

Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)

ESIT

Máster Universitario en Industria 4.0

Diseño De Sistema Scada Para Monitorear Consumo De Agua En Viviendas Residenciales.

Trabajo Fin de Máster

Presentado por: Palacios Ochoa, Lissy Janneth

Director/a: Álvarez González, Pablo

Resumen

Actualmente, una de las problemáticas más visibles en el mundo viene dado por cómo se realiza el manejo de recursos naturales como es el agua. Este proceso de control se lleva de manera manual por personas, provocando que se encuentre expuesto a vulneraciones, como puede ser la toma de lecturas errónea del **Medidor** de agua, malas digitaciones de consumo de las diferentes viviendas residenciales y posibles fugas existentes en la red de distribución.

En base a la problemática se plantea el diseño de un sistema **SCADA** que permita adquirir, gestionar y usar los datos, todo esto mediante una serie de procesos, los cuales empiezan en una etapa de captación de datos de los **Sensores**, procesamiento y conversión de los mismo, para luego concluir con la trasmisión y almacenamiento de estos en un servidor donde la empresa pueda consultarlos y realizar la respectiva facturación.

Palabras clave: Medidor, SCADA, Sensores

Abstract

Currently, one of the most visible problems in the world is given by how the management of natural resources such as water is carried out. This control process is carried out manually by people, causing it to be exposed to violations, such as taking erroneous readings of the water **Measurer**, incorrect inputting of consumption of the different residential homes and possible existing leaks in the network of distribution.

Based on the problem, we set out the design of a **SCADA** system that allows to acquire, manage and use the data, all this through a series of processes, which begin in a stage of capturing data from the **Sensors**, processing and converting them, and then conclude with the transmission and storage of these on a server where the company can consult them and carry out the respective billing.

Keywords: Measurer, SCADA, Sensors

Índice de contenidos

CAPÍTULO 1	10
1. Introducción	10
1.1. Motivación	10
1.2. Planteamiento del trabajo	11
1.3. Estructura de capítulos	12
1.3.1. Contexto y estado del arte	12
1.3.2. Descripción general de la contribución del TFE	12
1.3.3. Desarrollo específico de la contribución del TFE.....	12
1.3.4. Conclusiones y trabajo futuro	13
CAPÍTULO 2	14
2. Contexto y estado del arte.....	14
2.1. Medidores inteligentes.....	14
2.2. Medidores tradicionales	22
2.2.1. Disco Oscilante	23
2.2.2. Pistón Oscilante	24
2.2.3. Chorro único	25
2.2.4. Chorro múltiple.....	25
2.3. Conclusiones sobre el estado del arte	27
CAPÍTULO 3	28
3. Descripción general de la contribución del TFM.....	28
3.1. Objetivos	28
3.1.1. Objetivos Generales	28
3.1.2. Objetivos Específicos	28

3.2. Metodología del trabajo	28
3.2.1. Selección de metodología a aplicar: SCRUM.....	29
3.3. Especificaciones generales de sistema SCADA	34
3.4. Fases de la implementacion de la metodología	34
CAPÍTULO 4.....	37
4. Desarrollo específico de la contribución.....	37
4.1. Descripcion de la solucion	37
4.1.1. Esquema general del sistema	37
4.2. Alcance y limitaciones.....	39
4.2.1. Alcance.....	39
4.2.2. Limitaciones.....	39
4.3. Arquitectura e integracion de tecnologias	40
4.3.1. Proceso de obtención de valores correspondientes al consumo de agua empleado por la empresa ETAPA EP.....	41
4.3.2. Proceso de obtención de valores correspondientes al consumo de agua empleado por el Prototipo.....	43
4.3.3. Etapa de adquisición.....	45
4.3.4. Etapa de procesamiento y trasmisión	47
4.3.5. Etapa de almacenamiento y control	55
4.3.6. Sistema de carga.....	57
4.4. Plan de pruebas	58
4.5. Resultados esperados	62
4.6. Presupuesto	63
4.7. Planificación	64
CAPÍTULO 5.....	65

5. Conclusiones y trabajos futuros	65
5.1. Conclusiones	65
5.2. Trabajos futuros.....	68
Referencias bibliográficas.....	71
Anexo A. Cuadro resumen de Medidores Inteligentes.	78
Anexo B. Procedimiento de medición, valoración y facturación de agua potable y saneamiento.....	79
Anexo C. Flujograma del funcionamiento del prototipo.....	83
Anexo D. Diagrama P&ID de la maqueta propuesta.	86
Anexo E. Pliego tarifario de la empresa ETAPA EP.....	87
Anexo F. Diagrama de Gantt	93

Índice de figuras

Figura 2-1 Método de lectura de medidores propuesto.....	18
Figura 2-2 Conexión del medidor digital de Pruna.....	19
Figura 2-3 Esquema del sistema de medición de Valdiosera	20
Figura 2-4 Pagina de consulta del consumo de agua plateado por Padilla y Hernández	21
Figura 2-5. Sistema de medición de consumo de agua basado en un sensor Hall	22
Figura 2-6 Clasificación de los medidores de agua convencionales.....	23
Figura 2-7 Estructura interna de un medidor de disco oscilante	24
Figura 2-8 Funcionamiento del medidor de pistón oscilante	24
Figura 2-9 Esquema de funcionamiento de medidor de Chorro Único	25
Figura 2-10 Esquema de funcionamiento de medidor de Chorro Múltiple.....	26
Figura 2-11 Medidor de chorro múltiple	26
Figura 3-1 Roles de la Metodología SCRUM.....	30
Figura 3-2 Artefactos de la Metodología SCRUM.....	32
Figura 3-3 Flujo de trabajo de un Sprint - SCRUM.....	33
Figura 3-4 Proceso de la Metodología SCRUM.....	33
Figura 3-5 Diagrama de funcionamiento del prototipo.	34
Figura 4.1 Diagrama de conexión de prototipo.....	37
Figura 4.2 Diagrama de elementos del prototipo.	38
Figura 4.3 Flujograma del procedimiento de medición de agua potable	42
Figura 4.4 Flujo de datos del prototipo.	44
Figura 4.5 Sensor de flujo de agua.	45
Figura 4.6 Conexión de los puertos del sensor.	46
Figura 4.7 Diagrama de bloques de ESP8266EX	48

Figura 4.8 Piner del Módulo ESP-07	49
Figura 4.9 Comunicación cableada vs Comunicación inalambrica	51
Figura 4.10 Comunicación Bluetooth	52
Figura 4.11 Comunicación ZigBee	53
Figura 4.12 Comunicación Wi-Fi.....	54
Figura 4.13 Funcionamiento del servidor Apach.....	56
Figura 4.14 Conexión de la electroválvula.....	57
Figura 4.15 Diagrama de flujo de la maqueta de pruebas.	59
Figura 4.16 Diagrama de flujo de prubas	61
Figura 5.1 Plataformas de proposito general.....	68
Figura 5.2 Despliegue de elementos en Azure.....	69
Figura D.3 Diagrama P&ID	86
Figura F.4 Diagrama de Gantt de la planificación.....	93

Índice de tablas

Tabla 4-1. Características principales del Sensor de Flujo YF-S201.	46
Tabla 4-2. Parámetros principales del Módulo ESP-07.....	49
Tabla 4-3. ZigBee vs Bluetooth vs Wi-Fi.....	55
Tabla 4-4. Consumo promedio de agua potable por vivienda.....	60
Tabla 4-5. Pliego tarifario de consumo de agua potable.	62
Tabla 4-6. Presupuesto para la construcción del prototipo.	63

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

Como es de conocimiento general hoy en día uno de los recursos de mayor importancia para la vida de los seres humanos es el agua, por lo que asegurar el acceso de todas las personas a este recurso es muy importante. Considerando que el planeta está conformado en su mayoría de agua, pero solo una parte reducida de esta es apta para el consumo humano es cada vez de mayor relevancia buscar los medios que permitan la conservación adecuada de este recurso.

Una de las soluciones que se ha venido planteando para ayudar a esta problemática en estos últimos tiempos ha sido la implantación de medidores inteligentes, estos dispositivos ayudan en la mejora del proceso de recolección de datos de consumo puesto que la información se envía de manera directa a la empresa encargada de distribuir este recurso, evitando así múltiples fallas como pueden ser la falta de lectura del medidor por parte del personal encargado de esta función, este tipo de problemas se pueden presentar por la falta de visibilidad del equipo de recolección de datos ya que en muchos casos los medidores de servicios como el agua potable están ubicados en el interior de las viviendas y no son de fácil acceso para los recolectores; otra de las situaciones que generan esta problemática son las grandes distancias que se deben llegar a cumplir para llegar a estos. A más de ayudar con el problema anterior, la implementación de estos equipos puede llegar a ser de mucha ayuda en la detección de fugas o desvíos en la red de distribución, llevando un control más preciso de la cantidad de agua que sale de la empresa versus la cantidad consumida por las viviendas, logrando así determinar qué porcentaje de esta se pierde por múltiples causas en la red de distribución.

Frente a esta problemática de manera internacional se ha buscado dar solución a estos inconvenientes mediante la producción de medidores con la capacidad de transmitir los datos generados por el consumo, basando la comunicación en el protocolo M-BUS. (Espejo, 2011; Hidraulica, 2018)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

El concepto que se plantea es el diseñar un sistema SCADA para el monitoreo de consumo de agua en viviendas residenciales que nos permitirá conocer los datos en tiempo real, logrando así dar una solución eficiente a los problemas detectados anteriormente, ya que mediante la trasmisión de datos por protocolo IEEE 802.11, se podrá realizar un monitoreo de los datos de consumo evitando posibles errores humanos, al aplicarse un monitoreo en tiempo real se nos permitirá dar un mejor seguimiento de los valores producidos por los datos provenientes de la producción que genera la empresa versus los datos de consumo de cada una de las viviendas, logrando así poder detectar de manera oportuna posibles fallas en el sistema de tuberías de distribución de agua.

