los usuarios al momento de utilizar su cilindro de gas doméstico no les permite no solo saber con cuanta cantidad de producto cuentan para utilizar, también en que momento desean reemplazarlo y el lugar donde es requerido el servicio y poder solicitarlo además de no saber en qué momento se pueden quedar sin el producto. Para esto se desarrolló un sistema weareable capaz de monitorear permanentemente la cantidad de gas que contiene un cilindro, esto mediante sensores de presión y peso, además de aplicaciones capaces de alertar cuando la cantidad de gas en el cilindro sea baja, y dando la opción de solicitar el servicio para que el repartidor pueda mediante geolocalización conocer la ubicación donde se los solicita. Este proyecto se ha redactado en cuatro capítulos con los siguientes temas:

En el Capítulo 1: Planteamiento del problema, justificación, detalle de objetivos, general y específicos y metodología a utilizar.

En el Capítulo 2: La fundamentación teórica para desarrollar el proyecto se encuentra en este capítulo además de los parámetros técnicos de los componentes utilizados, también se incluye información sobre las redes IoT.

En el Capítulo 3: En esta sección se detalla el diseño e implementación tanto en software como en hardware para adquirir las señales de los sensores y como lo va a interpretar el controlador para enviar las alertas y mensajes al dispositivo weareable, esto mediante diagramas de flujo.

En el Capítulo 4: Pruebas y resultados de aceptación ante una población específica incluyendo un análisis de costos para conocer la aceptación e impacto que produciría. Se incluye las conclusiones obtenidas durante la elaboración del proyecto además de recomendaciones y anexo

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1. Planteamiento del problema

Al momento de reemplazar el cilindro de gas doméstico que se tiene en la mayoría de los barrios en la ciudad de Quito, el servicio de reparto de gas doméstico presenta varios inconvenientes a la hora de repartir su producto, afectando de manera directa e indirecta a la empresa y al usuario, es decir; cuando el cliente necesite del producto tiene que estar esperando de manera incierta que el repartidor aparezca por el lugar en donde se requiere el servicio, a la par que el proveedor del producto sin conocer la ubicación donde se lo solicita, consume de manera involuntaria e innecesaria combustible, neumáticos y en ciertos casos el tiempo de vida útil del móvil repartidor, frente a esta situación el transportista utiliza un aviso a través de un altavoz ocasionando contaminación auditiva.

Otro de los problemas es la falta de efectividad o solución rápida al problema de un tanque de gas vacío, al no prever que un cilindro se está por terminar y esto debido que no es constantemente monitoreando sobre la cantidad que posee, ante esta incertidumbre de quedar sin gas, el usuario tiene que contar con más de un cilindro para su reemplazo.

Por lo anteriormente mencionado, es necesario implementar una wearable que estará constantemente monitoreando la cantidad de gas, y que emitirá un mensaje cuando el reemplazo del cilindro sea necesario mediante un mensaje tanto al dueño del cilindro como al repartidor, evitando que el repartidor tenga que realizar varias veces el recorrido ofreciendo el producto por el barrio, y al dueño del cilindro que no lo revisa constantemente para verificar si aún contiene gas lo que es incierto conocer cuando se termina el producto.

1.2. Justificación

Al realizar el monitoreo del cilindro de gas doméstico y envió de mensajes en una red IoT permitirá saber dónde se necesite el producto, ocasionando que el transportista ya no tenga que recorrer de manera aleatoria por el barrio, ocasionando el desgaste de

combustible y piezas del vehículo repartidor con mayor rapidez, lo que conlleva pérdidas en la empresa debido al mantenimiento de las unidades de transporte que circulan diariamente.

El desarrollo de esta aplicación permitirá a la empresa saber con certeza la ubicación donde se requiera el servicio a través de un mensaje al dispositivo inteligente que avisará al usuario para que acepte o no que el personal visite su hogar para reemplazar el producto, esto hará que al existir un estado bajo de gas en el cilindro, genere un mensaje avisando que necesita ser reemplazado, también consta de un sistema de monitorización en tiempo real de la cantidad y estado del producto dedicado para el usuario, es de esta forma que se puede tener un monitoreo inteligente que de forma automática solicita ser reemplazado, evitando la revisión constante del cilindro de gas, para saber si está o no por terminarse.

Con esto se va tener un sistema en el cual el producto en sí, solicita ser reemplazado e indicando la ubicación exacta donde se encuentra, evitando movilizaciones en el repartidor de gas esperas en el cliente, dando un servicio eficiente y preciso, con lo que nos lleva a hacer uso del IoT en la vida cotidiana.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un wearable para red IOT y cloud que mida el porcentaje de gas licuado en un cilindro de gas doméstico para que en un volumen bajo notifique al dueño del cilindro y al repartidor de gas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los diferentes sensores para la medición de peso, presión y volumen de un cilindro de gas doméstico.
- Implementar un wearable como detector del porcentaje de volumen de gas doméstico para que este envíe mensajes mediante una red IOT a al dueño del cilindro y al repartidor de gas.

- Implementar en la cloud un sistema de registro para que se determine el tiempo de consumo del cilindro de gas, la presión, el volumen y el peso del mismo.
- Analizar el costo del servicio para que se determine la factibilidad de implementar el wearable para uso doméstico en una red IOT.

1.4. Metodología

- **Metodología Cualitativa:** Se utilizará esta metodología para establecer las características de los sensores tanto de peso como de presión y la relación entre los dos.
- **Metodología Analítica:** Se efectuará un análisis de la factibilidad del proyecto en base a los costos del servicio propuesto, con los del reparto actual de gas.
- **Metodología Experimental:** Mediante la experimentación se comprobará el funcionamiento del sistema en el cual se monitoreará la cantidad de gas y el envío de mensajes tanto al cliente como al repartidor.

CAPÍTULO 2

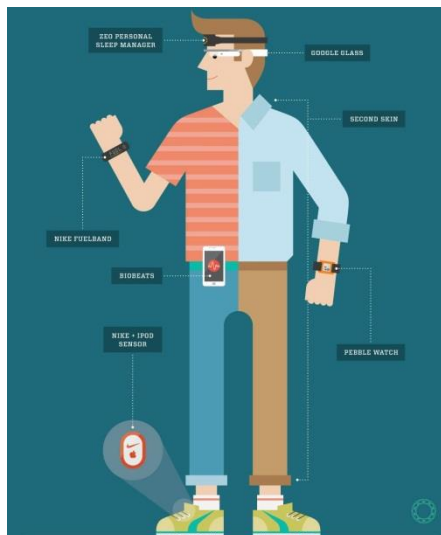
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Weareable

Es un término anglosajón que básicamente significa “vestible” o “que se puede llevar puesto” que hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos que son incorporados en alguna parte del cuerpo, la tecnología weareable puede realizar tareas similares a la de un computador además de ser más sofisticados y contar con sensores que interactúan con el usuario, y su propósito está orientado a que el acceso a la electrónica y la informática sea constante adecuada transparente y portable en el diario vivir. (Ordóñez, 2016)

La función de un weareable es específica ya sea detectar la cantidad de pasos que se dan hasta poder gafas de realidad aumentada entre otros, y poseen la particularidad de ser utilizada como un accesorio más, que llevamos día a día como se puede ver en la Figura 2.1 en el que el usuario posee varios dispositivos weareables incorporados como accesorios que recibe.

Figura 2.1. Persona utilizando varios dispositivos weareables.



Un contador de pasos gafas y reloj inteligentes son algunos de los dispositivos weareables con los que podemos contar hoy en día. Fuente: (Munoz, 2019)

2.2. El internet de las cosas (IoT)

Hoy en día la gran cantidad de dispositivos electrónicos que poseen las personas ayudaran a las nuevas tecnologías con IOT, ya que en 2020 será posible que 30.000

millones de dispositivos conectados a internet, en un planeta de 7.400 millones de personas.

¿Cómo es posible que tantos dispositivos electrónicos estén conectados a Internet? pues bien, la respuesta es que, en la actualidad las redes digitales están diseñadas para que esto sea posible, el mundo está cubierto por redes las cuales permiten que los dispositivos se interconecten y transmitan datos, esto nos permite conectar a la red todo tipo de dispositivos y elementos electrónicos como sensores, dispositivos médicos, móviles... etc.

Los dispositivos conectados a la red comunican, evalúan y constantemente monitorean y en algunos casos se adaptan a datos que se recopilan y transmiten, en medida que las personas adquieran más dispositivos electrónicos. La transformación digital es la aplicación de la tecnología digital en innovación a nivel empresarial e industrial. (Jordi Salazar, 2015)

En la Figura 2.2 observamos la arquitectura del Internet de las Cosas, donde la Capa de Aplicación de la arquitectura ayuda al usuario a interactuar con el entorno IoT, a través de aplicaciones desarrolladas por software que ayudan a que los datos que provienen de las capas inferiores sean apreciables para la persona, por último se encuentran las Capas de Gestión y Seguridad las cuales garantizan el correcto funcionamiento de la red IOT y se encuentran presentes en las demás capas de la arquitectura . (Machado, PROPUESTA DE ARQUITECTURA PARA INTERNET DE LAS COSAS, 2017)

Figura 2.2. Arquitectura del Internet de las Cosas (IoT)



Arquitectura mostrando las distintas capas que componen el IoT. Fuente: (Machado, Propuesta de Arquitectura para Internet de las Cosas, 2017)

2.3. Wireless Local Area Network (WLAN)

La palabra Wireless quiere decir inalámbrico o sin cables, esta expresión es utilizada en el ámbito de las telecomunicaciones que se realizan a través de ondas electromagnéticas por el espectro radioeléctrico (aire), encargada de llevar la señal en una pequeña parte o toda la comunicación.

Todos los dispositivos que sirven para el monitoreo tales como son alarmas que utilizan frecuencias superiores a las del rango de audición humano son conocidos también como Wireless.

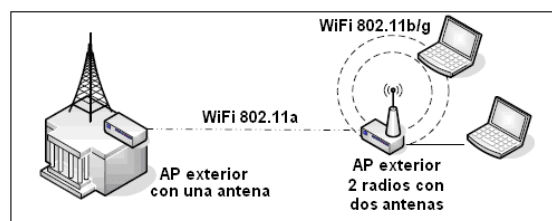
Una red WLAN permite las conexiones de varios dispositivos sin cable como NICs (Tarjetas de Red), repetidoras Wireless, puntos de acceso inalámbrico (WAP, AP) y puentes Wireless. (CISCO, 2016)

2.4. Protocolo de comunicación WIFI

Este tipo de protocolo permite la comunicación de manera inalámbrica a través de routers inalámbricos conocidos como WIFI, que permiten la conexión a Internet desde cualquier lugar donde exista un punto de acceso (AP) que está definido por los estándares IEEE 802.11 que representa una frecuencia de radio desarrollado por IEEE. (Buettrich, Topología e Infraestructura Básica, 2017)

En la Figura 2.3. Se puede observar el protocolo que maneja las capas, tanto física como la de enlace en una de red área local inalámbrica.

Figura 2.3 Arquitectura WIFI 802.11

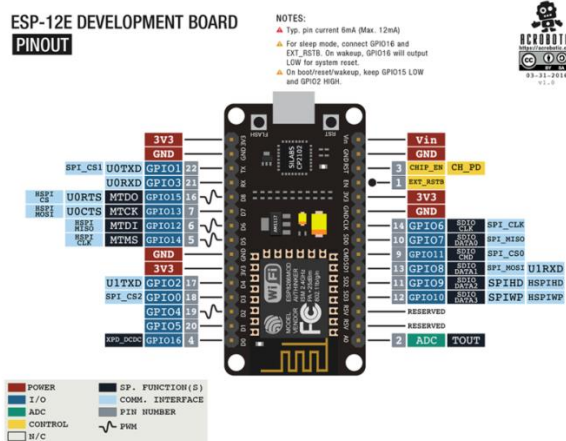


Protocolo que permite la conexión acceder a una red empresarial desde cualquier punto. Fuente: www.researchgate.net

2.5. Módulo NODE MCU ESP 8266

NODE MCU es una placa que facilita la conexión de dispositivos inalámbricamente, colaborando con la creación de una red IOT de una manera muy económica, este sistema está basado en el SOC. (System On Chip) ESP8266. (Systems, ESP8266EX , 2019)

Figura 2.4. Módulo MCU NODE ESP8266



Tarjeta de desarrollo ESP para conexiones Wifi, especificacion de pines . Fuente: (Llamas, 2018)

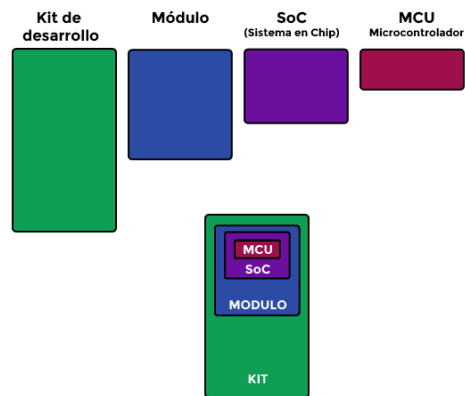
2.5.1. NODE MCU EL KIT DE DESARROLLO PARA EL IOT

Esta es una placa de desarrollo abierta tal y como lo es Arduino que facilita la programación de un microcontrolador o MCU (Microcontroller Unit).

A continuación, se verá la arquitectura general que tienen este tipo de tarjetas de desarrollo. (Systems, ESP8266EX , 2019)

En la Figura 2.5. se muestra las distintas partes que conforman la arquitectura NODE MCU ya que comprende tanto hardware como software, con código abierto y con aplicaciones en su mayoría didácticas.

Figura 2.5. Esquema general de la arquitectura NODE MCU ESP8266



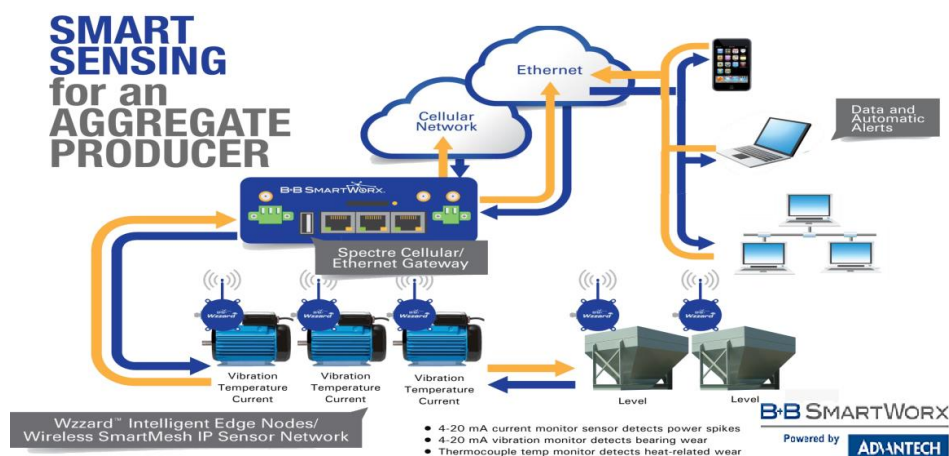
Este tipo de arquitectura no solo representa a NODE MCU tambien es la que representa a otras targetas de desarrollo del mismo tipo obviamente cada una con sus características particulares .

Fuente: (Hernández, 2018)

2.6. Sensores de medición inteligentes

Los sensores son dispositivos que permiten tener una señal traducible a partir de una magnitud física. Para una red IOT no solo es importante la conexión de computadoras o dispositivos móviles, en la actualidad a través de sensores han tenido la capacidad de interconectar ciudades, edificios, industrias, así como infraestructuras de redes eléctricas, gas y abastecimientos de agua que mediante una red IOT se procesa la información adquirida en tiempo real por lo cual se necesita de sensores más inteligentes y autónomos. (JS, 2018)

Figura 2.6. Topología de una red IoT



Red IOT con sensores de medición inteligentes que trasladan un mundo físico a digital. Fuente: (SmartWorx, 2015)

2.6.1. Sensor de Presión

“La presión es la fuerza por unidad de superficie ejercida sobre un cuerpo. Esta medida es común en procesos que involucran gases y líquidos. Para medirla se compara una fuerza con la otra, por lo general se referencia con la fuerza ejercida por la atmósfera”. (Creus, 2014)

En la Figura 2.7. Observamos el sensor HR-800 de tipo piezorresistivo que mide la presión de aire o un gas con un rango de presión de 0 a 10 Bar (0 a 145.038 PSI).