Para este caso se ha elegido el protocolo inalámbrico IEEE 802.11 debido a que su aplicación nos ayudaría a economizar el coste de la implementación del sistema de recolección de datos frente al protocolo M-BUS que se implementa en algunos medidores inteligentes, ya que este último requiere de un alto costo debido al cobre que se utiliza para poder realizar su trasmisión.

Al implementar este sistema SCADA lo que se busca lograr es facilitar el proceso que el personal de la empresa realiza para adquirir estos datos, evitando que recorran largas distancias para dar lectura del medidor de determinada vivienda, sustituyendo sus labores de observar los datos de consumo de manera personal a realizar el monitoreo de los datos de consumo que se generan en el servidor. Aparte de evitar la recolección errónea o la falta de recolección de datos este sistema evitará las fallas de digitación en el ingreso de valores, debido a diversas causas como la no visibilidad del medidor o las posibles fugas en el sistema de distribución.

Al poder tener estos datos de manera más rápida la empresa podría detectar la posible generación de fugas o hurto de líquido vital, esto en casos donde los valores de producción arrojados por el sistema no coincidan con la suma total de los valores reflejados de consumo de determinado sector.

1.3. ESTRUCTURA DE CAPÍTULOS

El trabajo que se desarrolla estará conformado por diferentes capítulos en los cuales se abarcará las temáticas que se describen a continuación:

1.3.1. Contexto y estado del arte

Este capítulo se enfocará en presentar un marco teórico sobre el que se referenciará el desarrollo del presente trabajo, además de un breve estado del arte donde se analizarán los medidores inteligentes y los medios de transmisión que estos usan.

Se dará un resumen de cuáles son las características que poseen los equipos que actualmente se utilizan para el proceso de medición, permitiéndonos así entender de mejor manera la importancia de la implementación de medidores inteligentes.

1.3.2. Descripción general de la contribución del TFE

En este capítulo se describirán los principales puntos a considerar en este sistema SCADA de forma general, y se propondrá los objetivos general y específicos, que se centrarán en la investigación de los elementos cuyas características permitan diseñar el sistema SCADA más adecuado a solucionar la problemática que se nos presenta.

Para lograr los objetivos, también se analizará la metodología que mejor se adapten a las condiciones del sistema de acuerdo con los requisitos que este posee, se buscará soporte en modelos como RUP, espiral, Scrum, etc. La idea principal de este es que se pueda llegar a elegir el modelo que mejor se adapte a el sistema, porque hay que defenderlo durante todo el desarrollo del proyecto.

1.3.3. Desarrollo específico de la contribución del TFE

Este capítulo se enfocará en dar una descripción con más detalle de cada una de las partes que forman la solución propuesta, esto se logrará con la ayuda de esquemas, diagramas y tablas para ilustrar sus ventajas. Se planteará su respectivo alcance y las posibles limitaciones que este sistema puede llegar a tener.

Finalmente, una vez descrita la solución final, se evaluará el correspondiente análisis económico para obtener un presupuesto con valores reales, que marcarán su futura implementación.

1.3.4. Conclusiones y trabajo futuro

En este último capítulo se describirá brevemente las principales aportaciones que nos brindará la solución propuesta frente a las dificultades encontradas y planteada en los primeros capítulos.

Finalmente, se discutirá rutas de trabajo futuras que puedan agregar valor a la solución propuesta, se enfocará este trabajo como un recurso valioso para que las empresas distribuidoras de agua potable se abran al nuevo campo de la innovación para mejorar las perspectivas de futuro de los sistemas de control.

CAPÍTULO 2

2. CONTEXTO Y ESTADO DEL ARTE

En la actualidad se puede notar cada vez más el uso del término Smart o “Inteligente” el cual ha llegado a tener un lugar muy importante en el desarrollo que posee la sociedad, la incorporación de las nuevas tecnologías en las actividades más rutinarias hasta las más puntuales son cada vez más notorios empezando desde el uso de Smart Phones hasta llegar a las Smart Grids, estas implementaciones cumplen un objetivo en general que es el de lograr automatizar diferentes procesos buscando reducir el impacto ambiental, mejorar la eficiencia de las redes de trasmisión y distribución, además de poder agregar nuevas habilidades y elemento a las redes que ya existen. (A. Díaz & Hernández, 2011)

Este notable crecimiento económico, poblacional y tecnológico ha llevado a que las personas aumenten el consumo de los recursos y bienes que existen a nuestro alrededor, siendo estos tanto materiales como energéticos, tal es el caso del consumo de energía eléctrica o agua; si se habla del ecuador se tiene que este consume un 40% más de agua que el promedio en la región, según organismos internacionales como lo es la OMS una persona diariamente debería consumir 100 litros de agua, sin embargo el ecuatoriano consume en promedio 249 litros de agua diarios, lo que quiere decir que se consume 149 litros más de lo que nos especifica la OMS.

En la noticia publicada por (EL Comercio, 2018) se establece que la provincia con mayor consumo diario de agua es la de Los Ríos con un promedio de 325 litros por habitante, mientras que la del Azuay está dentro de la media con un total de 200 litros por habitante. Sin embargo, se puede ver que ambas provincias sobrepasan lo sugerido por la Organización Mundial de la Salud.

2.1. MEDIDORES INTELIGENTES

Actualmente si se parte de lo tedioso que puede llegar a ser el proceso de recolección de datos correspondientes a los consumos de energía eléctrica como de agua potable se puede ver que

se han diseñado diversos sistemas con la capacidad de adquirir esta información y posteriormente enviarla a la empresa para que en base a esto se genere la debida facturación.

Basándonos en este problema se ha visto que se ha llegado a abordar una alta gama de sistemas de medición de consumo de energía y otros recursos, de los cuales se puede resaltar los de medición de caudal volumétrico, energía eléctrica y medición de emisiones de CO₂, estos últimos sistemas de monitoreo se han comenzado a integrar cada vez más en los últimos tiempos.

Si se debe destacar unas características que debe cumplir un sistema de medición inteligente a nivel industrial que es el área donde actualmente se puede notar que es más frecuente la integración de este tipo de sistemas se puede decir que es la versatilidad que posee en el campo que se aplica y sobre todo la robustez que tiene para poder enfrentar las diversas situaciones. Por esta razón basan su funcionamiento bajo el uso de PLCs encargados de adquirir los datos de consumo para poder centralizarlos en un solo punto, la diferencias que se forman entre estos dispositivos con los de carácter doméstico es que los primeros buscan siempre aplicar protocolos industriales y con mayor seguridad. (Matanza Domingo, 2013)

Un ejemplo de aplicación de sistemas de medición inteligente es el que se puede observar en la empresa The Tesalia Springs Company S.A donde Jhon Reinoso implementó una serie de dispositivos como medidores inteligentes de consumo de recursos para la obtención de datos de energía eléctrica y agua potable, estos sistemas están compuestos por caudalímetros volumétricos, medidores digitales de energía, PLC, así como switchs, estos últimos con el fin de poder lograr ampliar la red de comunicación industrial que ya posee la empresa. (Jhon & Gabriel, 2017)

En el área Industria uno de los puntos que más peso tiene en el ámbito de la energía eléctrica es el control y gestión del uso de determinadas cargas en horas pico, en este caso se ve que se busca lograr emplear cargas de menor consumo en las horas consideradas más altas, logrando abarcar un mercado competitivo más amplio que el actual por el lado del consumo energético. Esto y otros factores determinantes nos llevan a que cada vez sea mayor el uso de sistemas y redes inteligentes, no solo a nivel nacional sino también mundial que nos ayuden a el control de consumo de diversos recursos. (McDaniel & McLaughlin, 2009)

Uno de los factores importante que se debe de tomar en cuenta al momento que se trata el consumo de líquido vital son el desperdicio, el derrame y los escape que pueden existir de este recurso, todos estos factores nos llevan a se puedan generar grandes pérdidas (OMS & OPS, 2009), estos motivos son los que nos han llevado a que se encamine la investigación y el desarrollo hacia las llamadas ciudades inteligentes, donde gran parte de la gestión de múltiples datos obtenidos están bajo el control de sistemas electrónicos.

En base a datos recogidos por la ARCA, en Ecuador se estima que un 50.4 % del agua potable distribuida en zonas urbanas se pierde en el camino que tiene desde las fases de potabilización y distribución a las viviendas, la cual es una alerta que no debería ser tomado a la ligera. (ARCA, 2017; Telégrafo, 2018)

En el ámbito del consumo de agua potable se ha generado un campo de investigación paralelo basándose en el caso de la gestión, control y supervisión de la energía eléctrica, en este campo se busca principalmente encontrar los medios que nos permitan mejorar el manejo de la información adquirida del consumo de agua potable mediante la implementación de diversos sensores, controladores y protocolos que permitan la transmisión de la misma.

Si se habla de medición inteligente el objetivo no es únicamente que se pueda contabilizar el consumo de este recurso sino también se logre saber cómo y para qué se está usando, por lo que los equipos deberán ser lo suficientemente capaces de podar brindar datos como caudal empleado o tiempos de uso, logrando así optimizar la gestión de este recurso pues nos permitirá detectar posibles fugas o anomalías en el consumo. Mediante esto también se podría fomentar en la población la importancia del correcto uso de los recursos, creando una conciencia social que ayude a enfrentar la problemática desde cada uno de los usuarios de los diferentes servicios. (J. Díaz, 2008)

Por lo general la información que se obtiene de estos sistemas es de tipo digital, una vez que la información es obtenida de los diversos sensores requiere que se le pase por una etapa de procesamiento previa a ser enviada a un elemento que permita visualizarla o almacenarla para luego ocupar estos datos en la generación de las facturas. Logrando mediante esto que los datos puedan ser enviados a los clientes de múltiples formas como SMS, línea telefónica, vía internet, etc.

Conociendo un poco de cómo cada vez es mayor la importancia que tiene el que se pueda llevar un control adecuado del consumo de los diferentes recursos se ve alguno de los sistemas que proponen diferentes autores para mejorar el proceso de recolección de datos correspondiente al consumo de agua potable.

El SMI que nos muestra Corral y Cornado consiste en implantar un contador digital debidamente programado que recogerá los datos de consumo en intervalos de tiempo que van desde los 15 minutos hasta los 3 meses, estos datos se almacenarán para luego poder ser procesados y enviados a quien corresponda. Para poder ingresar el dispositivo móvil necesario a una red 802.15.4 se procede a usar un transceptor, una antena y un micro controlador. El micro controlador será el encargado de manejar tanto al medidor como a los componentes que lo conforman. La comunicación que tendrá el micro controlador con el transceptor será de tipo maestro esclavo respectivamente, estableciéndose una comunicación serie síncrona. (Corral et al., 2012)

En el caso de Elizabeth Valle nos plantea que para la ciudad de Lima Perú se podría aplicar la lectura de medidores atreves del uso de un sistema móvil, este sistema se basa en el uso de celulares NEXTEL, aplicando tecnología WAP conjuntamente con el uso WML Script se pretende reducir el tiempo que le toma a la información llegar desde el medidor hasta el servidor(Saravia et al., 2013), esta propuesta nos plantea que se puede implementar una comunicación Bluetooth al medidor de tal manera que le permita al empleado de recolección adquirir la lectura del medidor sin importar que este se encuentre en un lugar de difícil acceso pues mediante lenguaje Java se programara la comunicación entre el medidor y el dispositivo móvil que lleva el empleado. Gracias al rango que posee la tecnología Bluetooth se espera que el empleado pueda adquirir los datos de varios abonados desde un único punto. En la Figura 2-1 Método de lectura de medidores propuesto. se muestra el esquema de la solución descrita.

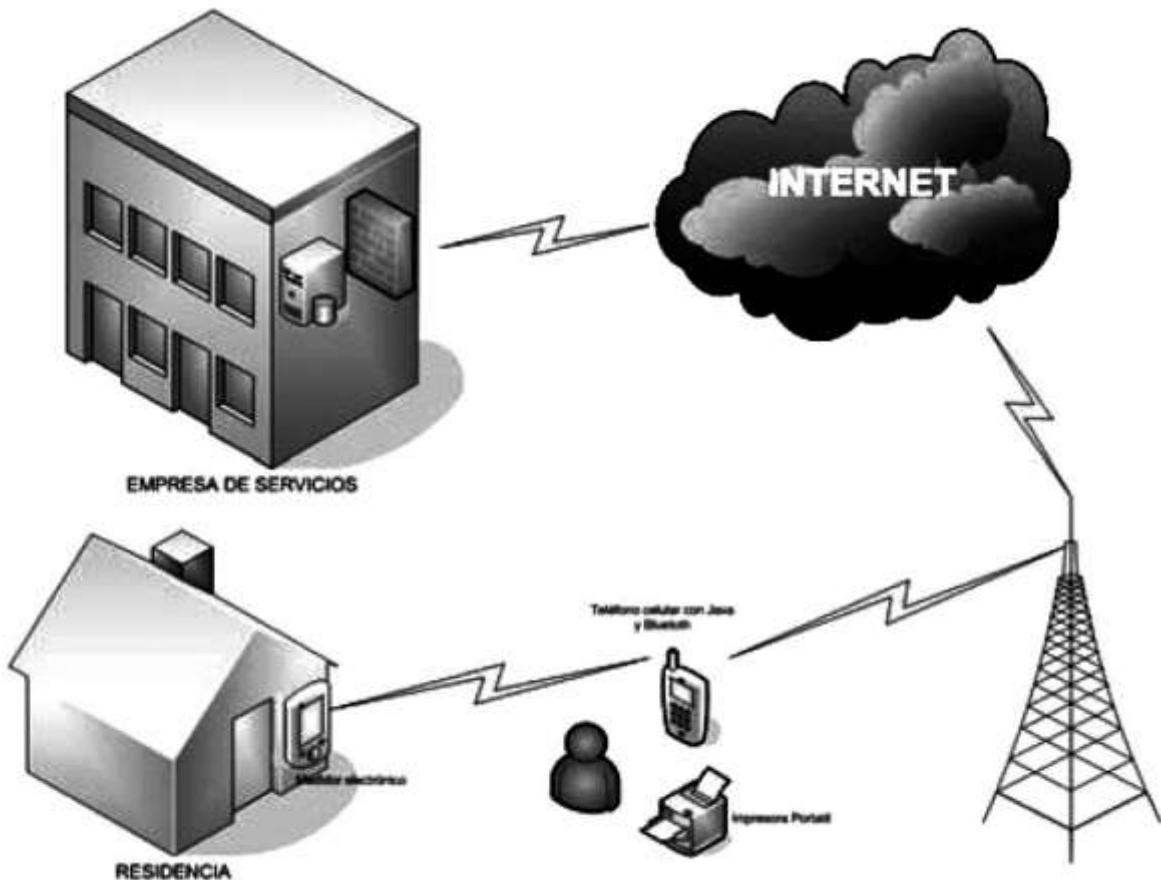


Figura 2-1 Método de lectura de medidores propuesto.

Fuente:(Saravia et al., 2013)

La implementación de un medidor digital cuya comunicación fuese inalámbrica establecida por Edwin Pruna nos dice que la etapa de captación de datos deberá estar basada en un sensor tipo turbina el cual generará un tren de pulsos, este más la ayuda de un opto acoplador nos permite establecer la cantidad de pulsos que se darán en un periodo determinado, se considera que un litro es equivalente a seis pulsos. Esta información se envía a un PIC donde será almacenada en una variable que le permitirá ser visualizada en un GLCD, al mismo tiempo de que se da este último proceso el dato adquirido es enviado mediante un módulo GSM a un dispositivo móvil para ser visualizado como un SMS.(Pruna et al., 2016)



Figura 2-2 Conexión del medidor digital de Pruna

Fuente:(Pruna et al., 2016)

En el caso de Abraham Valdiosera se nos plantea una AMI empleando un microcontrolador Freescale que digitalizará las señales analógicas, controlará los procesos y los cálculos de variables que se puedan dar en el medidor. El modulo posee un receptor GPS, así como también un módulo de radiofrecuencia que permite que este sea capaz de conectarse con una red inalámbrica a través del protocolo Zigbee.

El Gateway ZigBee – ETHERNET será el encargado de generar la red de comunicación que existirá entre el medidor y los sensores dentro del módulo de comunicación, logrando que se dé un enlace entre la red y la internet mediante el uso de un puerto Ethernet, logrando acceder a los datos de consumo desde un computador con acceso a internet. (Valdiosera, 2013) A continuación se ve el esquema de la solución propuesta.

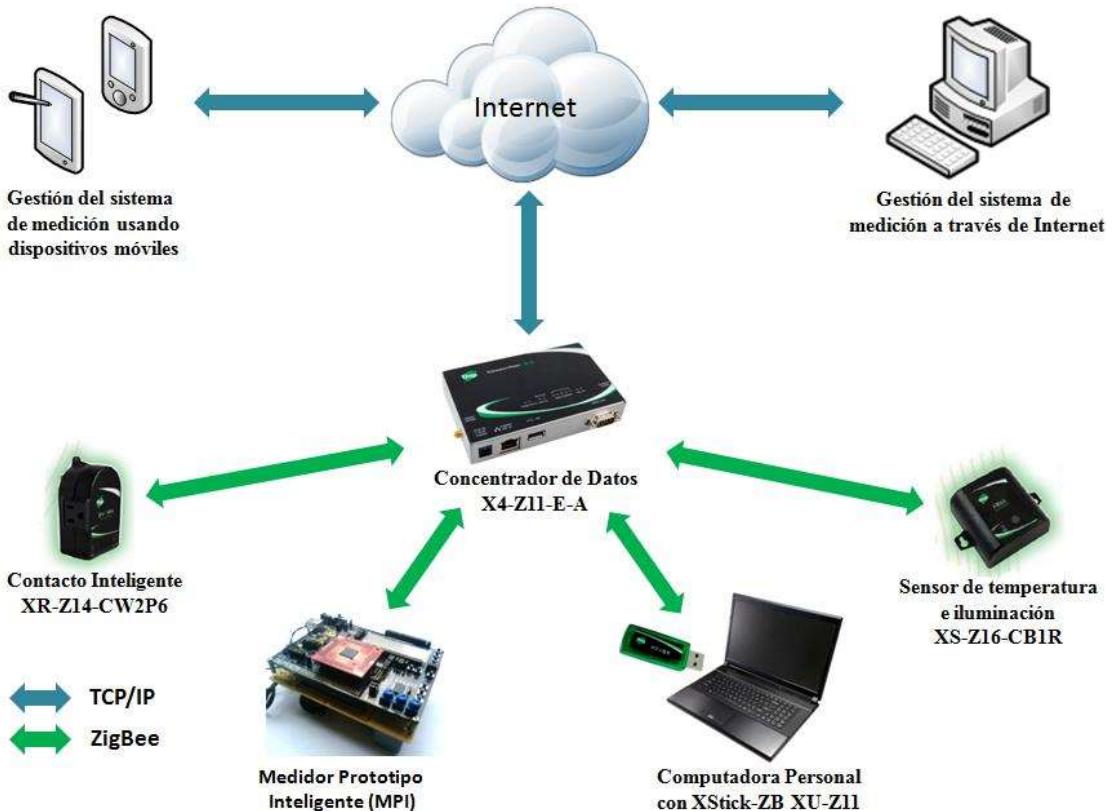


Figura 2-3 Esquema del sistema de medición de Valdiosera

Fuente:(Valdiosera, 2013)