Figura 2.7. Estructura externa del sensor HR-800.



Sensor de Presión de medida diferencial, dos puertos, acondicionamiento de señal on-chip, calibrado y compensado en temperatura, voltaje de salida 0.5 V a 4.5 V. Fuente: (Omega, 2016)

2.6.2. Celda de carga

Una celda de carga es un transductor que por medio de medidores de deformación (galgas) se encargan de transformar una fuerza aplicada en señal eléctrica legible para cualquier tarjeta de desarrollo (Creus, 2014).

En la Figura 2.8. Tenemos una celda de carga las cuales cuenta con distintos rangos de medición de peso y el circuito de “Puente de Wheatstone” que permite medir resistencias desconocidas como el caso de la celda la cual varía sus valores en función de su resistencia.

Figura 2.8. Estructura externa de una celda de carga.

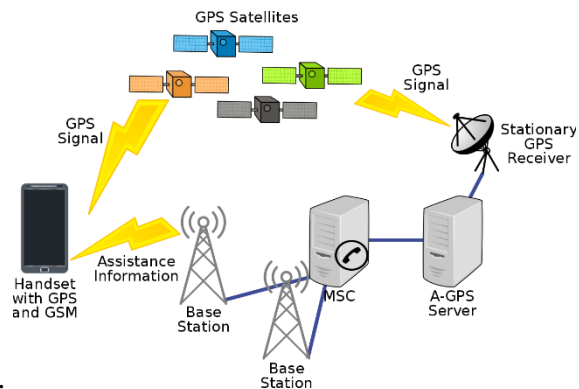


Celda de carga que opera en el rango de 0 a 4.5v. Fuente: (Marín, 2019)

2.7. GPS (Global Position System)

En la Figura 2.9. Se puede observar que los satélites envían información tanto al dispositivo GPS (celular) como a las estaciones de control. A su vez, con el sistema de GPS asistido, el dispositivo GPS envía y recibe señales de las estaciones de control para obtener mejor información de su geolocalización. (U-blox, 2018)

Figura 2.9. Topología de una red GPS.



Topología en la cual el GPS utiliza satélites y antenas ubicadas en tierra para mejorar la información de ubicación. Fuente: (Ige, 2019)

Para guardar con seguridad los datos en la nube lo podemos hacer con proveedores como son Facebook y Twitter y no solo a través de un correo electrónico y una contraseña. (Makarova, 2018)

En la Figura 2.11 se muestra el logotipo de Firebase, la base de datos online que se utilizara para registrar los usuarios.

Figura 2.11. Imagotipo de la base de datos Firebase



Firebase es una base de datos que colabora con la nube para tener registros que se puedan organizar. Fuente: (Paduano, 2018)

2.10. Android Studio

Es una interfaz de desarrollo para la plataforma Android, basada en lenguaje Java que permite crear aplicaciones, su IDE (Integrated Development Enviroment) es amigable con el desarrollador ya que una vez terminadas pueden quedar lista para poder publicar, entre sus ventajas podemos señalar que se puede previsualizar las aplicaciones creadas en diferentes dispositivos inteligentes que usen plataformas como Microsoft Windows, macOS y GNU/Linux. (Jiménez, 2015)

La Figura 2.12 se muestra el logotipo de Android, que simula una compuerta lógica AND

Figura 2.12. Imagen de la plataforma Android



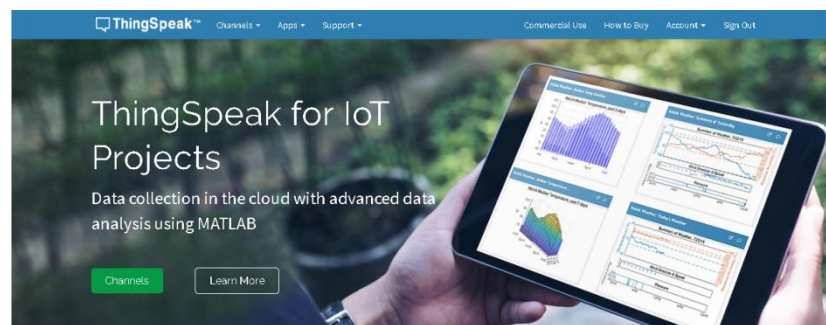
Android es un sistema operativo móvil desarrollado para dispositivos con pantalla táctil. Fuente: (Jiménez, Android Ayuda, 2016)

2.11. ThingSpeak

Es una plataforma de análisis que permite manejar datos en la nube, los parámetros a medir se lo hace a través de canales, los cuales constan de 8 campos de datos, campos de estado y ubicación. Los canales recogen la información de los sensores. La aplicación consta de una API (Application Programming Interface) que es una “interfaz de programación de aplicaciones” donde se va almacenar y transmitir los datos, al ser un código abierto puede ser público y privado pudiendo eliminar o crear información recolectada.

La plataforma brinda una solución de alto nivel ya que cuenta con la seguridad de los dispositivos conectados lo cual es esencial ya que es el acceso al mundo IoT como muestra la Figura 2.13.

Figura 2.13. Pantalla principal de la página web de ThingSpeak.



Por medio esta plataforma se va a recopilar los datos almacenarlos visualmente en el IoT. Fuente: (MathWorks, 2019)

CAPITULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo, se describe el hardware y software desarrollado, Se muestra la estructura para censar la presión y peso del cilindro de gas doméstico, así como la programación realizada para que mensajes y ubicación puedan ser enviados, además de los diagramas de bloques y de flujo para entender cómo funciona el proyecto, finalmente también, los diagramas esquemáticos de conexión.

3.1. Diagrama de bloques del equipo

Figura 3.1. Diagrama de bloques que integra las partes de la que se conforma el proyecto de monitoreo de gas doméstico con una red IOT.

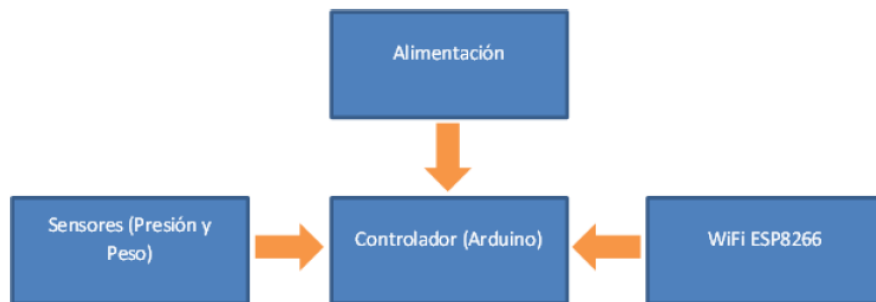


Diagrama de bloques con los elementos que conforman el proyecto. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 3.2. Diagrama de bloques que conforma la información que va ir a la Nube mediante el módulo ESP8266.

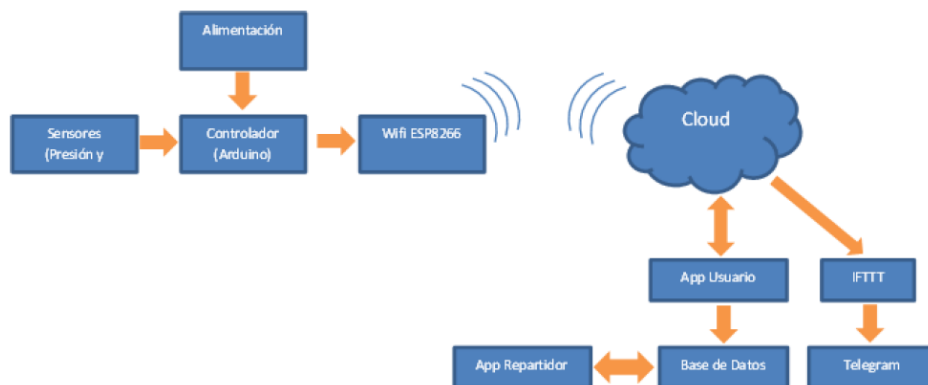


Diagrama de bloque para el envío de información a la nube. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 3.1. Podemos ver los bloques que componen el diseño, el bloque Sensores contiene el sensor de presión y el de peso que son los encargados de tomar los datos del cilindro, que nos indicara la cantidad que posee, haciendo una relación tanto entre presión y peso para obtener el volumen y así conocer su cantidad.

El bloque Arduino es en el cual se procesa los datos obtenidos, además es el controlador central que realizara gran parte del proceso, trabajando en conjunto con los otros dispositivos.

El bloque Módulo ESP8266 es el módulo WiFi que se encargara de transmitir los datos hacia la red inalámbrica y la nube lo cual permitirá monitorear y generar históricos constantemente, para que puedan ser visualizados.

El bloque Alimentación es el encargado de suministrar energía a la placa controladora, el cual es un adaptador de 5 Voltios y 2 Amperios, en la cual van a estar conectados los sensores y los módulos de comunicación.

En la Figura 3.2. Podemos ver los bloques que conforman el envío de datos a la nube mediante el módulo WiFi, lo que permitirá subir los datos del monitoreo del cilindro de gas doméstico y también lo que permitirá visualizar mediante un dispositivo inteligente o un computador la cantidad de gas.

Para el desarrollo del algoritmo de la recepción de datos con el módulo ESP8266 como se muestra en la Figura 3.3 se inicia declarando variables y librerías para posteriormente habilitar los pines analógicos del controlador, en este caso Arduino, de esta forma obteniendo los valores de los sensores de presión y peso donde la escala del peso es un subproceso, posterior al escalamiento del sensor de presión se convierte los datos como cadena de caracteres para el envío de datos al módulo ESP8266.

Figura 3.3. Diagrama de flujo para la recepción de datos con Arduino.

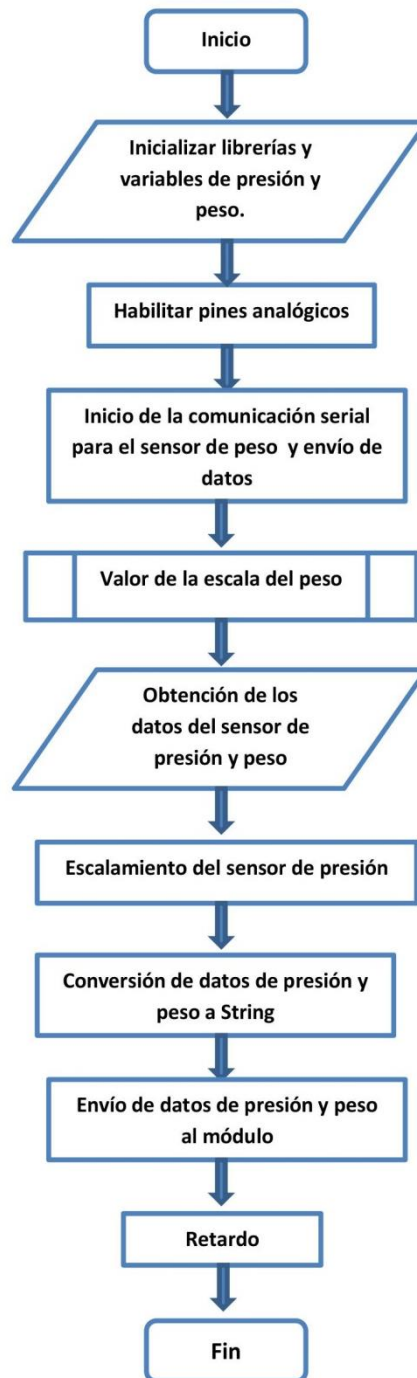


Diagrama de flujo para recepción de datos con Arduino. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 3.4 se muestra el algoritmo del subproceso para calcular el valor del sensor de peso, iniciando por la definición de librerías y variables para posterior a la

comunicación el driver ADC HX711 obtenga el valor de la lectura de la escala, lo que nos entrega ya el valor de lectura del sensor de peso del cilindro de gas.

Figura 3.4. Diagrama de flujo de la recepción y transmisión de los datos obtenidos por el sensor de presión y peso.

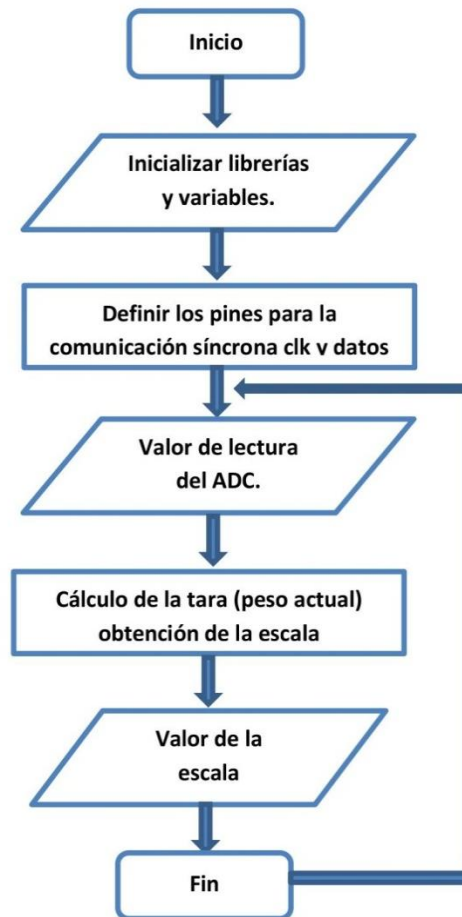


Diagrama de flujo para la recepción y envío de datos de los sensores. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

La recepción de datos con el módulo Esp8266 se muestra mediante el algoritmo mostrado en la Figura 3.5 en la que los condicionales de decisión son lo que van a estar en permanente comunicación con la aplicación para el envío de datos a la nube esto por la transmisión y recepción de datos del controlador.

Figura 3.5. Diagrama de flujo para el envío de datos con el módulo ESP8266

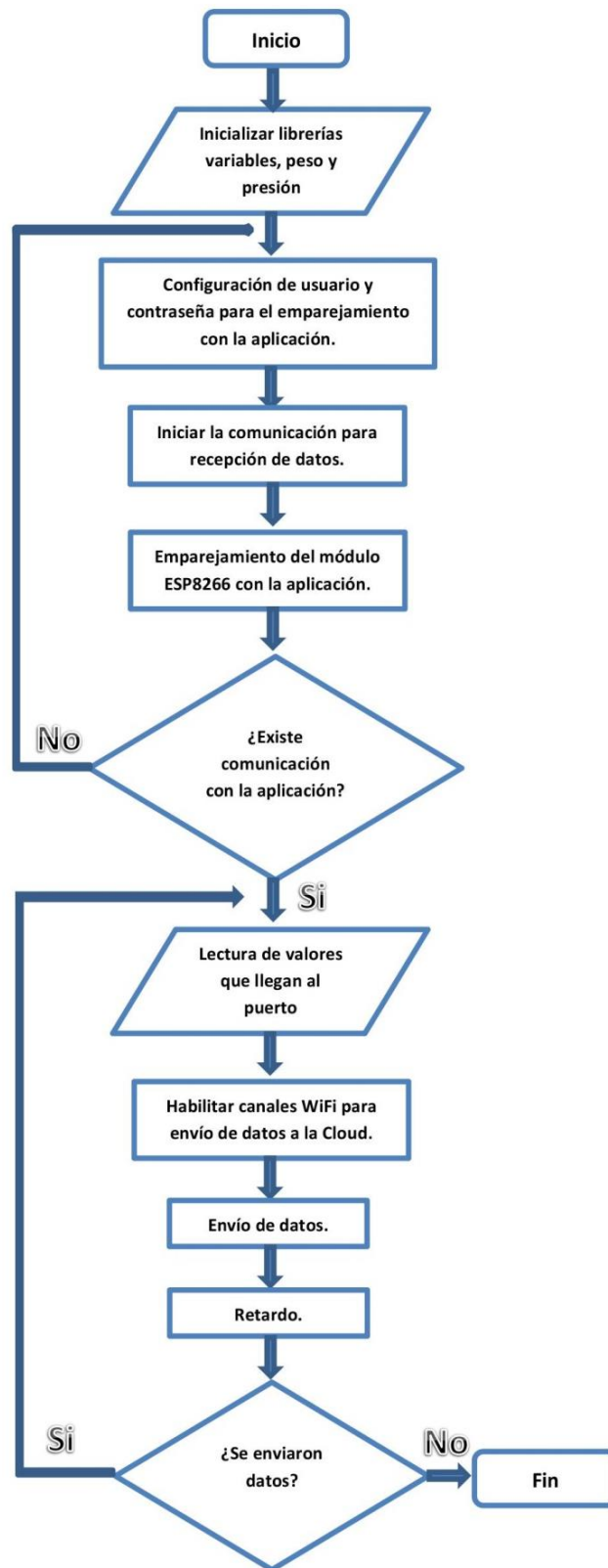


Diagrama flujo para envío de datos mediante el módulo ESP 8266. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En el diagrama de flujo de la Figura 3.6 se encuentra el algoritmo de la aplicación móvil para el usuario que al activar la geolocalización mediante el GPS del dispositivo se obtiene una URL con los datos de presión, peso y volumen que son asignados a una base de datos que asigna una fila única a cada usuario y al finalizar regresa a la pantalla inicial de la aplicación.

Figura 3.6. Diagrama de flujo para aplicación móvil del usuario (Pantalla 1)

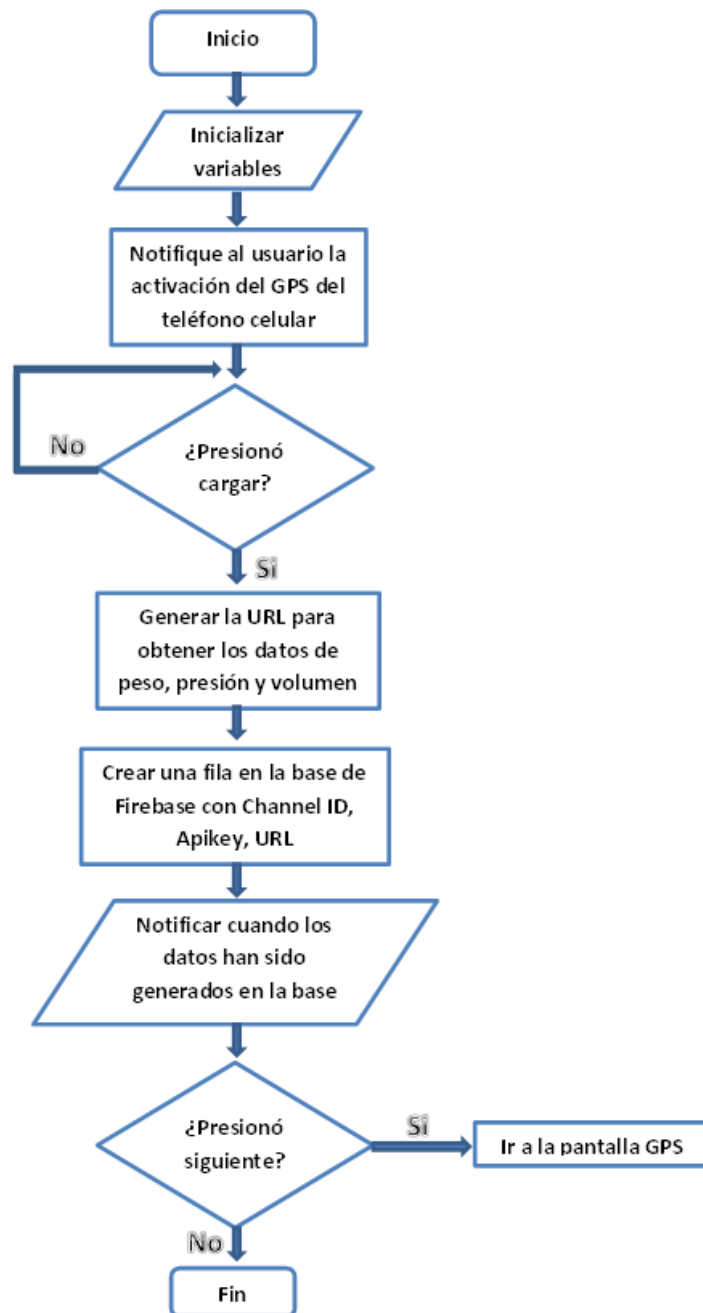


Diagrama de flujo para la pantalla 1 de la aplicación móvil. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

La Figura 3.7 indica el diagrama de flujo para el uso de la aplicación para el usuario, en la que puede avanzar entre pantallas con las que va a poder registrar datos, visualizar la información del cilindro que está siendo monitoreado y los valores que entregan los sensores.

Figura 3.7. Diagrama de flujo para uso de la aplicación móvil del usuario (Pantalla 1)

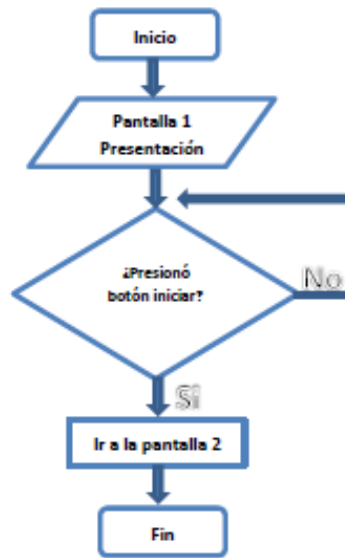


Diagrama de flujo para el uso de la aplicación en la pantalla 1. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 3.8 es la segunda pantalla de la aplicación en la cual se consigue la ubicación del equipo GLPMUBA y al mismo tiempo en la fila creada en la base de datos guardamos latitud y longitud en una celda, así como también poder borra los datos guardados si es que se llegara a cambiar la ubicación del equipo.

Figura 3.8. Diagrama de flujo para aplicación móvil del usuario (Pantalla 2)

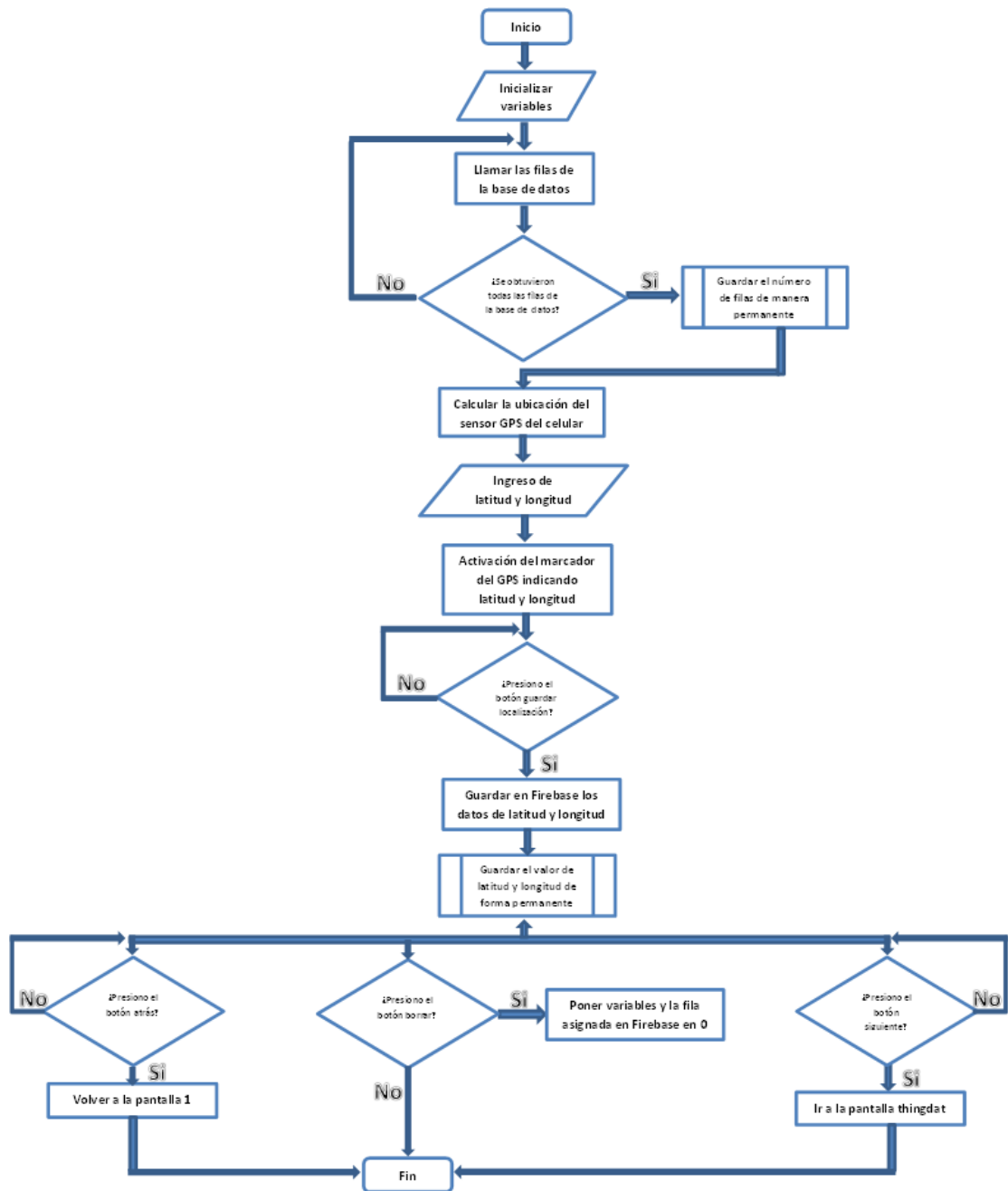


Diagrama de flujo para la pantalla 2 de la aplicación móvil. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

El funcionamiento de la pantalla 3 de la aplicación que tendrá el usuario se muestra por medio del diagrama de flujo en la Figura 3.9 en el que los valores y la imagen de un cilindro van a ir cambiando conforme este agotándose el producto y al ir disminuyendo sus valores hasta que se genere un aviso el cual indica que el cilindro necesita ser reemplazado

Figura 3.9. Diagrama de flujo para aplicación móvil del usuario (Pantalla 3)

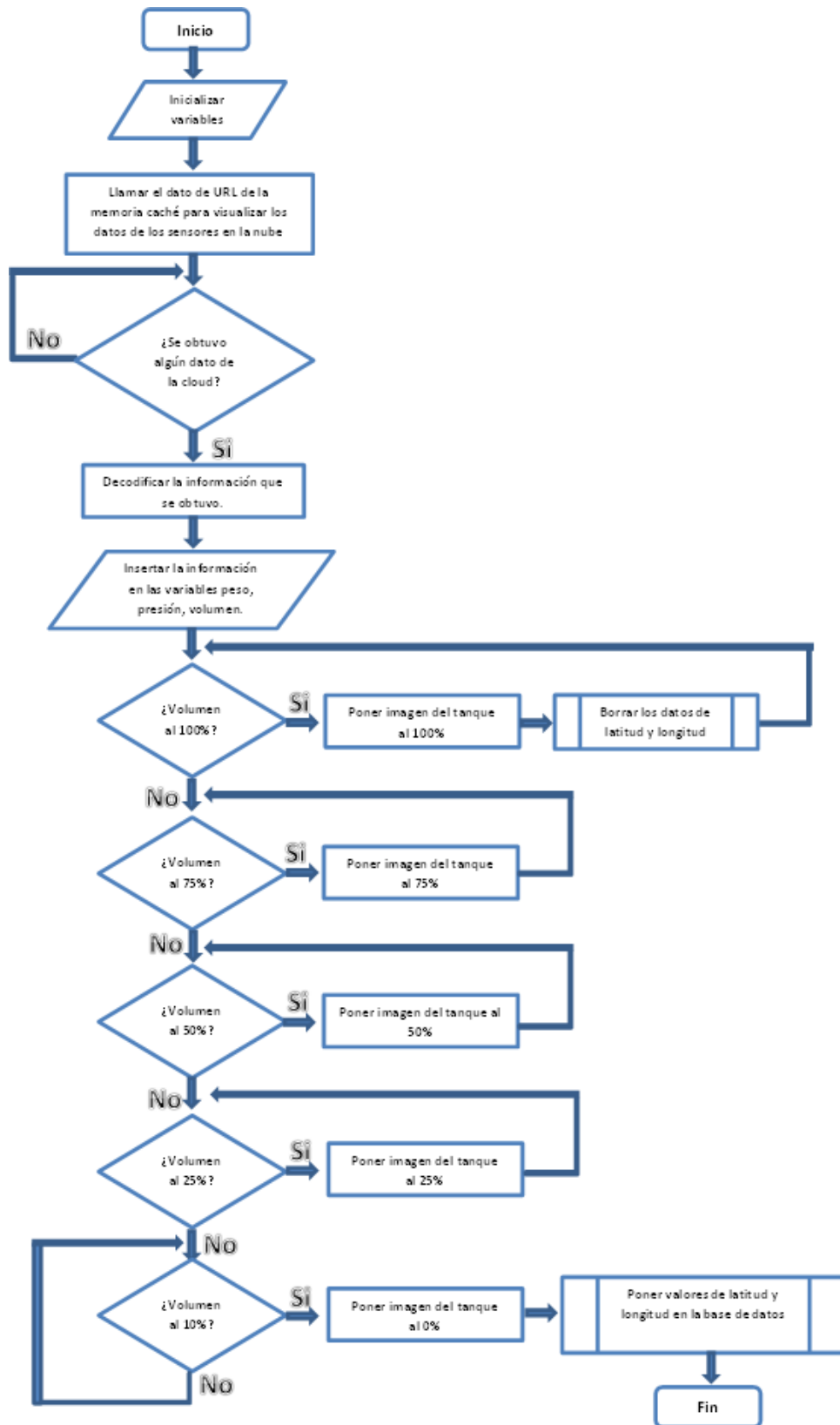


Diagrama de flujo para la pantalla 3 de la aplicación móvil. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Para las distintas funciones que se crearon para la aplicación del repartidor el cual podrá ver el lugar donde se solicita el servicio, la Figura 3.10 muestra el diagrama de flujo de como el usuario al optar por el servicio se accede a la base de datos donde están registrados y el indica la repartidor la ubicación donde se los solicita cumpliendo con parámetros como la distancia en la cual debe ser menor a 1 km para que el repartidor pueda llegar al lugar ya que si no está en esta distancia no se mostrar al repartidor donde se lo solicita esto para que su servicio sea mucho más eficiente.