Otro caso es el que se ve en la ciudad de Quito donde se diseñó un sistema de recolección de información de consumo de agua potable por parte de Padilla y Hernández, el cual se encuentra integrado por diversos componentes, estos son un Arduino Uno el cual está encargado de receptar los datos de los distintos componentes además de que realiza el control del prototipo, un Arduino Wifi encargado de enviar datos y conectar el prototipo al internet, sensores de flujo de agua encargados de enviar los pulsos al Arduino Uno y un LCD que permitirá tener una visualización del consumo de agua tal como se podría hacer en el caso de un medidor convencional. Adicional a lo anteriormente dicho este sistema cuenta con un servidor donde el abonado podrá acceder de manera independiente a los valores de consumo generado por su medidor, esto mediante la gestión de usuarios. (Padilla & Hernández, 2018)

La página diseñada para que el cliente pueda realizar su consulta se presenta a continuación, en esta se pedirá que se ingrese el código del medidor que se desea consultar, como resultado

de la consulta se nos mostrara el consumo de agua en m³ y el valor que se deberá pagar por el mismo.



Figura 2-4 Pagina de consulta del consumo de agua plateado por Padilla y Hernández

Fuente:(Padilla & Hernández, 2018)

Adentrándonos más en la rama de la domótica con el objetivo de gestionar y cuantificar el consumo de los recursos en este caso del agua potable, se nos propone implementar un sistema en el cual con la ayuda de la internet se pueda dar un seguimiento en tiempo real mediante el uso de correo electrónicos. Este prototipo se basa en el uso de un sensor de flujo de tipo Hall, los datos obtenidos se enviarán al centro principal del sistema de medición en este caso se está hablando de una Rasberry Pi, la cual se encargará de almacenar los datos y luego enviarlos a un servidor de correo además esta información podrá ser vista en un LCD. (Chuquimarca, 2014)



Figura 2-5. Sistema de medición de consumo de agua basado en un sensor Hall

Fuente:(Chuquimarca, 2014)

2.2. MEDIDORES TRADICIONALES

En la actualidad los equipos que son usados para realizar la labor de recolección de consumo de agua potable para que se pueda determinar los valores de cobro se basan en un desplazamiento volumétrico o una turbina. Para tener una mayor comprensión se presenta el siguiente esquema que nos muestra la clasificación que poseen estos tipos de medidores.



Figura 2-6 Clasificación de los medidores de agua convencionales

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de los medidores de desplazamiento o volumétricos su funcionamiento consiste en dividir la corriente de agua en pequeñas fracciones de un volumen ya determinado, una vez ya se establece este volumen el consumo se establece en base a la cantidad de fracciones que se tiene en una unidad de tiempo. Estos pueden ser de disco oscilante o pistón oscilante.

2.2.1. Disco Oscilante

En este tipo de medidores se produce que al ingresar fluido se genera que el disco que se haya en su interior se mueva en forma de un trompo caído como consecuencia se tiene que siempre un lado del disco estará tocando la base de la cámara mientras que la otra tocará la parte superior de esta. Como se muestra en la Figura 2-7 Estructura interna de un medidor de disco oscilante.

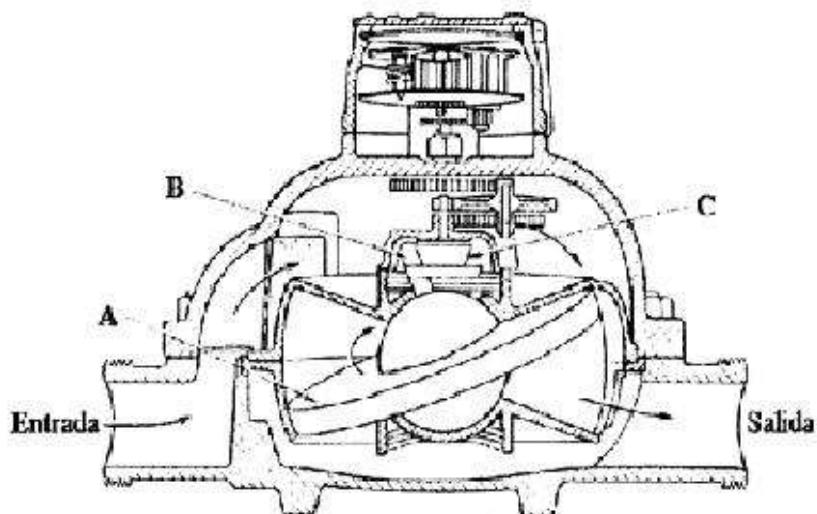


Figura 2-7 Estructura interna de un medidor de disco oscilante

Fuente: (Universidad de los Andes, 2018)

El disco que se encuentra en el interior de este medidor posee unas ranuras que genera que una serie de engranes se muevan y de este modo se marca el valor de fluido que circulo por el interior del medidor. (Universidad de los Andes, 2018)

2.2.2. Pistón Oscilante

De manera similar al caso anterior los medidores de pistón oscilante se caracterizan por que al momento de ingresar el líquido genera el movimiento del pistón el cual al moverse produce que el agua salga por el orificio de descarga y se produzca de esta manera la obtención del dato de consumo.

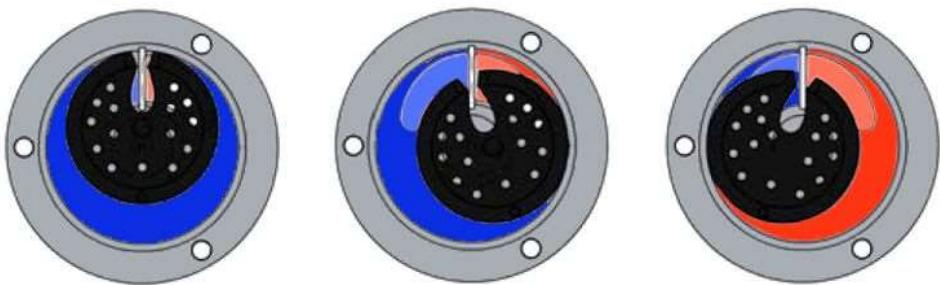


Figura 2-8 Funcionamiento del medidor de pistón oscilante

Fuente: (TecFluid, 2019)

A partir del movimiento del pistón y un agujero que esté en la cubierta se da una serie de movimientos de unas ruedas dentadas sobre una esfera graduada que es la encarga de registrar el volumen de agua consumida.(TecFluid Serie COVOL, 2018)

Para el caso de los medidores de turbina se tiene que estos aplican un sistema mecánico que se maneja por medio de la velocidad la cual hace que se gire ya sea una turbina o una hélice.

2.2.3. Chorro único

Este tipo de medidores nos dice que se caracteriza debido a que su funcionamiento se basa en el efecto que se genera al ingresar un único flujo de agua sobre la turbina ubicada de forma radial en el interior del equipo. Cuando la turbina rota genera que el movimiento que trasmite llegue a un mecanismo de lectura que establece la medición del volumen que pasa por este medidor.(Grupo Los Hidricos CD, 2019; Rodriguez, n.d.)

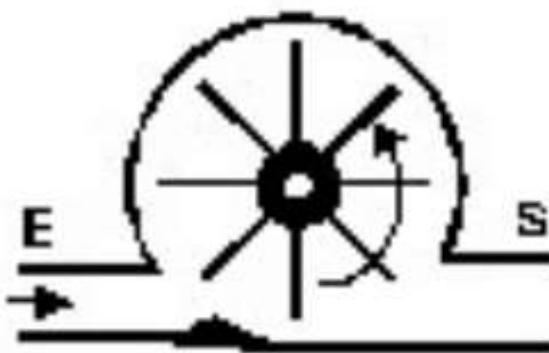


Figura 2-9 Esquema de funcionamiento de medidor de Chorro Único

Fuente: (Altamira, 2014)

2.2.4. Chorro múltiple

Para los medidores de chorro múltiple se puede ver que la turbina se acciona por el impacto de varios chorros que ingresan de manera tangencial dentro de la cámara, esto se debe a que se cuenta con muchos orificios tanto de entrada como de salida, ubicados en posiciones opuestas. (Servicota, 2019)



Figura 2-10 Esquema de funcionamiento de medidor de Chorro Múltiple.

Fuente: (Altamira, 2014)

Para el caso de Ecuador los medidores que se usan actualmente son los de tipo turbina, a continuación, en la Figura 2-11 Medidor de chorro múltiple se muestra la imagen de un medidor de chorro múltiple usado por las empresas distribuidoras de agua potable de las diferentes ciudades del país.



Figura 2-11 Medidor de chorro múltiple

Fuente: Elaboración propia

Para que se pueda comprender mejor cuales son las características que tiene cada uno de estos sistemas se elaboró una tabla resumen de sus principales características **Anexo A**.

2.3. CONCLUSIONES SOBRE EL ESTADO DEL ARTE

Como se puede apreciar el avance que se ha venido viendo en cuanto a la implantación de nuevas tecnologías que ayuden a que el consumo de un recurso tan importante como es el agua potable sea debidamente controlado es muy notorio, cada vez son más las personas y empresas que buscan poder brindar soluciones efectivas a este tipo de problemática.

- Los objetivos de algunos autores como Corral & Coronado, Tschmelak & Proll y otros ha sido digitalizar el proceso de medición que realizan los instrumentos, mediante la implementación de pantallas LCD o mediante él envió de los datos a dispositivos móviles que los almacenen, sin embargo, siguen requiriendo que el personal se acerque a la vivienda para poder recolectar la información, volviendo a enfrentar la problemática de aquellos casos donde el acceder a determinadas áreas es muy complejo.

El sistema SCADA que se propone solventa la problemática del difícil acceso a determinadas viviendas puesto que el dato se enviará de manera directa a la empresa distribuidora en tiempo real sin necesidad de que el personal se tenga que acercar a la vivienda a recolectar esta información.

- En los proyectos desarrollados hasta el momento solo se cubre la problemática de poder tomar los datos de medición de consumo del recurso, pero no se habla de un control remoto del mismo como puede ser el corte o reconexión del servicio.

El Sistema SCADA plantea el implementar una electroválvula que permita el corte y reconexión del servicio con tan solo enviar la orden desde la empresa sin necesidad de que el personal deba acercarse a la vivienda para realizar esta acción.

- Los sistemas presentados no cuentan con un sistema de alimentación secundario en el caso de posibles cortes de luz, esto podría afectar al proceso de recolección de datos pues al quedarse sin energía el sistema dejaría de funcionar y de recolectar información.

El SCADA planteado por nosotros contará con un sistema de carga el cual entrara en funcionamiento en el caso de que llegará a existir un corte de luz que pudiera afectar el proceso de recolección de medidas, asegurándonos de esta manera que el SCADA funcionará sin interrupciones.

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CONTRIBUCIÓN DEL TFM

3.1. OBJETIVOS

3.1.1. Objetivos Generales

- Diseñar un sistema SCADA para el monitoreo y control del consumo de agua potable en viviendas residenciales.

3.1.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un diagrama de flujo que determine los elementos y funcionamiento del prototipo.
- Determinar los requisitos que debe cumplir cada una de las etapas que forman el sistema SCADA.
- Diseñar un plan de pruebas que nos ayude a constatar el correcto funcionamiento del sistema SCADA.
- Desarrollar el presupuesto que implicará la construcción del prototipo.

3.2. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Al empezar a elegir una metodología es importante que se tenga en cuenta que existen muchas clases de estas, así como las diversas aplicaciones que se les puede llegar a dar a cada una de ellas. Es por esto que se debe conocer cuáles son sus principales características al igual que sus puntos débiles, una vez que ya se conoce esto se puede formar una base sólida sobre la cual se pueda escoger la que mejor se adapte a las necesidades del proyecto que se está desarrollando.

Para que se pueda determinar que metodología es la más adecuada para un proyecto a desarrollarse es importante saber cuál es su naturaleza, esto nos lleva a que en muchos casos se pueda llegar a combinar varias metodologías logrando así un balance que lleva a la obtención de mejores resultados.

Actualmente las metodologías que más se utilizan para el apoyo en el desarrollo de diferentes proyectos son: RUP de IBM, la metodología MSF de Microsoft, la metodología XP la cual se Diseño De Sistema Scada Para Monitorear Consumo De Agua En Viviendas Residenciales.

caracteriza por estar basada en métodos agiles propuestos por Kent Beck, y para finalizar se tiene la metodología SCRUM, esta última se enfoca en la rapidez y la flexibilidad de los métodos que ya han sido probados en la industria de productos. (Delgado, 2008; Figueroa et al., 2008; Pérez A., 2011; Rodrigo, 2019; Tinoco Gómez et al., 2014)

3.2.1. Selección de metodología a aplicar: SCRUM

Se ha decidido que la metodología idónea para ser aplicada en el diseño del sistema SCADA para el monitoreo y control del consumo de agua en viviendas residenciales es la metodología SCRUM, a continuación, se describirán sus características más importantes y por las cuales se determinó que esta sería la elegida.

Esta metodología está caracterizada por ser un marco basado en los métodos agiles los cuales ya son cada vez más conocidos en la actualidad, estos poseen un objetivo primordial el cual es llevar un control de manera continua sobre cuál es el estado en el que se encuentra el proyecto. El primer paso consiste en que el cliente establezca cuales son las prioridades que tiene el proyecto, en base a esto el equipo SCRUM se organiza con el objetivo de establecer la manera más idónea de poder entregar los resultados requeridos en el menor tiempo posible. (Antevenio, 2020; Ávila & Abad, 2013; Becerra, 2018)

Es importante que se tenga en consideración que al aplicar este método se requiere de una gran participación del área de gestión de recursos humanos, para entender mejor porque se da este requerimiento se conocerá las principales características que posee el método.

3.2.1.1. Características de la metodología SCRUM

Esta metodología se caracteriza por dar mayor énfasis en a los integrantes de cada uno de los equipos y la interacción que existe entre ellos, es decir se enfoca en los procesos y las tareas que se deben cumplir pues considera que el éxito del desarrollo de un proceso viene dado en la organización del equipo que desarrolla este trabajo, dejando claro que debe existir una colaboración continua entre los miembros de cada equipo para así poder alcanzar todos los objetivos planteados. (Navarro Cadavid et al., 2013; Trigas Gallego & Domingo Troncho, 2012)

El objetivo en el que se enfoca básicamente SCRUM es en conseguir un software que sea funcional y que cumpla con todos los requisitos que necesita el cliente evitando la generación

de excesivas cantidades de documentación, Gracias a esta característica se nos permite entregar al cliente soluciones que son operables y no simplemente entregar reportes de avances, esto le dará al cliente una idea más clara de si se ha logrado dar un avance significativo con los diferentes procesos aplicados en el desarrollo del proyecto o no.

Otra de las características que sobresale es que promueve la constante participación del cliente en todo el proceso de avance del proyecto y no se rige únicamente a los términos que se hayan estipulado durante el proceso de negociaciones dado antes de establecer el contrato. (Goñi et al., 2014; Hernández et al., 2015; Sonia & Pedro, 2014)

Aparte de las características descritas anteriormente se puede destacar que este tipo de metodología ayuda a inculcar valores en los miembros que conforman los equipos, algunos de estos valores son:

- Empoderamiento y compromiso de las personas
- Transparencia y visibilidad del proyecto
- Coraje y responsabilidad
- Compromiso en desarrollar lo establecido
- Respeto entre miembros del equipo

Para que un proceso de desarrollo de un proyecto se exitoso ya es de conocimiento general que el conocer cuáles son los roles de la metodología que se aplicara es de vital importancia, esto nos ayudara a saber cuáles son las responsabilidades que tendrá cada uno de los miembros de equipo. (Pérez A., 2011; Trigas Gallego & Domingo Troncho, 2012)



Figura 3-1 Roles de la Metodología SCRUM.

Fuente: (Salazar, 2016)

En general se establece que los roles son tres, PRODUCT OWNER o Propietario del producto, SCRUM MASTER o SCRUM Manager, SCRUM Team o Equipo de desarrollo, sin embargo, existen dos roles más que también influyen en el desarrollo del proyecto, estos roles extras son STAKEHOLDERS o Interesados y finalmente los CLIENTES o Usuarios. (Ceballos, 2018; Conectar, 2019; Goñi et al., 2014; Sonia & Pedro, 2014; Trigas Gallego & Domingo Troncho, 2012)

- **PRODUCT OWNER o Propietario del producto:** En el caso del proyecto planteado este estaría conformado por la gerencia de la empresa distribuidora de agua potable ya que estos tienen el conocimiento necesario sobre cuáles son las prioridades que debe tener el proyecto.
- **SCRUM MASTER o SCRUM Manager:** Para este rol se hará un concurso de méritos, aquella persona que obtenga el mejor puntaje y que posea una experiencia basta en el área de modo que ayude a la toma de decisiones de manera oportuna será la elegida para ocupar este puesto. Esto se hará debido a que se requiere de una persona que sea lo suficientemente capaz de poder buscar soluciones y aplicarlas de la manera más rápida y eficiente.
- **SCRUM Team o Equipo de desarrollo:** Se conformará por un equipo interdisciplinario el cual estará en la capacidad de poder trabajar en cada uno de los Sprint de tal manera que se pueda cumplir los plazos estipulados para ello.
- **STAKEHOLDERS o Interesados:** en esta área se puede llegar a considerar tanto entidades públicas como privadas que gusten formar parte del proyecto. Ya que una vez que este sea construido se deberá generar una producción en masa.
- **CLIENTES o Usuarios:** en el caso del proyecto los clientes serían todos los propietarios de viviendas que posean acceso al servicio de agua potable y que por consiguiente cuentan con por lo menos un medidor en sus viviendas.

Para poder garantizar el correcto ingreso de la información y la transparencia de la misma la metodología SCRUM utiliza determinados elementos los cuales se denominan artefactos. Son estos los que forman una base sólida que asegure tanto la productividad como la calidad de cualquier proyecto.

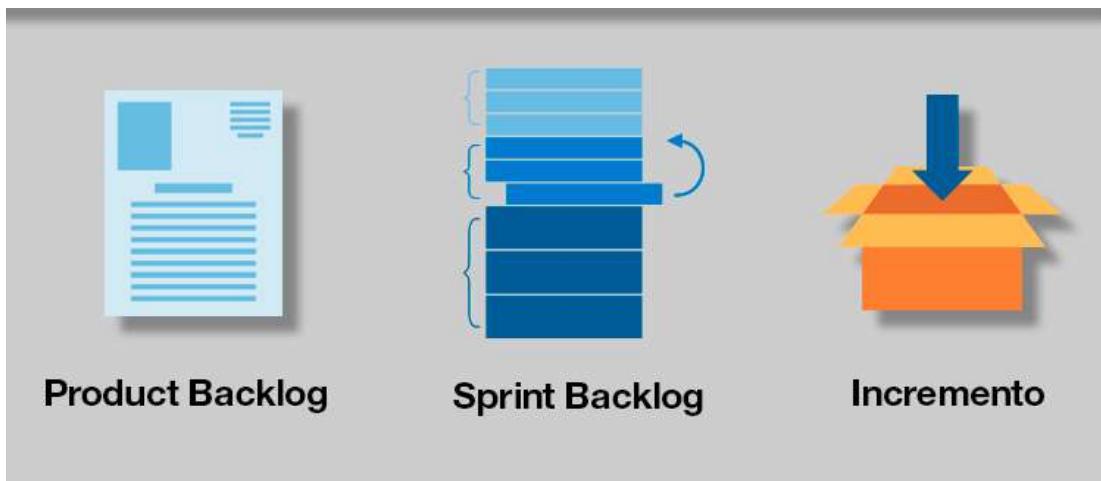


Figura 3-2 Artefactos de la Metodología SCRUM.