Figura 3.10. Diagrama de flujo para aplicación móvil del repartidor

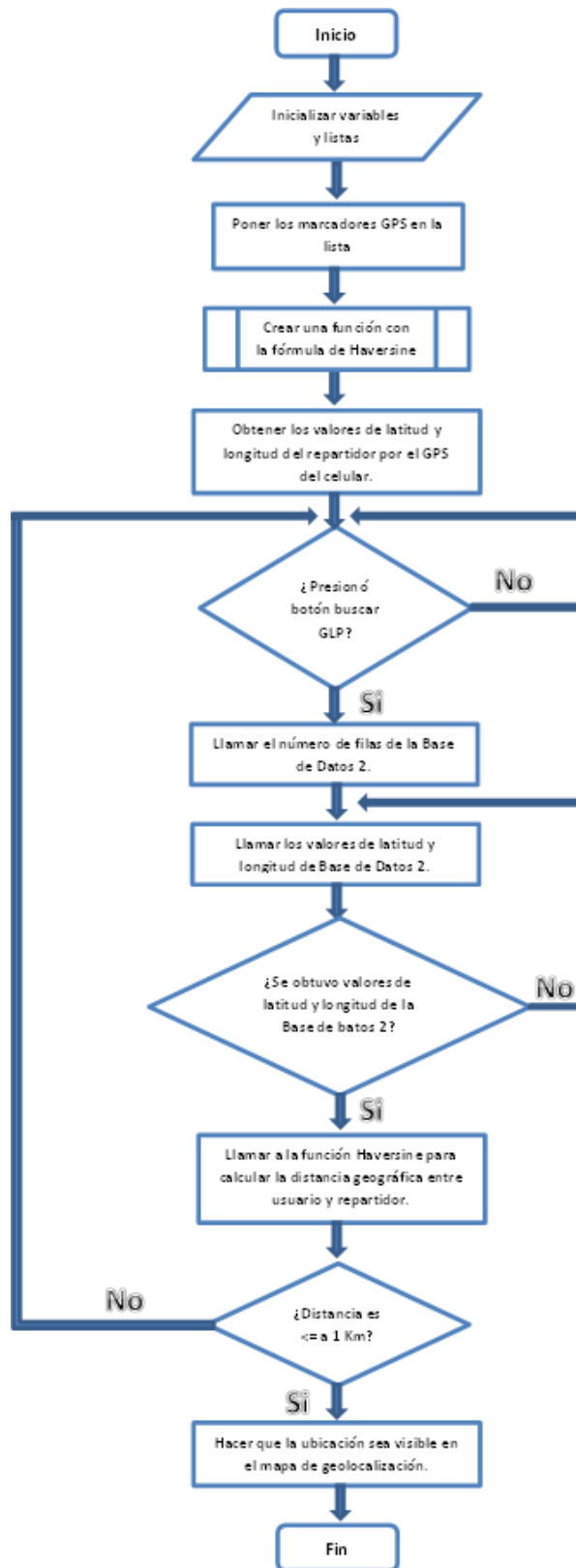


Diagrama de flujo para el repartidor cuando utilice la aplicación móvil. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

3.2. Diagramas esquemáticos

Para la conexión de los módulos se elaboró una tarjeta shield que se muestra en la Figura 3.11, para el Arduino Mega 2560 la cual permitirá la integración de los módulos ESP8266, HX711 y el sensor de presión HR800.

Figura 3.11. Diagrama esquemático realizado en Proteus para la posterior elaboración de la placa en cobre

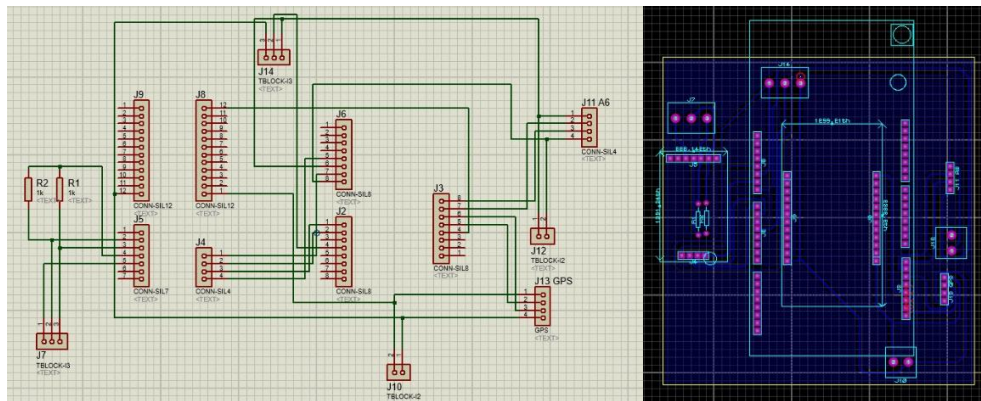
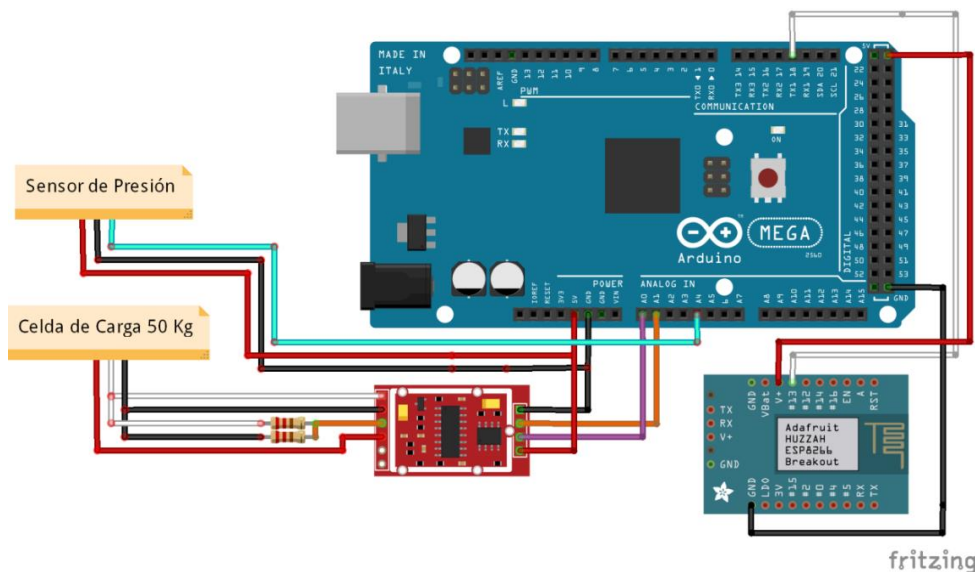


Diagrama esquemáticos de la placa, desarrollado en Proteus. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

La conexión de los módulos ya mencionados con el Arduino Mega 2560 se muestra en el diagrama esquemático en la Figura 3.12.

Figura 3.12. Diagrama de conexión elaborado en el software Fritzing



Conexión de los sensores y módulos con la tarjeta Arduino Mega2560. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

3.3. Cantidad de GLP presente en el cilindro de gas doméstico

Para calcular la cantidad de GLP que contiene un cilindro de 14.8 kg, como se muestra en la Figura 3.13 lo cual es lo que pesa cuando se encuentra vacío, el GLP es un tipo de gasóleo, para lo cual se hará el cálculo que permitirá conocer la cantidad que posee el cilindro cuando está lleno.

Para comprobar si el cilindro viene con todo el gas se puede utilizar una balanza y comprobar que el peso de éste contenga el total del GLP más el peso del cilindro vacío, que se encuentra marcado parte superior de cada cilindro.

El cálculo del peso exacto para un cilindro de 15 kilos nuevo (sin utilizar) es:

- Peso del cilindro vacío (Tara): 14,5 Kg.
- Peso del Gas licuado en su interior: 15 Kg
- El total del cilindro nuevo debe pesar: $14,5 + 15 = 29,5$ Kg

Figura 3.13. Cilindro de gas doméstico de la empresa Agipgas.



Cilindro de gas doméstico de la empresa Agipgas, con el peso del cilindro vacío en la parte superior del mismo Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

3.4. Cálculo del porcentaje de GLP en el cilindro de gas doméstico

Para calcular el porcentaje de GLP que posee un cilindro de gas doméstico en función de los sensores tanto de presión como de peso, utilizaremos la fórmula de la ecuación Ec. (3.1) que nos permitirá encontrar la escala para el sensor de peso, ya que los datos obtenidos a través del sensor ya mencionado calculando el promedio de los datos.

$$Escala = \frac{Valor\ de\ Lectura}{Peso\ Real} \quad Ec. (3.1)$$

El peso real obtenido del cilindro de gas doméstico mediante la medición realizada en una balanza convencional fue de 29.98 Kg, con lo cual se escaló los valores que se obtienen.

El escalamiento de la presión se obtuvo mediante la ecuación Ec. (3.2) que con el valor de presión en bares y la resolución del conversor obtenemos la escala.

El valor crudo máximo se obtiene cuando la presión registrada por el sensor a la salida del cilindro de gas doméstico cuando este no ha sido utilizado aún.

$$Presion = \frac{((Valor\ analogico(0-1024))x10\ Bares)}{(El\ valor\ crudo\ maximo(0-1024)obtenido\ al\ escalar\ el\ sensor)} \quad Ec. (3.2)$$

Para determinar la cantidad de GLP que posee un cilindro de gas doméstico, se lo realizó en función del volumen del líquido que posee.

El factor de conversión que se utiliza para determinar el consumo de GLP, que mediante la operación en la cual se multiplica el m³ de gas por el factor de conversión (kg/m³) obteniendo un valor en kg, utilizando la ecuación Ec. (3.3).

$$Volumen = \frac{(balanza-14.8)}{Factor\ de\ conversion} \quad Ec. (3.3)$$

Para lograr la medición de volumen se dispuso de los sensores de presión y peso de los que se utilizaron sus valores para obtener el peso molecular de un cilindro GLP

mediante la Ec. (3.4) que se trata de la sumatoria de la multiplicación entre la cantidad volumétrica (V) de cada compuesto a 20°C o 293 °K y el peso molar (Mh) de cada uno de los elementos como se indica en la Tabla 3.1 tomando en cuenta el peso molecular de la composición química de un tanque de gas.

Tabla 3.1: Peso molecular del GLP

		a	b	
Hidrocarburo	Formula Química	%Volumétrico	Mih (g/ mol)	(axb)/100 (g/ mol)
Propano	C3H8	12,60	44,09	5,56
Propileno	C3H6	30,60	42,08	12,88
i - Butano	C4H10	25,40	58,12	14,76
n - Butano	C4H10	6,30	58,12	3,66
1 - Buteno	C4H8	12,50	56,10	7,01
Trans2 - Buteno	C4H8	7,80	56,10	4,38
Cis 2 - Buteno	C4H8	4,60	56,10	2,58
Pentano	C5H12	0,20	72,05	0,14
			TOTAL	50,91

La masa molecular del MGLP es de 50,91 kg/mol, el cual se obtiene de la sumatoria de los valores de la última columna de cada hidrocarburo. Fuente (Ing. García Joo J. E., 2016)

Mediante la ecuación general de los gases Ec. (3.5) y el valor de peso molecular del cilindro de GLP encontramos el volumen, incluyendo la constante de proporcionalidad ($R=0.0821 \frac{atm \cdot l}{mol \cdot ^\circ K}$) y la temperatura en condiciones normales del cilindro, P es la presión, m es el peso que se genera dentro del tanque, debido a que la masa total de un cilindro es de 30 kg y el peso cuando está vacío es de 15 kg aproximadamente de tal manera el peso del gas es igual al peso del cilindro lleno menos el peso del tanque cuando está vacío que da como valor de 15kg, M es el peso molecular que corresponde a 50,91 g/mol.

$$M = \sum_{i=0}^j (V_i * M_{ih}) \quad \text{Ec. (3.4)}$$

$$V = \left(\frac{m}{M * P} \right) * R * T \quad \text{Ec. (3.5)}$$

3.5. Uso de la plataforma ThingSpeak

ThingSpeak permite visualizar la lectura de los sensores a través de histogramas como se observa en la Figura 3.14 que son refrescados cada 15 segundos, permitiendo conocer en qué estado se encuentran los datos recolectados. La información de los sensores de presión y peso del cilindro de gas doméstico se almacenan en la nube, con esta información así poder desarrollar aplicaciones en IoT.

Figura 3.14. Histogramas en la página de ThingSpeak



Monitoreo del cilindro de gas doméstico que fue monitoreado desde la página de ThingSpeak la cual muestra los histogramas de los campos creados que fueron, peso presión y volumen. Elaborado por:

Esteban Bastidas, Jose Murillo.

Crearemos un solo canal ya que la red está conformada por un solo nodo en el cual vamos a contar con 3 campos que son peso, presión y volumen como se observa en la Figura 3.15 cada canal tiene una identificación única que se va a enlazar con Arduino que tiene una llave conocida como API key que permite escribir los datos en un canal.

Figura 3.15. Configuración del canal de ThingSpeak con los 3 campos creados.

ThingSpeak™ Channels Apps Support

Channel Settings

Percentage complete 50%

Channel ID 774551

Name MONITOREO DE TANQUE DE GAS DOMESTICO

Description Wearable de un tanque de gas domestico con red IOT y CLOUD

Field 1 Peso

Field 2 Presion

Field 3 VOLUMEN

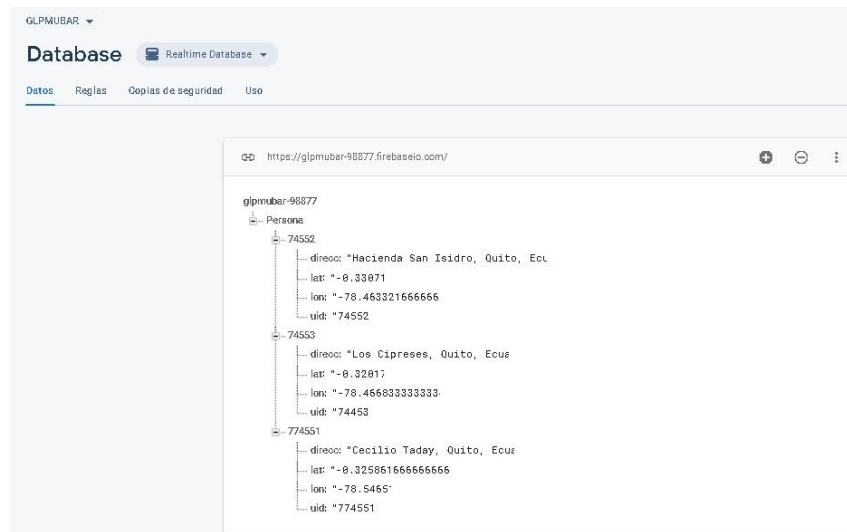
Al momento de crear un canal también se crea una identificación y una llave API para enlazar con ARDUINO. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo.

3.6. Base de datos de los usuarios en Firebase

Se creó una base de datos para el usuario donde se guarda la información básica como las que ve en la Figura 3.16 aquí se registran a los usuarios por primera vez sin que tengan que volver a hacerlo nuevamente ya que la información estará guardada ,la información de la ubicación es lo que permitirá mostrar en , esos datos también sirven para poder enlazar la aplicación con la plataforma ThingSpeak de esa manera la alerta de bajo volumen se puede ver en la base de datos así como en la aplicación.

En la base de datos se almacenan todos los usuarios a los que el repartidor presta el servicio registrando sus datos como dirección o ubicación cuando necesiten del servicio la casilla que contiene los datos de fecha hora, latitud y longitud se borran cuando el cilindro ha sido reemplazado por un nuevo desapareciendo del mapa donde se geolocalizaba ese punto.

Figura 3.16. Interfaz de la base de datos Firebase.

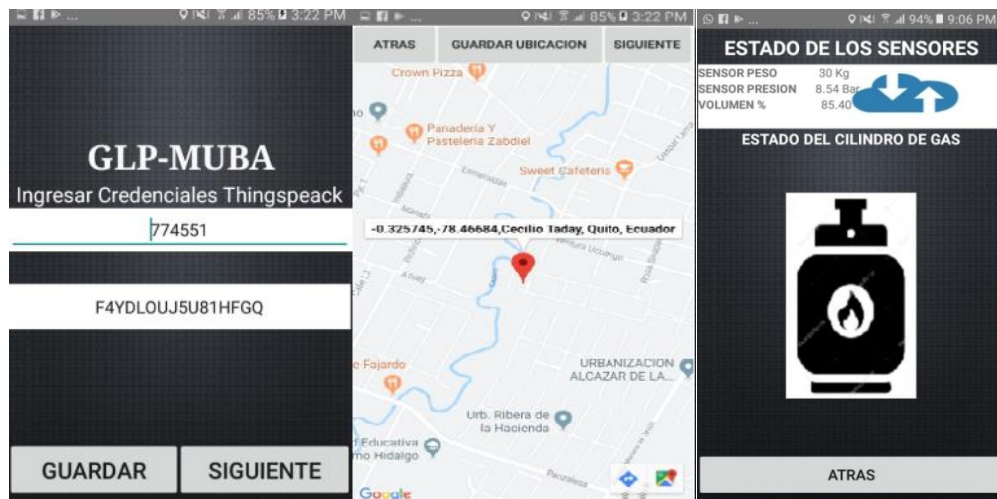


Interfaz de la base de datos en FireBase con la información del usuario. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo.