Fuente: (Viewnext, 2019)

Estos artefactos son los que se detallan a continuación:

- **Product Backlog o Pila del producto,** este está conformado por el conjunto de requisitos que caracterizan el producto. En este no es necesario que se dé una descripción muy detallada de cada uno, pero si es necesario de que se establezca una priorización de requisitos para saber cómo estructurar el resto del proyecto a futuro. (Becerra, 2018; Pérez A., 2011)
- **Sprint Backlog o Pila del Sprint,** es un subconjunto del artefacto anterior donde se establece los requisitos que el equipo se compromete a cumplir, a diferencia del anterior en este caso si se cuente con una descripción lo más detallada posible del mismo, permitiendo de esta manera que el equipo designado pueda llegar a ejecutarlo con total éxito.
- **Incremento,** se considera que es el resultado de un sprint después de haber cumplido con todos los requisitos establecidos por el equipo encargado del mismo, este deberá estar en la capacidad de ser usado y cumplir con la definición de producto terminado, también se deberá de entregar una codificación depurada y correctamente documentada.(Viewnext, 2019)

Cuando se encuentra aplicando la metodología SCRUM uno de sus elementos más importantes es el tema de las reuniones que se deberán hacer de una manera periódica. SCRUM establece de manera precisa como se deberán llevar a cabo estas reuniones de trabajo

y cuáles son los resultados que se espera tener de cada una de ellas. El flujo de trabajo que se maneja es el que se muestra en la siguiente Figura 3-3 Flujo de trabajo de un Sprint - SCRUM. (Becerra, 2018; Pérez A., 2011; Roche, 2019)



Figura 3-3 Flujo de trabajo de un Sprint - SCRUM.

Fuente: (Roche, 2019)

3.2.1.2. Proceso de la Metodología SCRUM

Como ya se conoce por todo lo expuesto anteriormente la metodología SCRUM se enfoca en priorizar la correcta organización de cada uno de los equipos de trabajo que desarrollaran el proyecto, para esto se intentara fraccionara el proyecto en pequeñas secciones las cuales deberán ser cumplidas en periodos de aproximadamente 4 semanas cada una, a estas secciones se les da el nombre de Sprint, una vez que ya se ha establecido el sprint se hace la entrega de una lista de tareas que se deberán cumplir para ese periodo. El esquema que se muestra a continuación nos ayudara a entender cómo es que se relaciona los artefactos y las reuniones que se tiene planteados en la metodología SCRUM.

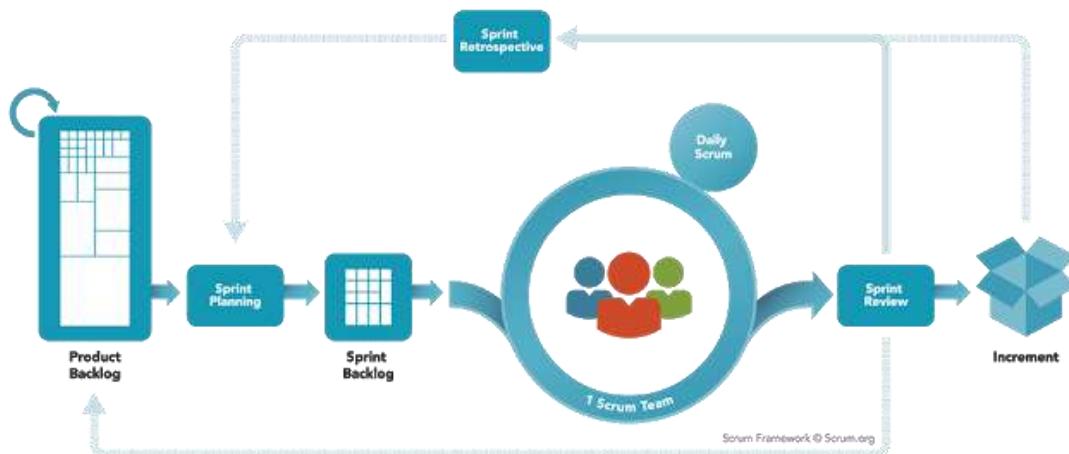


Figura 3-4 Proceso de la Metodología SCRUM.

Fuente: (Schwaber & Sutherland, 2018)

Cuando se logra obtener la entrega de una versión se debe iniciar la planificación de siguiente Sprint y nuevamente se lleva a cabo el proceso SCRUM. Este ciclo termina únicamente cuando el producto consiga alcanzar todos los requisitos para los que fue diseñado.

3.3. ESPECIFICACIONES GENERALES DE SISTEMA SCADA

Si se da un importante enfoque en que el agua es un recurso muy importante para que los seres humanos puedan vivir, es de vital importancia el encontrar los medios que nos ayuden a conservar este recurso. Por otro lado, se tiene la evolución que se viene dando día a día donde se busca cada vez más el poder digitalizar y automatizar los procesos que forman parte de nuestra vida diaria siendo cada vez más sonado el término Smart o “Inteligente”.

Se propondrá el diseño de un sistema SCADA cuyo objetivo será el poder recolectar la información de los datos de consumo, procesarlos para ser enviados a la empresa encargada y a su vez poder almacenarlos para su posterior facturación, además se considera factible el incluir el control de manera remota para el cierre y apertura de una electroválvula que permitirá el flujo de este recurso a la vivienda correspondiente. A continuación, se muestra un diagrama de cómo se espera que sea el funcionamiento del prototipo.

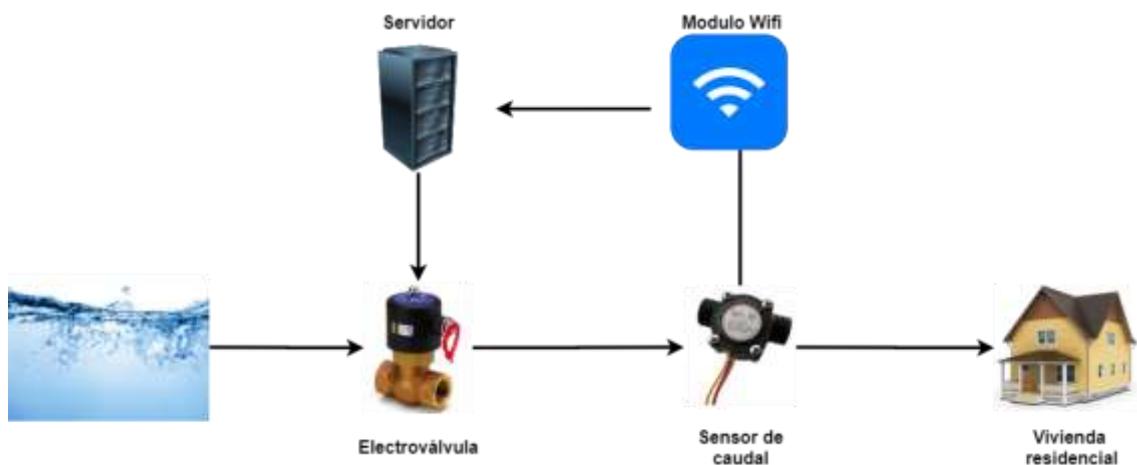


Figura 3-5 Diagrama de funcionamiento del prototipo.

Fuente: Elaboración Propia

3.4. FASES DE LA IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA

Al aplicar las fases de la metodología SCRUM en el sistema SCADA para el monitoreo y control del consumo de agua en viviendas residenciales se tiene lo siguiente:

- **Revisión de planes de Release:** para esta etapa se debería de haber generar una reunión previa con la empresa encargada de la distribución del agua potable donde se nos establecerá una serie de requisitos que se necesita que cumpla el sistema. Algunos de los requisitos que se consideran que podrían ser importantes son:

- La recolección digital de los datos de consumo de agua.
- El procesamiento y posterior envío de estos datos a una base de datos para ser almacenados.
- El análisis de los datos obtenidos para la detección de posibles anomalías en el sistema de distribución de agua.
- Control de manera remota de cierre y apertura del suministro de agua mediante el manejo de una electroválvula.

Una vez que ya se tiene estipulados todos los requisitos se hará una evaluación de tal manera de que su pueda determinar cuáles son o no factible de ser abordados y solucionados por el sistema. Es aquí donde se plantean el primer sprint sobre el cual se empezará a trabajar lo antes posible de tal manera que se cumpla con los tiempos establecidos.

- **Distribución, revisión y ajustes de estándares de productos:** luego de que ya se ha establecido los parámetros que se van a solventar, se procede a establecer conjuntamente con el equipo de desarrollo cuales van a ser las pautas que se plantearán en cada uno de los Sprint de tal manera que se tenga una guía clara de a donde se espera llegar con ese Sprint antes de darle inicio al mismo. En esta fase se podrían establecer cuáles son los equipos que serán implementados para poder solventar el requerimiento, que tecnología se utilizará para hacer la comunicación, que persona está encargada de cada cosa, etc.
- **Sprint:** Se espera que según vaya avanzando los periodos establecidos se pueda ir viendo mejoras significativas en los diferentes procesos que requiere que conformen el sistema. En esta fase se puede ver como el primer sprint que es el encargado de diseñar el sistema de recolección de datos va progresando día con día, asegurándonos que los datos que se van adquiriendo son verídicos y pueden pasar a las siguientes etapas como son las de procesamiento y almacenamiento.