3.7. Aplicación para solicitar el servicio de reemplazo de cilindro de gas doméstico

La aplicación desarrollada está pensada en el usuario por su fácil manejo y adaptabilidad, la aplicación está compuesta por 3 pantallas como se observa en la Figura 3.17 las cuales constan de un registro de usuario que contiene las credenciales de ThingSpeak como el channel ID y el Rkey que permitirán generar una dirección URL y de esta manera interactuar con la aplicación, la parte de geolocalización para guardar la ubicación del usuario en la base de datos Firebase dicha información será útil para la aplicación del repartidor, y finalmente una pantalla en la cual se gestionan los datos de los sensores en la nube que a través de peticiones tipo HTTP get, logramos obtener un archivo JSON que será decodificado, en esta parte de la pantalla además se hace la comunicación con la base de datos que a través de una petición HTTP tipo POST permita almacenar los datos de latitud, longitud y dirección del domicilio cuando el volumen sea inferior al 10 % Y de la misma manera con un HTTP delete, eliminar los datos cuando la aplicación detecte que el tanque de gas doméstico haya sido cambiado, la pantalla 3 también consta de un indicador grafico el cual se va vaciando dependiendo del estado del cilindro de gas.

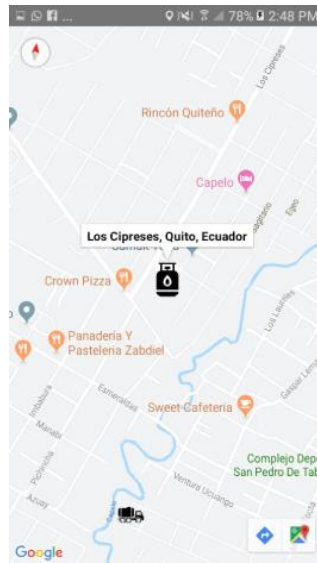
Figura 3.17. Pantallas de la aplicación desarrollada en Android Studio.



Interfaz de las tres pantallas creadas para poder acceder, localizar y monitorear el cilindro de gas de uso doméstico. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo.

La aplicación para el repartidor consta de un sistema de geolocalización y la bases de datos Firebase, con los datos de registro que son proporcionadas en la primera aplicación y mediante una petición tipo HTTP get, permitirá traer los datos a la aplicación entre los que fueron tomados están latitud, longitud, y la dirección de domicilio, la longitud y la latitud serán utilizados previamente con la ubicación en tiempo real del repartidor para hacer un filtro digital que con la fórmula de distancia de haversine, se logra solo mostrar en el mapa de google, las ubicaciones de los tanques vacíos en un radio de 1Km de distancia de tal manera permitiendo que la aplicación no se torne lenta por el proceso de barrido de ubicaciones rechazando los puntos que no cumplen con la sentencia descrita además el repartidor puede ver la dirección del domicilio pinchando sobre el marcador facilitando encontrar el lugar donde se lo solicita el servicio, en la Figura 3.18 se muestra la pantalla del repartidor donde se encuentra la figura del cilindro donde se requiere el servicio.

Figura 3.18. Pantalla de la aplicación desarrollada para el repartidor.



Interfaz de la pantalla del repartidor para poder localizar los cilindro de gas de uso doméstico. Que se van a reemplazar. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo.

La aplicación desarrollada para que el propietario del cilindro de gas pueda solicitar el servicio siempre y cuando le sea avisado a su teléfono móvil mediante una alerta que le llegara cuando el cilindro este próximo a terminarse para que pueda decidir si desea reemplazarlo, el monitoreo constante del cilindro permite al usuario poder saber el estado del mismo de forma permanente para lo cual la interfaz de la aplicación le permite ver su estado y el porcentaje de GLP presente así como los valores de presión y peso.

Como se ve en la Figura 3.19 la interfaz de la aplicación muestra un cilindro recién adquirido con sus respectivos valores.

Figura 3.19. Interfaz en el dispositivo, del cilindro de gas doméstico recién adquirido con un volumen del 100%.



Interfaz de la aplicación para solicitar el servicio de gas doméstico, con el peso y presión del cilindro que recién ha sido adquirido. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Los valores registrados por los sensores se pueden ver tanto en la plataforma de ThingSpeak como en la aplicación móvil a medida que se vaya consumiendo el cilindro el grafico del cilindro que se observa en la Figura 3.20 de un tanque de gas que va a ir disminuyendo, de esta forma el usuario puede observar con mayor facilidad cuanto de GLP aún tiene su cilindro.

Figura 3.20. Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico que ya ha empezado a ser utilizado.



Interfaz de la aplicación para solicitar el servicio de gas doméstico, con el peso y presión del cilindro ya en uso. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

De acuerdo se vaya utilizando el cilindro se ira registrando los valores de peso, presión y volumen y la imagen será disminuyendo en la Figura 3.21 el cilindro se encuentra con un volumen inferior a 50%.

Figura 3.21. Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico con un valor inferior a la mitad del GLP total



Interfaz de la aplicación para solicitar el servicio de gas doméstico, con el peso presión y volumen del cilindro inferior al 50%. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 3.22 registramos valores inferiores al 25% en un monitoreo permanente del uso del cilindro sin aun dispararse el aviso de alerta para reemplazar el cilindro ya que se predetermino un valor inferior al 10% del volumen.

Figura 3.22 Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico con un valor inferior al 25% del GLP total contenido en el cilindro



Interfaz de la aplicación para solicitar el servicio de gas doméstico, con el peso presión y volumen del cilindro inferior al 25%. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

El volumen al ser inferior al 10% del total del GLP contenido en el cilindro, genera un aviso la cual hace conocer al usuario si desea reemplazar el cilindro que notificara al repartidor la ubicación donde es requerido el servicio además de poder ignorar el mensaje si no se desea reemplazar el cilindro en la Figura 3.23 el volumen es inferior al 10% que genera un aviso en la aplicación indicando que el nivel de gas es bajo.

Figura 3.23 Interfaz en el móvil de cilindro de gas doméstico con un valor inferior al 10% de GLP lo cual hace que se genere una alerta en la aplicación avisando que el cilindro está próximo a agotarse y si desea reemplazar el cilindro.



Interfaz de la aplicación para solicitar el servicio de gas doméstico, con el peso presión y volumen del cilindro inferior al 10% con la alerta que se muestra en la pantalla. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

3.8. Geolocalización del cilindro donde se requiere el servicio

Para la ubicación del cilindro donde se requiere ser reemplazado se utiliza GPS para lo cual la ubicación es enviada al repartidor desde donde ese encuentra el cilindro además de que el repartidos pueda ubicar de forma más rápida donde se encuentran los cilindros que puedan reemplazarse esto para que el repartidor pueda optimizar su trabajo al momento de circular por el lugar.

El cálculo de la distancia se lo realizo con la fórmula de Haversine que se utiliza para calcular la distancia entre dos puntos en el plano tomando en cuenta que relativamente en un plano es sencillo calcular esta distancia, pero la tierra es esférica ahí interviene esta ecuación Ec. (3.6) a la que previamente vamos a asignar los valores de latitud y longitud obtenidos del GPS. (Miguel, 2015)

$R = \text{Radio de la tierra}$

$\Delta \text{lat} = \text{lat } 2 - \text{lat } 1$

$\Delta \text{long} = \text{long } 2 - \text{long } 1$

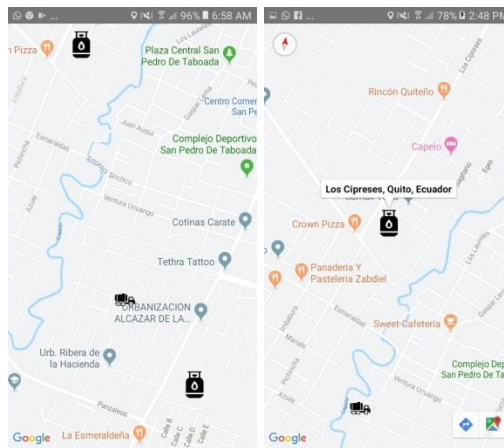
$$a = \sin^2 \frac{\Delta \text{lat}}{2} + \cos(\text{lat } 1) \cdot \cos(\text{lat } 2) \cdot \sin^2 \frac{\Delta \text{long}}{2} \quad \text{Ec. (3.6)}$$

$$c = 2 \cdot a \cdot \tan. 2(\sqrt{a}, \sqrt{1 - a})$$

$$D = R \cdot c$$

En la Figura 3.24 la interfaz de la aplicación móvil para el repartidor de gas en la cual puede ubicar los cilindros que estén próximos a agotarse para así poder realizar el reparto de forma más eficiente esto mediante geolocalización en la base de datos se registró a 3 usuarios en los que el repartidor al tocar el icono del gas en su pantalla podrá conocer la dirección del usuario que desea el servicio y que se encuentre ubicado en un radio de 1 km para que el reparto sea eficiente.

Figura 3.24 Interfaz en el móvil de geolocalización para el repartidor de gas



Interfaz de la aplicación para el repartidor de gas doméstico en la cual en un radio de 1km buscara cilindros de gas que estén próximos a agotarse y poder anticiparse. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. Encuesta

Para registrar la aceptación del equipo de reparto de gas de uso doméstico ante en público. Se realizó una encuesta en el sector de Turubamba y barrios aledaños los cuales cuentan con el tradicional sistema de reparto.

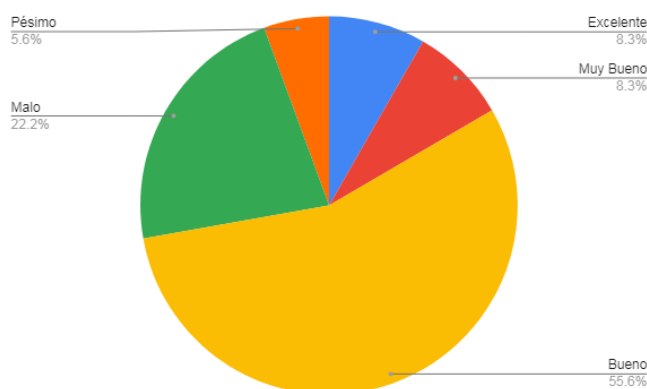
1. ¿Cómo calificaría usted el servicio de reparto de gas doméstico?

Tabla 4.1 Resultados de la pregunta 1.

Excelente	8.3%
Muy Bueno	8.3%
Bueno	55.6%
Malo	22.2%
Pésimo	5.6%

Resultados de la pregunta 1. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.1 Representación gráfica del resultado de la pregunta 1.



Gráfica del resultado de pregunta sobre servicio de reparto de gas doméstico. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.1 se puede observar que si bien la mayoría está satisfecha con el servicio de reparto tradicional de gas doméstico a considerarlo bueno con un 55.6%, el porcentaje que le sigue, lo considera malo con un 22.2%.

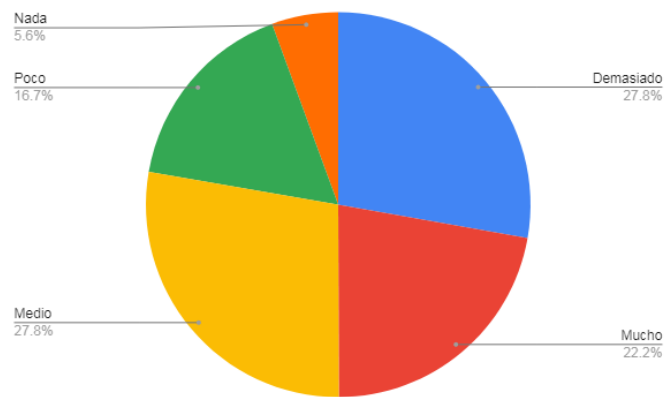
2. ¿Qué tanto le molesta, el altavoz y el claxon del vehículo repartidor de gas al anunciarse siendo?

Tabla 4.2 Resultados de la pregunta 2.

Demasiado	27.8%
Mucho	22.2%
Medio	27.8%
Poco	16.7%
Nada	5.6%

Resultados de la pregunta 2. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.2 Representación gráfica del resultado de la pregunta 1.



Gráfica del resultado de pregunta acerca de la molestia que causa el claxon del servicio de reparto de gas doméstico. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.2 la encuesta revela que evidentemente genera molestia en el público el uso del claxon ya que se obtuvo en demasiado y medio los porcentajes más altos con un 27.8% en ambos casos, siguiéndole mucho con un 22.2%.

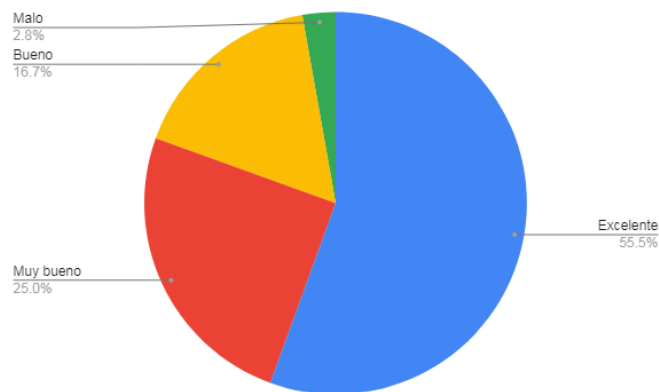
3. ¿Qué le parecería contar con una aplicación para su dispositivo móvil la cual monitoree la cantidad del cilindro de gas de su hogar?

Tabla 4.3 Resultados de la pregunta 3.

Excelente	55.6%
Muy bueno	25.0%
Bueno	16.7%
Malo	2.8%
Pésimo	0.0%

Resultados de la pregunta 3. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.3 Representación gráfica del resultado de la pregunta 3.



Gráfica del resultado de pregunta acerca de la molestia que causa el claxon del servicio de reparto de gas doméstico. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.3 se puede observar que le parecería excelente contar con una aplicación que monitoree la cantidad de GLP que posee un cilindro con un 55.6% que implica más de la mitad, y siguiéndole respuestas como muy bueno que con el 25% dan una muestra de que la gran mayoría desearía contar con la aplicación.

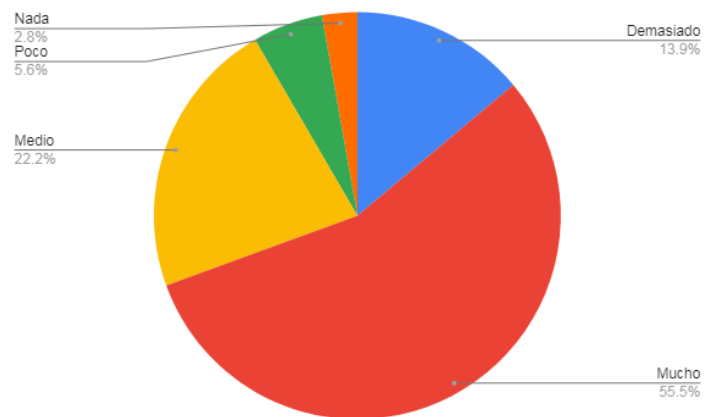
4. ¿Qué tanto le interesaría adquirir un equipo tecnológico que solicite reemplazarse automáticamente, cuando el nivel del gas de uso doméstico sea bajo?

Tabla 4.4 Resultados de la pregunta 4.

Demasiado	13.9%
Mucho	55.6%
Medio	22.2%
Poco	5.6%
Nada	2.8%

Resultados de la pregunta 4. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4. 4 Representación gráfica del resultado de la pregunta 4.



Gráfica del resultado de pregunta sobre adquirir el equipo. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.4 la respuesta que destaca por porcentaje es mucho con un 55.6% siguiéndole medio con un 22.2% y demasiado con 13.9% dejándonos saber que la mayoría desearía poder contar con un equipo que solicite el reemplazo del gas de uso doméstico.

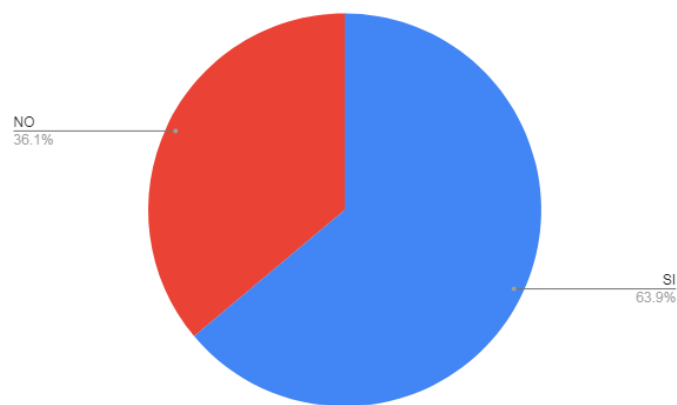
5. ¿Cree que el equipo para monitorear el cilindro de gas, sería económico?

Tabla 4.5 Resultados de la pregunta 5.

SI	63.9%
NO	36.1%

Resultados de la pregunta 5. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.5 Representación gráfica del resultado de la pregunta 5.



Gráfica del resultado sobre el costo del equipo. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.5 Se muestra el porcentaje respecto a si el equipo será costoso o económico, la respuesta que prevalece es que el público cree que será económico con un 63.9%, haciendo dar cuenta que la tecnología es cada vez más accesible al ciudadano común.

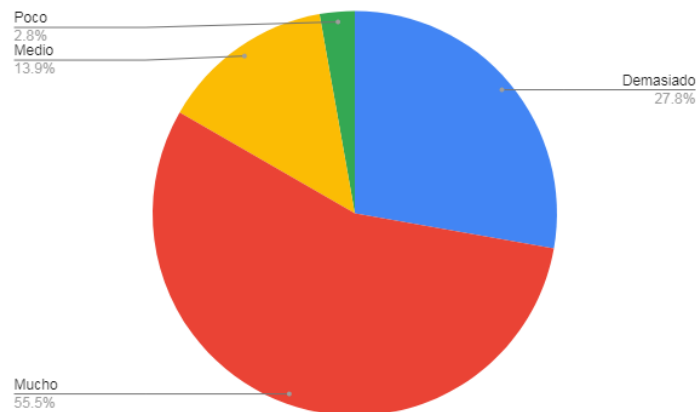
6. ¿Piensa que el equipo brindaría una ayuda a las personas con cierto grado de discapacidad?

Tabla 4.6 Resultados de la pregunta 6.

Demasiado	27.8%
Mucho	55.6%
Medio	13.9%
Poco	2.8%
Nada	0.0%

Resultados de la pregunta 6. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.6 Representación gráfica del resultado de la pregunta 6.



Gráfica del resultado de pregunta acerca de la molestia que causa el claxon del servicio de reparto de gas doméstico. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.6 la gráfica de pastel muestra que ante un grado de discapacidad el equipo brindaría ayuda, lo cual facilitaría el reemplazo del cilindro de gas de uso doméstico, y es que el público con un 55.6% dijo que sería de mucha ayuda y con un 27.8% dijo que sería de demasiada ayuda.

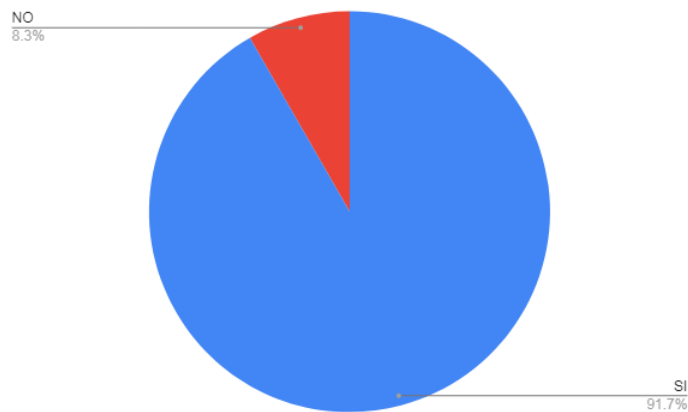
7. ¿Desearía saber la ubicación de los cilindros que están cerca de agotarse con anticipación?

Tabla 4.7 Resultados de la pregunta 7.

SI	91.7%
NO	8.3%

Resultados de la pregunta 7. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.7 Representación gráfica del resultado de la pregunta 7.



Gráfica del resultado de pregunta dirigida a los reparadores de gas doméstico. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.7 la gráfica muestra la aprobación de las personas que realizan el reparto de gas de uso doméstico ante una aplicación que les muestre la ubicación de los cilindros, los cuales están próximos a agotarse y es que la gran mayoría con un 91.7% dijo que SI a la aplicación ya mencionada.

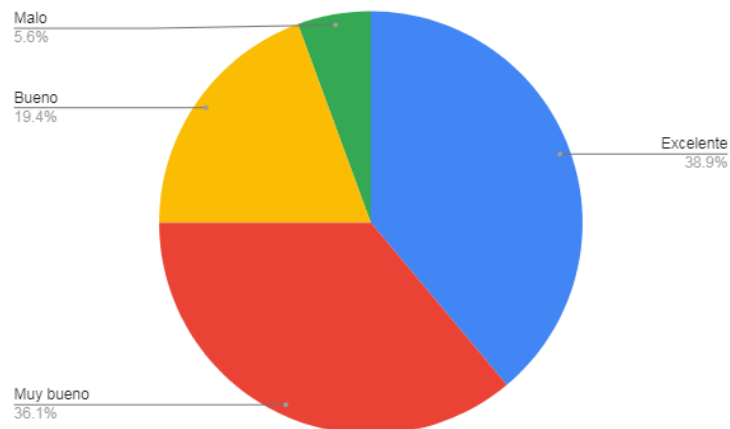
8. ¿Qué le parecería instalar una aplicación que le indique la ubicación exacta de los cilindros de gas doméstico?

Tabla 4.8 Resultados de la pregunta 8.

Excelente	38.9%
Muy bueno	36.1%
Bueno	19.4%
Malo	5.6%
Pésimo	0.0%

Resultados de la pregunta 8. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.8 Representación gráfica del resultado de la pregunta 8.



Gráfica del resultado de pregunta sobre las aplicaciones para detectar cilindros de gas domestico cerca de agotarse. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.8 la gráfica de pastel muestra una respuesta afirmativa, para instalar una aplicación para el reparto de gas de uso doméstico ya que con una respuesta de excelente con 38.9% muy bueno con 36.1% y bueno con 19.4% nos dice que la gran mayoría desearía saber la ubicación de los cilindros a reemplazar.

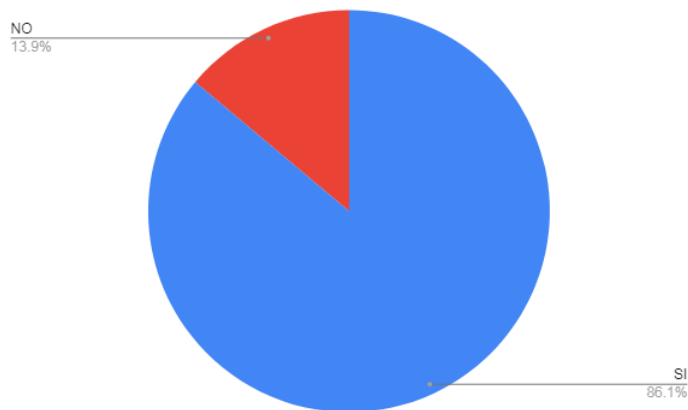
9. ¿Usted piensa que con este sistema realizaría de forma más eficiente su trabajo?

Tabla 4.9 Resultados de la pregunta 9.

SI	86.1%
NO	13.9%

Resultados de la pregunta 9. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4. 9 Representación gráfica del resultado de la pregunta 9.



Gráfica del resultado de pregunta sobre la facilidad de usar el sistema. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.9 la respuesta Si con 86.1% nos dice que el servicio de reparto de gas de uso doméstico sería mucho más eficiente con la aplicación y el equipo de monitoreo.

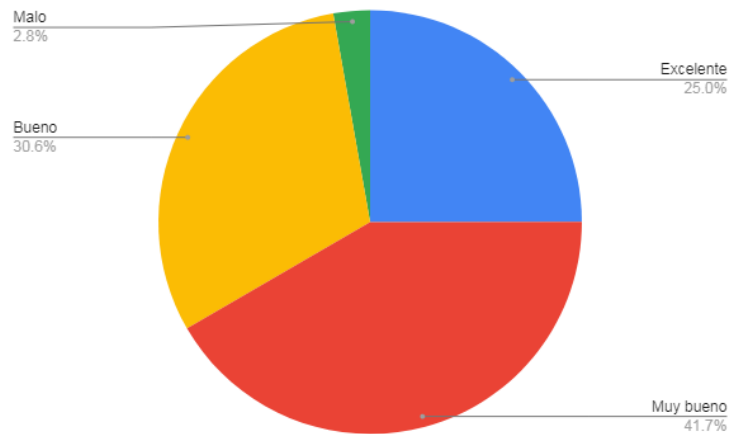
10. ¿Evitar daños y gastos en su vehículo, al solo tener que ir a donde es necesario el servicio, que le parecería?

Tabla 4.10 Resultados de la pregunta 10.

Excelente	25.0%
Muy bueno	41.7%
Bueno	30.6%
Malo	2.8%
Pésimo	0.0%

Resultados de la pregunta 10. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Figura 4.10 Representación gráfica del resultado de la pregunta 10.



Gráfica del resultado de pregunta acerca de la molestia de recorrer con el vehículo repartidor de gas.

Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

En la Figura 4.10 se muestra que a la gran mayoría de repartidores de gas doméstico les gustaría poder trasladarse solo a los lugares donde es necesario el servicio en lugar de estar dando varias vueltas alrededor del lugar donde lo realizan y con un muy bueno equivalente al 41.7% un bueno de 30.6% y un excelente del 25%, dice que a la mayoría de los repartidores les gustaría poder evitar daños en su vehículo al solo tener que ir donde sea necesario el servicio de reparto de gas de uso doméstico.

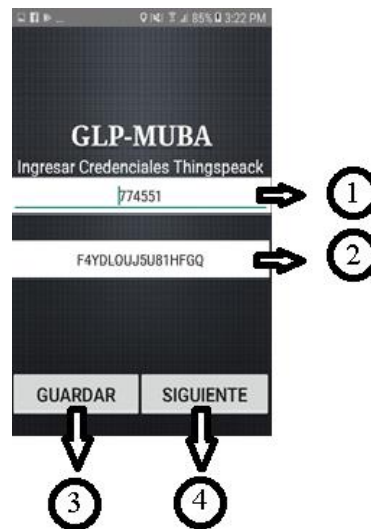
4.2. Aplicaciones desarrolladas para el monitoreo de gas de uso doméstico.

Las aplicaciones desarrolladas en Android Studio se han desarrollado para que su uso sea amigable con el usuario tanto para quien tiene el equipo, así como el repartidor.

La Figura 4.11 muestra cómo se registran las credenciales que se han creado en ThingSpeak y el código generado por la nube esto permite que cada usuario pueda registrarse de forma única y poder acceder a los datos de presión, peso y volumen esto una vez que se ha guardado la información se puede avanzar a la pantalla 2.

La Tabla 4.11 muestra la descripción de las funciones y características que tiene cada botón de la pantalla del usuario.

Figura 4.11 Interfaz de la pantalla 1, ingreso de datos para el registro del usuario en la aplicación.



Pantalla de la aplicación móvil del usuario, pantalla 1. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo.

Tabla 4.11 Características de los botones e indicadores de la pantalla 1 del usuario.

Nº	Características de los botones e indicadores
1	Ingreso del canal asignado por la plataforma ThingSpeak
2	En este campo se ingresa el código de lectura que es generado por la Cloud y tener acceso a los datos de los canales de peso, presión y volumen
3	Botón que permite guardar los datos de registro Nota: Mientras no se guarden los datos no se podrá seguir a la pantalla 2
4	Este botón permite seguir a la pantalla 2

Tabla con las características de los botones de la pantalla 1 de la aplicación móvil del usuario.

Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Las Figura 4.12 muestra la pantalla donde se muestra ubicación donde se encuentra el cilindro de gas siempre y cuando este pertenezca al mismo usuario además de las descripción para navegar entre pantallas y de poder guardar los datos de latitud longitud y la dirección del domicilio donde se va a encontrar el equipo y poder avanzar a la siguiente pantalla o regresar a la anterior.

Figura 4.12 Interfaz de la pantalla 2, ingreso de datos para el registro del usuario en la aplicación.



Pantalla 2 con los botones para registrar datos del usuario. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

La Tabla 4.12 muestra las distintas funciones y características de los botones que tiene la pantalla 2 de la aplicación.

Tabla 4.12 Características de los botones e indicadores de la pantalla 2 del usuario.

Nº	Características de los botones e indicadores
1	Este botón permite ir a la pantalla 1
2	Permite guardar datos de la ubicación de usuario tales como Latitud, Longitud y Dirección del domicilio Nota: solo guarde la ubicación si se encuentra cerca en su hogar de lo contrario se dará falsa información al repartidor
3	Permite seguir a la pantalla 3 de la aplicación
4	El marcador indica la localización del hogar del usuario Nota: los detalles de la ubicación serán visibles al pulsar sobre el marcador

Tabla con las características de los botones de la pantalla 2 de la aplicación móvil del usuario.

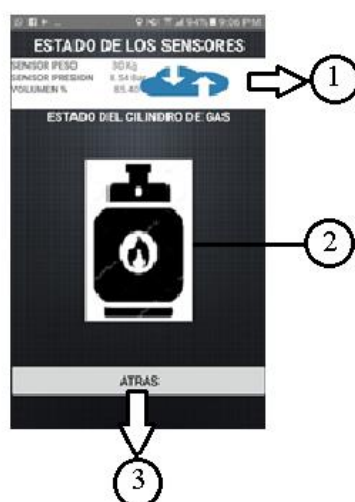
Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

La pantalla 3 de la aplicación del usuario, Figura 4.13 muestra una interfaz en la cual se observa el estado del cilindro esto a través de los datos obtenidos de la nube la

interfaz gráfica de la pantalla, permite la visualización de un cilindro de gas que se irá bajando su nivel a medida de que sea consumido el producto, además de los valores de presión peso y volumen.

Las características y funciones de los botones de la pantalla 3 de la aplicación del usuario se muestran en la Tabla 4.13.

Figura 4.13 Interfaz de la pantalla 3 de la aplicación para el usuario en la que se muestra visualización de los datos y estado del cilindro de gas.



Pantalla 3 con el estado de los sensores y nivel de gas en el cilindro. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Tabla 4.13 Características de los botones e indicadores de la pantalla 3 del usuario.

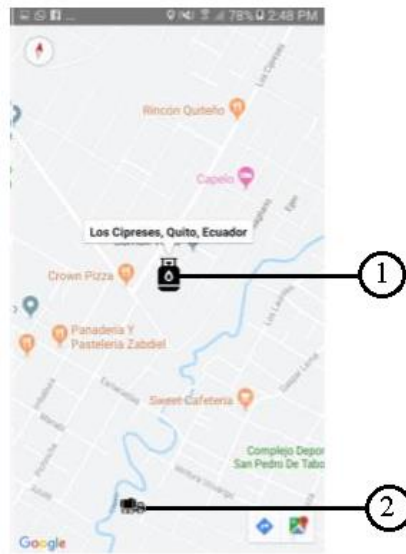
Nº	Características de los botones e indicadores
1	En este campo se visualiza los datos obtenidos de la Cloud por medio del canal y código de lectura ingresados en la pantalla 1
2	Este campo muestra el estado del cilindro de gas de manera gráfica y dinámica los estados por los que pasa el cilindro desde 100% al 0%, en otras palabras, la gráfica se va vaciando de acuerdo a los valores de volumen mostrados en el campo 1
3	Permite regresar a la pantalla 2

Tabla con las características de los botones de la pantalla 3 de la aplicación móvil. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

La aplicación desarrollada para el repartidor de gas, Figura 4.14 muestra una interfaz gráfica la que le permite conocer donde un cilindro de gas se ha agotado, esto conociendo la ubicación y la dirección que han sido guardadas como la calle o el sector, y donde se encuentra el vehículo repartidor.

La tabla 4.14 da la descripción de las funciones y características de la pantalla de la aplicación para el repartidor de gas doméstico.