Los Sprint que se plantean para este proyecto son los siguientes:

1. Sprint 1: Diseño del sistema de adquisición de datos.
 2. Sprint 2: Diseño del sistema de procesamiento y trasmisión de datos
 3. Sprint 3: Diseño del sistema de almacenamiento y control de datos.
 4. Sprint 4: Diseño del sistema de carga.
- **Revisión del Sprint:** cuando ya se ha logrado terminar un sprint se empieza con la fase de revisión donde se verá si las características que posee cumplen con las necesidades que se plantearon. Por ejemplo, en el caso del Sprint 1 se tiene que verificar si las lecturas que nos los sistemas son coherentes, que margen de error tiene, de ser necesario se realizaran las modificaciones pertinentes y se volverán a realizar la revisión hasta que se logre que las lecturas sean las correctas. Este mismo proceso se aplicará a los siguientes Sprint hasta lograr cumplir con todo lo requerido para el sistema SCADA.
 - **Cierre:** una vez que se consigue obtener que el Sprint cumplen con los requisitos establecidos de manera correcta se continua con la depuración y corrección de posibles errores secundarios. De tal manera que al terminar esta fase se pueda presentar una primera versión del sistema.

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO ESPECÍFICO DE LA CONTRIBUCIÓN

4.1. DESCRIPCION DE LA SOLUCION

4.1.1. Esquema general del sistema

Como ya se conoce un sistema SCADA es aquel encargado de la supervisión y control de los diferentes datos que se llegan a generar en un proceso o en una determinada planta de producción, además nos ayuda a poder acceder a estos valores para poder realizar análisis futuros con el objetivo de poder tomar acciones oportunas frente a diferentes eventualidades, que a la larga llegarían a generar grandes pérdidas a la empresa. (Sánchez & Custodio, 2007)

Se busca que la solución planteada sea la mejor y se adapte de manera adecuada a las necesidades que pueda tener el operario a cargo de verificar su correcto funcionamiento, por esto es importante que se considere la accesibilidad que se tiene al sistema, esta debe ser completa y deberá estar formada por diferentes partes, entre estas se tendrá los periféricos implementados, el software de aplicación, las unidades remotas, el sistema de comunicación, etc.

Tomando estos antecedentes se tiene que el prototipo planteado estará formado por diversas etapas, empezando por la etapa encargada del censado y culminando en la etapa de comunicación y almacenamiento de los valores adquiridos en un servidor, donde podrán ser consultados con facilidad en el caso de ser requerido. A continuación, se muestra como se daría la conexión del prototipo a la red de distribución de agua potable correspondiente.

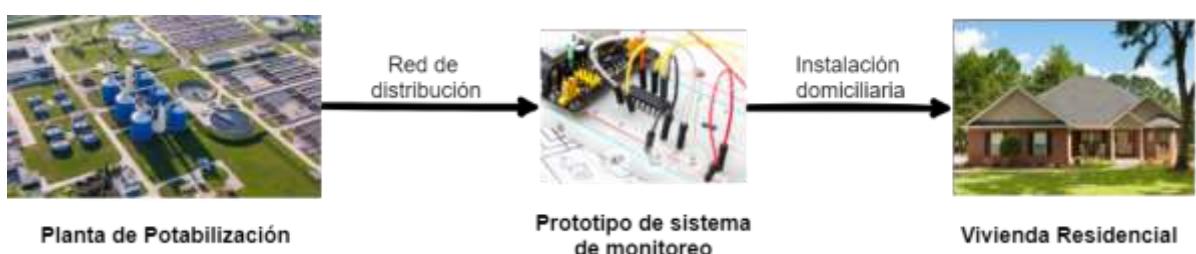


Figura 4.1 Diagrama de conexión de prototipo

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Figura 4.1 Diagrama de conexión de prototipo este se colocará de tal forma que ocupará el lugar del medidor convencional de agua, la puerta de ingreso de este sistema será la red de distribución y la de salida será la instalación domiciliaria, por lo tanto, se establece que este sistema será el puente de conexión entre la red de distribución de agua potable y la instalación que existe en cada vivienda.

En un comienzo se puede considerar al prototipo como un sistema de medición que posee de manera adicional integrado una etapa encargada del control de consumo de agua potable, esto mediante el uso de una electroválvula que se encargará de permitir o bloquear el paso del flujo de agua, este definirá si el cliente tiene el servicio o si se procedió a realizar el corte del mismo. Mediante esto se logrará obtener un único sistema que permita adquirir los datos de consumo correspondiente y que además permitirá controlar el corte del servicio por causas de falta de pago o mantenimientos requeridos en la red de distribución.

A continuación, se muestra el diagrama donde se observa los elementos que formaran parte de este sistema:



Figura 4.2 Diagrama de elementos del prototipo.

Fuente: Elaboración Propia

Al observar la Figura 4.2 Diagrama de elementos del prototipo. se puede ver como existe dos tipos de flujo que son los principales de este sistema, el primer flujo correspondiente al agua potable la cual se toma desde la red de distribución con el objetivo de llegar a la vivienda pasando por el prototipo de monitoreo, el siguiente flujo corresponde al envío de los datos

que generan los elementos que conforman la etapa de censado hasta que llegan al servidor para poder ser almacenados, en el caso de que se requiera realizar el corte de este servicio se enviara una señal de regreso al prototipo para que este realice el cierre de la electroválvula que actuará como una llave de paso.

4.2. ALCANCE Y LIMITACIONES

4.2.1. Alcance

- Conseguir diseñar un sistema SCADA que permita monitorear y controlar el consumo de agua potable en viviendas residenciales de las zonas urbanas para disminuir los porcentajes de error de digitación de valores de consumo y acelerar la detección de posibles fugas o desvíos en la red de distribución.
- Mediante el análisis de las necesidades se procederá a seleccionar las características de los componentes adecuados para el prototipo de tal manera que nos permita lograr adquirir los datos de consumo con la mayor exactitud posible. Logrando de esta manera que los datos reales con los obtenidos del sistema SCADA no posean grandes porcentajes de variación o su variación sea nula.
- Poseer un servidor configurado de tal manera que aparte de almacenar los datos de consumo este cuente con un servidor web donde la persona encargada de controlar su correcto funcionamiento pueda visualizar estos datos y posteriormente se genere la facturación. Además, es importante que la comunicación con el servidor sea bidireccional para que se pueda activar o desactivar la electroválvula de ser necesario.
- El alcance general del TFE está basado en el diseño del sistema SCADA, en este se establecerán las características de cada una de las etapas que lo conforma, sin llegar a desarrollar e implementar el mismo.

4.2.2. Limitaciones

- Tiempo que toma el encontrar determinados componentes que son importados y que debido a la situación por la que se encuentra atravesando el mundo entero no se encuentran con un stock adecuado.
- Problemas de integración entre los componentes del sistema SCADA debido a la no compatibilidad que pueda presentarse entre hardware y software de estos

dispositivos. Esto generara que los equipos no queden correctamente configurados y retrasaran su puesta en marcha.

4.3. ARQUITECTURA E INTEGRACION DE TECNOLOGIAS

Un sistema SCADA cuenta con las características necesarias para llevar a cabo diferentes tareas de supervisión, control y almacenamiento de valores adquiridos de un determinado proceso, además de permitir al usuario poder visualizar estos datos y en base a los mismo poder tomar decisiones en tiempo real sobre cuáles serán las acciones a llevarse a cabo frente a una eventualidad que afecte todo el proceso. El elemento de visualización que poseen los sistemas SCADA se denomina HMI este puede llegar a ser una pantalla o inclusive puede ser un software que ha sido desarrollado para cumplir con las necesidades que exige esta tarea.

Debido a que el sistema propuesto cumple con las características que se describieron anteriormente se considera que es un SCADA, este está formado por una etapa de adquisición de valores gracias al uso de un sensor de caudal, la siguiente etapa cumple la tarea de supervisión y se lleva a cabo con la ayuda de un servidor web que nos mostrara los valores de consumo de cada vivienda, estos valores serán almacenados en una base de datos ubicada en un servidor de propiedad de la empresa encargada de la distribución de agua potable para su facturación en el futuro, finalmente la etapa de control se llevara a cabo gracias a la página web que será manejada por la misma empresa, esta permitirá realizar un control de manera remota de la electroválvula que permite o impide el flujo de agua hacia la vivienda, permitiendo que se dé un corte o suspensión del servicio sin la necesidad de acudir al lugar para poder realizar esta tarea.

Son diversas las etapas que constituyen el prototipo propuesto, estas inician con el proceso de captación de información de los valores de consumo de agua potable, este dato se adquiere gracias a la implementación de un sensor de caudal, el siguiente paso es el procesamiento y trasmisión de dicha información hacia el servidor para esto se implantará un módulo ESP-07, finalmente se tiene la etapa de presentación de los datos, esta se dará en el servidor web donde de manera conjunta se tendrá el control de valores de consumo que existe entre la electroválvula y el servidor de la empresa.