Figura 4.14 Interfaz de la pantalla 1 del al aplicación para el repartido en la que se muestra visualización de los datos y estado del cilindro de gas del usuario.



Pantalla 3 con los datos como ubicación y estado del cilindro de gas domestico. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

Tabla 4.14 Características de los botones e indicadores de la pantalla 1 del repartidor

Nº	Características de los botones e indicadores
1	Este marcador representa la ubicación del cilindro de gas vacío. Nota: al presionar sobre el marcador se muestra la ubicación con las calles o sector en donde se encuentra
2	El marcador representa la ubicación en tiempo real del repartidor. Nota: al igual que el usuario el repartidor puede observar al presionar sobre el marcador el sector o calles donde se encuentra para mejor orientación

Tabla con las características de los botones de la pantalla 1 de la aplicación móvil para el repartidor.

Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

4.3. Análisis de costos

Tabla 4.15 Costo de Implementación y materiales para el desarrollo del prototipo

Descripción	Costos Materiales	Costo Total
Báscula	\$10	\$10
Módulo ESP-8266	\$4.25	\$4.25
Caja de Acrílico	\$10	\$10
Arduino Mega	\$15.50	\$15.50
Placa PCB	\$10	\$10
Válvula reguladora	\$7.50	\$7.50
Acoples para válvula	\$5.00	\$5.00
Galga extensiométrica y driver HX711	\$8.25	\$8.25
Sensor de Presión	\$16.90	\$16.90
Mano de Obra	\$50.0	\$50.0
Total		\$135.40

Costo de materiales y desarrollo del prototipo. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

A través del análisis de costos se determinó que el proceso de desarrollar una weareable para monitorear un cilindro de gas doméstico mediante sensores y programación toma un tiempo de 4 meses, y la inversión inicial del prototipo asciende a \$135.4 como se muestra en la Tabla 4.15.

La Tabla 4.16 muestra el costo que tendría elaborar un solo equipo incluyendo la mano de obra, lo que sería el precio de comercialización, para un total de \$60.0 por unidad.

Tabla 4.16 Costo de materiales para producir varios equipos

Descripción	Costos Materiales
Sensor de Presión	\$10.0
Placa PCB	\$4.0
Acoples para válvula	\$2.0
Módulo ESP8266	\$4.0
Mano de Obra	\$40.0
Total	\$60.0

Costo de materiales para producir 120 unidades, el total mostrado en la Tabla 4.12 es el que se requiere para un solo equipo . Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo

4.4. TIR (TASA DE INDICE DE RETORNO) Y VAN (VALOR ACTUAL NETO).

Estos dos parámetros usados para analizar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto son muy utilizados al momento de iniciar una empresa buscando así poder obtener una rentabilidad a lo largo de un determinado tiempo. (Martinez, 2015)

Tabla 4.17 Inversión inicial y costos por mes para 45 equipos

Detalle	Períodos												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo neto efectivo	-1800	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

VAN	\$ 190.80
TIR	5%

Tabla para encontrar el TIR y el VAN en un lapso de 12 meses. Elaborado por: Esteban Bastidas, Jose Murillo.

De acuerdo a la Tabla 4.17 tenemos un VAN de \$ 190.80 y un TIR de 5% correspondiente a una tasa de descuento de 3% dentro de 12 meses, el corto tiempo es

debido a que la tecnología está siempre en constante avance y esto hace que se torne obsoleta con rapidez, restándole rentabilidad al proyecto.

El valor del VAN correspondiente a \$190.80 no indica que el proyecto es factible de realizar ya que obtenemos un valor positivo, esto restándole el valor inicial de inversión podemos aun obtener ganancia.

El TIR nos dio un valor de 5% que es superior a la tasa de descuento lo cual nos dice que se lo puede realizar de forma inmediata.

4.5. Precisión y exactitud de los sensores

Para establecer la exactitud y precisión de los sensores utilizados se utilizó el error relativo y la desviación estándar respectivamente, para lo cual utilizamos la ecuación Ec. (4.1) que permite encontrar el error relativo y la Ecuación Ec. (4.2) que nos permite obtener la desviación estándar del sensor a utilizar en este caso el de una balanza digital con la cual se va a comparar las mediciones de la celda de carga del equipo y así determinar precisión y exactitud del equipo en comparación con sensores comerciales.

$$Er = \frac{V_{real} - V_{medido}}{V_{real}} * 100\% \quad \text{Ec. (4.1)}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{medido_i} - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

Utilizado la ecuación Ec. (4.1) obtuvimos una exactitud del 3.09% lo cual nos muestra que el equipo se encuentra en un margen tolerable de error.

Con la Ec. (4.2) la precisión fue de 29.83 ±0.055 Kg, los resultados resultan cercanos a los reales, esto en parte de la elaboración de la báscula y el acondicionamiento del sensor.

Al utilizar las ecuaciones Ec. (4.1) y Ec. (4.2) nuevamente obtuvimos valores de exactitud y precisión, esta vez para el sensor de presión, que se compara con un manómetro analógico representado por una serie de valores, es así que el valor del error relativo es de 4.62% que está aún en un margen tolerable.

La precisión obtenida de la presión fue de 8.84 ± 0.057 Bar, esto tomando una serie de valores durante un lapso de uso del cilindro de gas doméstico.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un wearable en una red IOT con la tecnología WLAN para tomar muestras de presión y peso en cilindros de gas de uso doméstico. El dispositivo entrega datos al cliente y a los expendedores de gas en los barrios y sectores de la ciudad de Quito de uso doméstico.

Se obtuvo una exactitud del 3%, precisión de 29.83 ± 0.055 kg en el sensor de peso y una exactitud del 4.6%, precisión de 8.83 ± 0.057 bar en el sensor de presión, tales datos indican que el prototipo es eficiente cuando se realizan mediciones, para el conocimiento del usuario y de la misma manera el sistema ser exacto cuando la red IOT informe de un bajo volumen de gas.

De acuerdo a la encuesta realizada, el dispositivo cuenta con gran aceptación ya que están de acuerdo con adquirir el equipo, porque facilita la entrega del producto y en particular a los repartidores, debido a que pueden realizar de forma más eficiente su trabajo, además de la inconformidad del ruido que genera el claxon y el sonido de aviso del repartidor, esto reflejándose en la pregunta 2 de la encuesta que nos muestra que el 77.8% les resulta molesto el ruido que genera el repartidor, y que al 97.3% de los encuestados en la pregunta 3, si desearían contar con la aplicación y el equipo para monitorear el cilindro de gas.

El análisis de costos entregó como resultado un VAN positivo de \$190.80, lo que nos dice que el proyecto es viable y se lo puede realizar, reduciendo gastos de fabricación y elementos que se utilizaron en el equipo, eliminando así los componentes innecesarios, mejorando la rentabilidad que está en función del TIR la cual es de un 5%, siendo superior a la tasa de descuento del 3% siendo recomendable la ejecución del proyecto ya que con los valores obtenidos resulta factible hacerlo.

Se concluyó que el prototipo realizado clasifica en ser un wearable debido a las aplicaciones de smartphone realizadas para este proyecto técnico, permitiendo que las personas interactúen continuamente con su dispositivo, en este caso dando a conocer el estado del cilindro de gas, guardar una ubicación cercana a su domicilio y de una alerta cuando el cilindro se termina, además siendo un sistema automatizado que da a conocer al repartidor de manera rápida y fácil el lugar donde el producto es requerido.

RECOMENDACIONES

Entre las posibles mejoras al trabajo actual se le puede adicionar la implementación de un sensor que ayude a la detección de posibles fugas de gas y que a nivel IoT entregue un estado de alerta que pueda ser visible en la aplicación del usuario del cilindro GLP_MUBA para prevenir accidentes.

Implementar una red IOT para cualquier servicio de transporte público que genere una alerta a través de un botón de pánico, una cámara y un giroscopio el momento que la unidad se encuentre en peligro de asalto, enviando fotos en tiempo real de lo que esté sucediendo o a su vez indique si se ha sufrido un accidente.

Entre posibles aplicaciones a desarrollar sería un wearable que permita mediante un sensor de pulsos, saber el estado o la condición cardíaca en la que se encuentra una persona permitiendo mediante una aplicación enlazada a una Cloud conocer al instante, si necesita de intervención médica, de esta manera previniendo posibles infartos.

BIBLIOGRAFÍA

- Adewole, A. (27 de Agosto de 2015). *DZone*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2019, de A DEVADA MEDIA PROPERTY: <https://dzone.com/articles/deserializing-json-java-object>
- Buettrich, S. (2013). *Topología e Infraestructur estructura Básica*. TRICALCAR.
- Buettrich, S. (2017). *Topología e Infraestructura Básica*. Mexico: TRICALCAR.
- Chopin, D. (2015). *Tallyfy*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2019, de <https://tallyfy.com/what-is-airtable/>
- CISCO, A. (2016). *CCNA WIRELESS*. United States of America: Peaerson.
- Creus, A. (2014). *Instrumentacion Industrial* . Mexico D.F: AlfaOmega.
- Gonzales, G. (17 de Marzo de 2017). *Genbeta*. Recuperado el 06 de Octubre de 2019, de <https://www.genbeta.com/a-fondo/las-21-mejores-nuevas-recetas-ifttt-de-marzo>
- Hernández, L. d. (27 de Abril de 2018). *Programar Facil*. Recuperado el 16 de Julio de 2019, de <https://programarfacil.com/podcast/nodemcu-tutorial-paso-a-paso/>
- Ing. García Joo J. E., M. R. (2016). ESTUDIO Y ENSAYO DEL MEZCLADOR DEL SISTEMA DE CONVERSIÓN A. *8º CONGRESO IBEROAMERICANO DE INGENIERIA MECANICA*, (págs. 3,4). Cusco, Perú.
- Jiménez, E. (26 de Julio de 2015). *Android Ayuda*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de <https://androidayuda.com/2013/07/26/desarrollando-para-android-i-android-studio/>
- Jordi Salazar, S. S. (2015). *Internet de las Cosas*. Praha, Czech Republic: České vysoké učení technické v Praze.

- JS. (15 de Enero de 2018). *Integración de Sistemas & Construcción (NESIC)*. Recuperado el 23 de Julio de 2019, de NESIC: <http://www.nesic.cl/nesic18/index.php/soluciones/22-cat53/32-iot-sensores-inteligentes>
- Ige. (23 de Septiembre de 2019). *Abax*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de <https://www.abax.com/uk/blog/how-accurate-is-gps-tracking>
- Llamas, L. (01 de Junio de 2018). *Ingeniería, informática y diseño*. Recuperado el 03 de Junio de 2019, de <https://www.luisllamas.es/esp8266-nodemcu/>
- Machado, B. (12 de Octubre de 2017). *PROPUESTA DE ARQUITECTURA PARA INTERNET DE LAS COSAS*. La Habana: CUJAE.
- Makarova, R. C. (19 de Junio de 2018). *Medium*. Recuperado el 23 de Octubre de 2019, de <https://medium.com/@margalida.kaskante/empezando-con-firebase-realtime-database-authentication-a5c54b3b67d6>
- Marín, S. D. (17 de Junio de 2019). *Vistronica* . Recuperado el 15 de Agosto de 2019, de https://www.vistronica.com/sensores/presion/celda-de-carga-50kg-detail.html?product_rewrite=celda-de-carga-50kg
- Martinez, D. A. (2015). *Libro Virtual de economia y gestio*. Cordoba, España: Gup UCO.
- MathWorks, T. (2019). *ThingSpeak*. Recuperado el 15 de Junio de 2019, de <https://thingspeak.com/>
- Miguel, J. (29 de Abril de 2015). *GENVETA:dev*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2019, de <https://www.genbeta.com/desarrollo/como-calcular-la-distancia-entre-dos-puntos-geograficos-en-c-formula-de-haversine?fbclid=IwAR0gLnkVwHIIn2eLxz8YgmvmqqUSuePHEiZos7SbtCx1hapIqRsYS1YWllcQ>

- Munoz, R. (2019). *Codigo Nexo*. Recuperado el 16 de Junio de 2019, de <http://www.codigonexo.com/blog/marketing-digital/marketing/que-son-los-wearables/>
- Omega. (2016). *Omega España*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2019, de <https://es.omega.com/prodinfo/transductores-de-presion.html>
- Ordóñez, J. L. (2016). *Dispositivos y tecnologías weareables*. Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/041001.pdf
- Paduano, S. (12 de Diciembre de 2018). *Medium*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2019, de <https://medium.com/@sebastianpaduano/firebase-qu%C3%A9-es-y-c%C3%B3mo-usarlo-bfdaed2a3f76>
- SmartWorx, A. B. (06 de Octubre de 2015). *Advantech B + B SmartWorx*. Recuperado el 06 de Agosto de 2019, de <http://advantech-bb.com/intelligent-machine-condition-monitoring-bb-smart-sensing/>
- Tibbets, L. (23 de Mayo de 2018). *ifttt.com*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2019, de <https://ifttt.com/terms>
- U-blox. (26 de marzo de 2018). *u-blox*. Recuperado el 5 de Julio de 2019, de [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf)

ANEXOS

Anexo 1. Código de Programación.

Anexo 1.1 Código para la obtención de Datos de los Sensores al Arduino Mega 2560.

Anexo 1.1.1 Código para obtener los datos del sensor de peso.

```
#include "HX711.h"
#define DOUT  A1
#define CLK  A0

Serial.print("Lectura del valor del ADC: ");
Serial.println(balanza.read());
Serial.println("No ponga ningun objeto sobre la balanza");
Serial.println("Destarando...");
Serial.println("...");
balanza.set_scale(-4581.425147); // Establecemos la escala
balanza.tare(); //El peso actual es considerado Tara.
Serial.println("Listo para pesar");

    dbalanza=((balanza.get_units(30))-3.8);
    if( dbalanza<0.){
        dbalanza=0;

    }
    if( dbalanza>30){
        dbalanza=30;

    }
}
```

Anexo 1.1.2 Código para obtener los datos del sensor de presión.

```
sensorValue = analogRead(sensorPin);

// record the maximum sensor value
if (sensorValue > sensorMax) {
    sensorMax = sensorValue;
}

// record the minimum sensor value
if (sensorValue < sensorMin) {
    sensorMin = sensorValue;
}
}
```

```

void presionbar(){

    sensorValue = analogRead(sensorPin);
    Serial.println(sensorValue);
    // sensorValue = map(sensorValue, 100,410, 0, 10);
    sensorValue = ((sensorValue-100)*10./314.);

    // in case the sensor value is outside the range seen during calibration
    sensorValue = constrain(sensorValue, 0, 10);
    // sensorValue=round(sensorValue);
}

```

Anexo 1.1.3 Código para obtener los datos de Volumen en el módulo Node MCU ESP-8266.

```

void loop() {

    m=(v1-15);
    volumen=( (m/M) *R*T) / (valor1*atm);
    volpc=(volumen*100)/0.71504676;
}

```

Anexo 1.2 Código para la configuración del puerto serial en IDE de Arduino, para la comunicación entre el módulo Node MCU ESP-8266.

```

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Serial1.begin(115200);
}

```

Anexo 1.3 Código para transmisión de datos al módulo Wifi.

```

void loop() {
    datos1=String(sensorValue)+String('P')+String(dbalanza);

    Serial1.print(datos1);
}

```

Anexo 1.4 Código para la recepción y decodificación de los datos en el módulo Wifi.

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <ESP8266WiFi.h>

```

```

void datosrx(){
  if(SV.available()) //Nos dice si hay datos dentro del buffer
  {
    memset(cadenal, 0, sizeof(cadenal)); //memset borra el contenido del array "cadena" desde la posición 0 hasta el final sizeof
    memset(cadena2, 0, sizeof(cadena2));
    //memset(cadena3, 0, sizeof(cadena3));
    //memset(cadena4, 0, sizeof(cadena4));

    while(SV.available()>0) //Mientras haya datos en el buffer ejecuta la función
    {
      delay(10); //Poner un pequeño delay para mejorar la recepción de datos

      cadenal[posicion]=SV.read();//Lee un carácter del string "cadena" de la "posicion", luego lee el siguiente carácter con "posicion++"
      sc=cadenal;

      if(cadenal[posicion]=='P'){
        cont++;
        .
        while (cont==1){
          cadena2[posicion1]=SV.read();
          cl=cadena2;
          posicion1++;
          if (SV.available()<=0){
            cont=0;
          }
        }
      }

      posicion++;
    }
  }
}

```

Anexo 1.5 Código que permite la conexión y emparejamiento entre el router doméstico y el módulo Node MCU Esp-8266.

```

SoftwareSerial SV(D3, D2);
String apiKey = "CC4Y18XCOE6WYUFT";
const char* ssid = "JEANLUIEK";
const char* password = "97017450";
const char* server = "api.thingspeak.com";
WiFiClient client;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  SV.begin(115200);
  delay(2000);
  retardo();
  pinMode(D3, INPUT);
  pinMode(D2, OUTPUT);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
}

```

Anexo 1.6 Código para el envío de los datos a la Cloud Thingspeak.

```
void envio_wifi(){

  if (client.connect(server,80)) {
    String postStr = apiKey;
    postStr += "zfield1=";
    postStr += String(valor2);
    postStr += "zfield2=";
    postStr += String(valor1);
    postStr += "zfield3=";
    postStr += String(volpc);
    /* postStr += "zfield4=";
    postStr += String(cadena3);
    postStr += "zfield5=";
    postStr += String(cadena4);*/
    postStr += "\r\n\r\n";
    client.print("POST /update HTTP/1.1\r\n");
    client.print("Host: api.thingspeak.com\r\n");
    client.print("Connection: close\r\n");
    client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+apiKey+"\r\n");
    client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\r\n");
    client.print("Content-Length: ");
    client.print(postStr.length());
    client.print("\r\n");
    client.print(postStr);
    Serial.println("\t send to Thingspeak");
  }
  client.stop();
  Serial.println("Waiting...");
  delay(1000);
}

void retardo(){

  for( i=0;i<40;i++)
  {
    delay(1000); //espero x segundos para esperar que el gps se estabilice y tome datos del satellite
    Serial.print("Tiempo = ");
    Serial.println(i);
  }
  i=0;
}
```

Anexo 2. Configuración de los Canales Thingspeak para la visualización de los datos.

Private View Public View Channel Settings Sharing API Keys

Channel Settings

Percentage complete 50%

Channel ID 774551

Name MONITOREO DE TANQUE DE GAS DOMESTICO

Description Weareable de un tanque de gas dometico con red IOT y CLOUD

Field 1	Peso	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 2	Prasion	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 3	VOLUMEN	<input checked="" type="checkbox"/>
Field 4		<input type="checkbox"/>

Anexo 3. Configuración de la Applet IFTTT (Webhooks) para la obtención de la URL que desencadenara el evento y visualizarlo en Telegram.



Su clave es: **kNJ6piqljqwEEck9J0LaNFvJPex05ceBThhYc_FL2nY**

[Volver al servicio](#)

Para desencadenar un evento

Dirección URL que se genera en el applet IFTTT (Webhooks) que desencadenara un evento al colocarla en la aplicación de REACT de Thingspeak

Haga una solicitud web POST o GET para:

https://maker.ifttt.com/trigger/Servicio_gas/with/key/kNJ6piqljqwEEck9J0LaNFvJPex05ceBThhYc_FL2nY

Con un cuerpo JSON opcional de:

```
{"valor1": " ", "value2 ": " ", " value3 ": " " }
```

Los datos son completamente opcionales, y también puede pasar `value1`, `value2` y `value3` como parámetros de consulta o variables de formulario. Este contenido se pasará a la Acción en su Receta.

También puedes probarlo `curl` desde una línea de comandos.

```
curl -X POST https://maker.ifttt.com/trigger/Servicio_gas/with/key/kNJ6piqljqwEEck9J0LaNFvJPex05ceBThhYc_FL2nY
```

React Name:

Condition Type:

Test Frequency:

Condition: If channel

field:

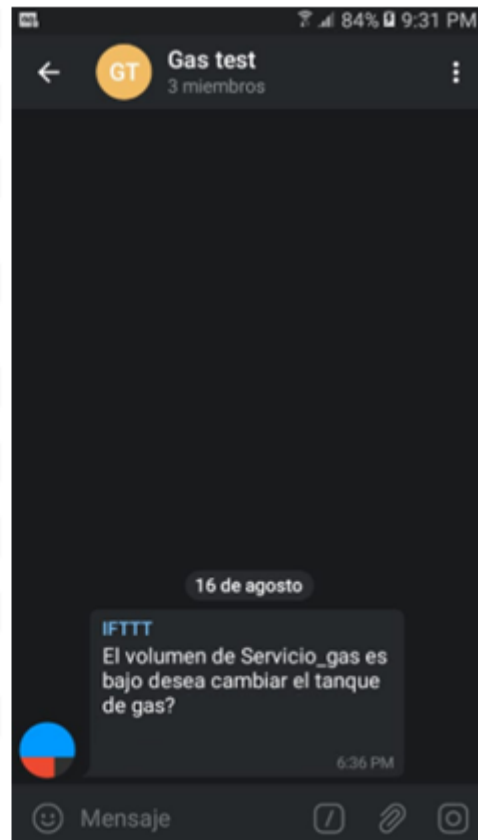
Action:

then perform ThingHTTP

Options

Run action only the first time the condition is met

Run action each time condition is met



Recibir una solicitud web

Este disparador se activa cada vez que el servicio Maker recibe una solicitud web para notificarle un evento. Para obtener información sobre eventos desencadenantes, vaya a la configuración del servicio de Maker y luego a la URL (web) que aparece en la lista o toque su nombre de usuario (móvil)

Nombre del evento

El nombre del evento, como "button_pressed" o "front_door_opened"

Enviar mensaje

Esta acción enviará un mensaje de texto a un chat de Telegram.

Chat de destino

Use el bot [@IFTTT](#) en Telegram para conectar nuevos [grupos](#) o [canales](#).

Mensaje de texto

El volumen de **EventName** es bajo desea cambiar el tanque de gas? / ifttt SI Notificar un telegrama

Anexo 4. Configuración de la aplicación React y ThingHTTP de Thingspeak para desencadenar el evento de bajo volumen mediante un mensaje en Telegram.

[Apps](#) / [ThingHTTP](#) / [Alerta Gas Domestico](#) / [Edit](#)

Name

API Key

URL

HTTP Auth
Username

HTTP Auth
Password

Method

Content Type

HTTP Version

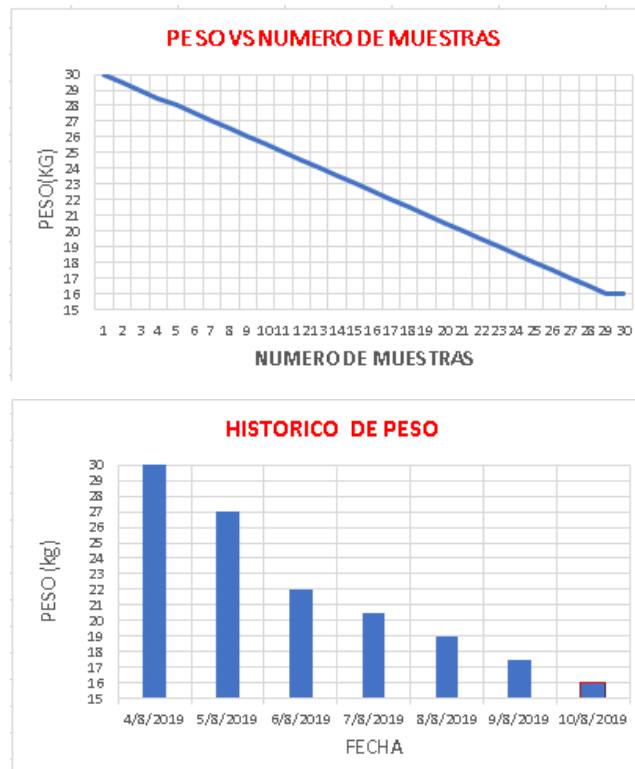
Host

Anexo 5. Tablas de datos y gráficas con el tiempo de consumo del cilindro de gas doméstico.

Anexo 5.1 Tabla del tiempo de consumo de un cilindro de gas con sus respectivas mediciones de peso, presión y volumen.

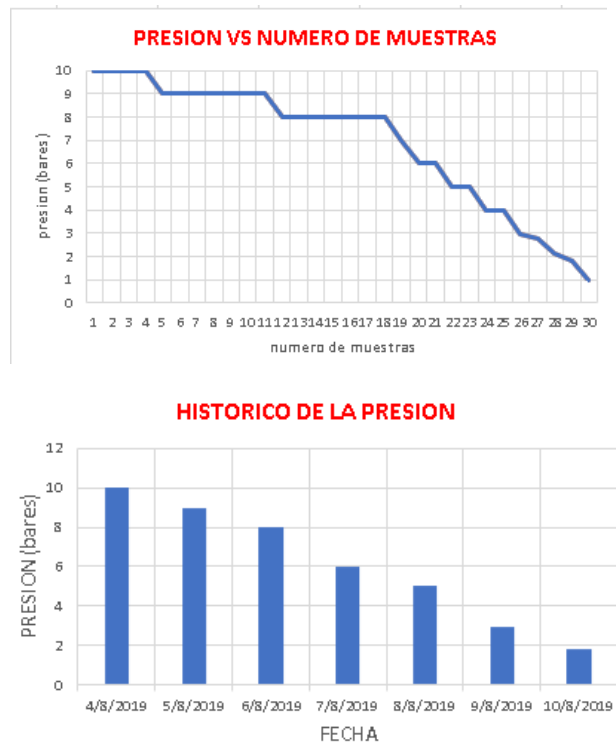
Fecha	Hora	Peso(kg)	Presión(bar)	Volumen %
4/8/2019	15:32:55	30	10	100
4/8/2019	15:52:46	29.5	10	100
4/8/2019	16:17:29	29	10	100
4/8/2019	16:32:51	28.5	10	100
4/8/2019	17:59:01	28	9	96
4/8/2019	19:05:42	27.5	9	89
5/8/2019	16:47:29	27	9	83
5/8/2019	17:02:47	26.5	9	81
5/8/2019	18:12:24	26	9	80
5/8/2019	18:44:31	25.5	9	80
5/8/2019	18:54:14	25	9	80
5/8/2019	20:54:14	24.5	8	75
5/8/2019	21:04:58	24	8	75
5/8/2019	22:24:58	23.5	8	75
5/8/2019	22:44:24	23	8	67
5/8/2019	22:50:53	22.5	8	67
6/8/2019	10:53:25	22	8	67
6/8/2019	12:06:52	21.5	8	67
6/8/2019	14:24:32	21	7	58
7/8/2019	11:28:04	20.5	6	57
7/8/2019	13:09:27	20	6	56
7/8/2019	15:13:02	19.5	5	53
8/8/2019	10:29:12	19	5	53
8/8/2019	12:30:23	18.5	4	50
8/8/2019	14:50:58	18	4	50
9/8/2019	10:40:57	17.5	2.96	30
9/8/2019	14:09:09	17	2.77	28
9/8/2019	18:28:09	16.5	2.13	21
10/8/2019	14:57:30	16	1.82	18
10/8/2019	16:30:11	16	0.99	9.6

Anexo 5.2 Gráfica e histórico con el tiempo de consumo con los datos de peso.



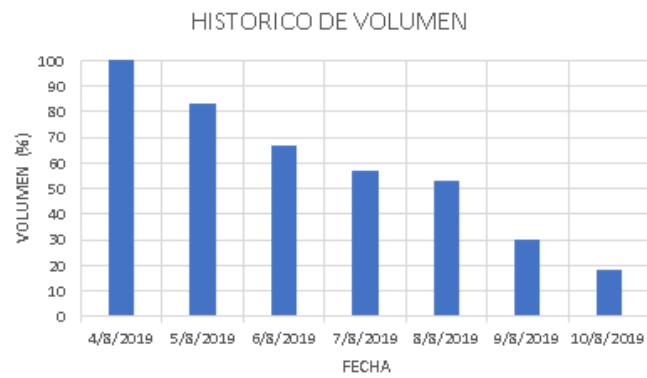
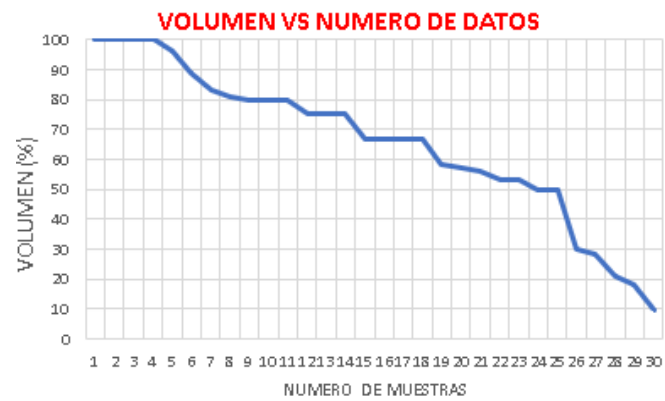
Esteban Bastidas & Jose Murillo

Anexo 5.3 Gráfica e histórico con el tiempo de consumo con los datos de presión.



Esteban Bastidas & Jose Murillo

Anexo 5.4 Gráfica e histórico con el tiempo de consumo con los datos de volumen.



Esteban Bastidas & Jose Murillo

Anexo 5.5. Tabla de valores tomados de la celda de carga y de una balanza digital (comercial)

Celda de carga	Balanza digital (comercial)
29,7 Kg	30,0 Kg
29,6 Kg	29,5 Kg
28,6 Kg	29,0 Kg
28,6 Kg	28,5 Kg
27,4 Kg	28,0 Kg
27,3 Kg	27,5 Kg
27,5 Kg	27,0 Kg
27,3 Kg	26,5 Kg
27,1 Kg	26,0 Kg
25,6 Kg	25,5 Kg

25,3 Kg	25,0 Kg
25,0 Kg	24,5 Kg
25,1 Kg	24,0 Kg
24,2 Kg	23,5 Kg
22,8 Kg	23,0 Kg
22,6 Kg	22,5 Kg
21,7 Kg	22,0 Kg
21,6 Kg	21,5 Kg
21,5 Kg	21,0 Kg
21,1 Kg	20,5 Kg
20,2 Kg	20,0 Kg
20,1 Kg	19,5 Kg
18,9 Kg	19,0 Kg
18,5 Kg	18,5 Kg
17,7 Kg	18,0 Kg
17,2 Kg	17,5 Kg
16,8 Kg	17,0 Kg
16,4 Kg	16,5 Kg
16.1 Kg	16,0 Kg

Esteban Bastidas, Jose Murillo.

Anexo5.6. Tabla de valores tomados del sensor de presión y de un manómetro analógico (comercial)

Sensor de Presión	Manómetro Analógico (Comercial)
9,8 Bar	10,0 Bar
9,8 Bar	10,0 Bar
9,8 Bar	10,0 Bar
9,7 bar	10,0 Bar
9,4 Bar	9,0 Bar
9,2 Bar	9,0 Bar
9,2 Bar	9,0 Bar

9,1 Bar	9,0 Bar
8,8 Bar	9,0 Bar
8,7 Bar	9,0 Bar
8,7 Bar	9,0 Bar
8.4 Bar	8,0 Bar
8.2 Bar	8,0 Bar
8.1 Bar	8,0 Bar
8.1 Bar	8,0 Bar
7.9 Bar	8,0 Bar
7.7 Bar	8,0 Bar
7.6 Bar	8,0 Bar
6,9 Bar	7,0 Bar
6,2 Bar	6,0 Bar
5,7 Bar	6,0 Bar
4,8 Bar	5,0 Bar
4,5 Bar	5,0 Bar
3,9 Bar	4,0 Bar
3,8 Bar	4,0 Bar
2,9 Bar	3,0 Bar
2,7 Bar	3,0 Bar
2,1 Bar	2,0 Bar
1,8 Bar	2,0 Bar

Esteban Bastidas, Jose Murillo.