Como se observa en la Figura 4.2 Diagrama de elementos del prototipo. se colocará como remplazo del medidor convencional de agua potable, ubicándose entre la red de distribución y la correspondiente conexión que posee la vivienda, entonces se tiene que el sensor de caudal estará colocado en este punto, a su vez este tendrá una conexión con el módulo ESP-07 el cual es el encargado de hacer llegar la información al servidor de la empresa. Para poder asegurar que el funcionamiento del prototipo sea autónomo se desarrolla un circuito de apoyo, el cual está conformado por una batería externa que cuenta con un sistema de carga, esto permitirá que el sistema pueda seguir funcionando incluso en ausencia de energía eléctrica, la cual proviene del domicilio. Mediante esto se evitará que los usuarios con el fin de disminuir el valor de consumo de agua marcado por el medidor lleguen a retirar el suministro del prototipo.

A continuación, se mostrará una breve descripción de cómo se lleva a cabo el proceso de recolección de datos de consumo de agua potable, en primer lugar, se mostrará el método empleado por la empresa ETAPA EP la cual es la principal distribuidora de este líquido vital en la ciudad de Cuenca – Ecuador; de igual manera se describirá el proceso de recolección propuesto por el prototipo que se busca implementar.

4.3.1. Proceso de obtención de valores correspondientes al consumo de agua empleado por la empresa ETAPA EP.

La empresa ETAPA EP maneja un proceso que le permite realizar la recolección de los valores de consumo de las viviendas a las cuales dota de este servicio, el proceso se inicia con la asignación de rutas y el establecimiento de calendarios para luego ser entregados a los empleados asignados a realizar esta labor. El personal asignado a esta tarea aparte de cumplir con la ruta y con la toma de valores de los medidores asignados, tiene la obligación de realizar una revisión detallada en busca de posibles anomalías en las áreas que les corresponde.

Ya que se ha dado la recolección de datos de lectura de cada uno de los medidores de manera manual se procede a enviar esta información a un digitador que será el encargado de ingresar dichos valores al sistema de la empresa. De manera paralela se asignará a un responsable del área de micromedición para que realice el análisis de las lecturas con el fin de poder encontrar inconsistencias o anomalías, de detectarse algún error se procede a enviar al personal encargado de lectura a realizar una nueva medición.

Cuando se comprueba que no existe anomalías o inconsistencias en las lecturas se continua con el siguiente paso que es el de enviar esta información a un asistente de facturación, esta persona deberá realizar las correcciones finales necesarias en el caso de existir errores o continuará con el ingreso de datos al sistema para que se pueda realizar la valoración y su posterior facturación. (ETAPA EP, 2018b)

A continuación, se muestra como es el flujograma del procedimiento de medición que sigue la empresa para cumplir con esta actividad. En el **Anexo B**, se podrá ver con más detalle cómo se lleva a cabo esta labor.

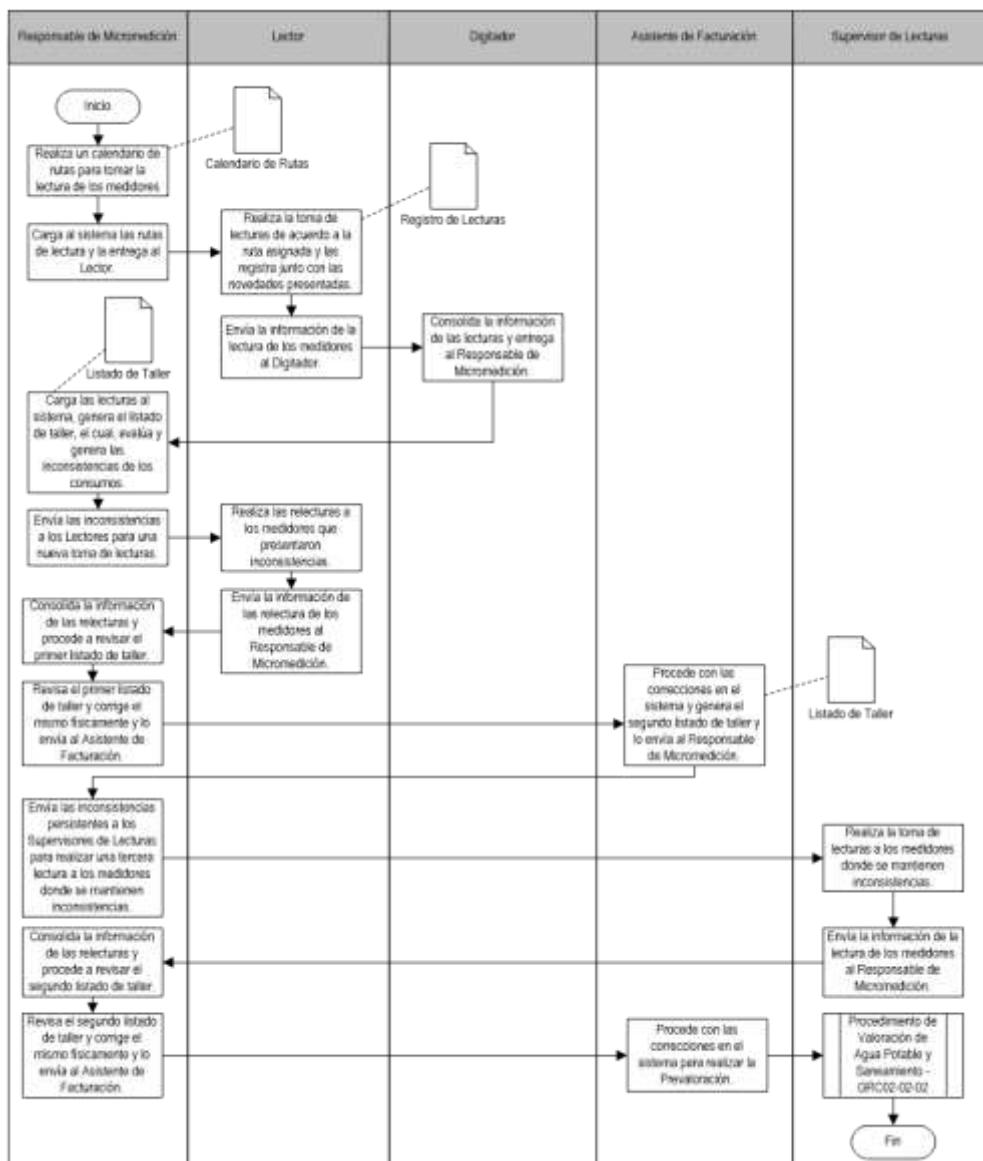


Figura 4.3 Flujograma del procedimiento de medición de agua potable

Fuente: (ETAPA EP, 2018b)

Diseño De Sistema Scada Para Monitorear Consumo De Agua En Viviendas Residenciales.

4.3.2. Proceso de obtención de valores correspondientes al consumo de agua empleado por el Prototipo.

Para el caso del prototipo propuesto se tiene que el proceso inicia con la adquisición del dato de consumo, este viene dado por el valor de caudal que genera el sensor colocado al inicio del sistema y culmina con el proceso de almacenamiento de esta información en la base de datos que posee el servidor.

Lo que diferencia al prototipo del sistema de captación planteado por la empresa ETAPA EP es que en el caso de este el dato de consumo nace en el sensor de caudal, debido a que este genera un tren de pulsos al detectarse la presencia de un caudal que lo atraviesa.

El tren de datos que entrega el sensor a su salida deberá ser procesado con el fin de que pueda ser interpretado como un valor de consumo expresado en litros, este procesamiento de datos se llevará a cabo en el módulo Wi-Fi, para esto se requerirá de la implementación de un contador de pulso el cual deberá almacenar la cantidad de pulsos enviado por el sensor de caudal y luego lo transformara a su respectivo valor en litros.

La relación que se empleara para realizar esta trasformación de pulsos a valor en litros del consumo de agua potable se establecerá luego de someter al sensor a una serie de pruebas pues dependiendo del sensor se puede llegar a tener diferentes resultados, una formula aproximada de esta sería la que se ve a continuación, para esta se ha tomado los valores que vienen dados en el Datasheet del sensor de flujo como se observa en la Tabla 4-1.
Características principales del Sensor de Flujo YF-S201.. (Mecatronium Chips, 2015)

$$\text{Consumo} = \text{Cantidad de pulso} \times \frac{1 \text{ litro}}{450 \text{ pulsos}}$$

Una vez que ya se tiene el valor de consumo en litros generado por el respectivo sensor de caudal, se realiza él envío de esta información al servidor empleando la red de área local que posee el cliente, para poder realizar esta tarea es importante que se tenga en cuenta que el módulo ESP-07 deberá contar con una dirección IP fija, esto nos permitirá tener un envío y recepción de datos de manera ágil por parte del servidor hacia el prototipo, evitando también de esta manera el tener que agregar un programa de detección de dirección IP al sistema en el caso de que esta dirección sea asignado por el router.

La comunicación que tendrá el módulo ESP-07 con el servidor de la empresa será bidireccional, ya que el módulo estará enviando el dato de consumo hacia el servidor para ser almacenado, y a su vez este enviará un valor predeterminado establecido cual es el estado de la electroválvula, procediendo a su cierre o apertura, para la suspensión o reconexión del servicio respectivamente, ya sea por motivo de mantenimiento de la red de distribución o por falta de pago del abonado.

Para el proceso de monitoreo y visualización de estos datos se tendrá la página web, esa será diseñada de tal forma que se podrán presentar dos tipos de usuarios al momento de ingresar a esta, el primero serán los usuarios designados a los clientes, estos podrán ingresar para hacer la consulta de los valores de consumo correspondientes al medidor de su vivienda, mientras que los usuarios asignados para los trabajadores de la empresa tendrán la capacidad de poder no solo visualizar los datos sino que también podrá controlar el estado de la electroválvula para así poder suspender o reanudar el servicio de agua potable que se está brindando a los clientes.

A continuación, se muestra un diagrama de cómo se pretende que se dé el flujo de datos en el prototipo propuesto.

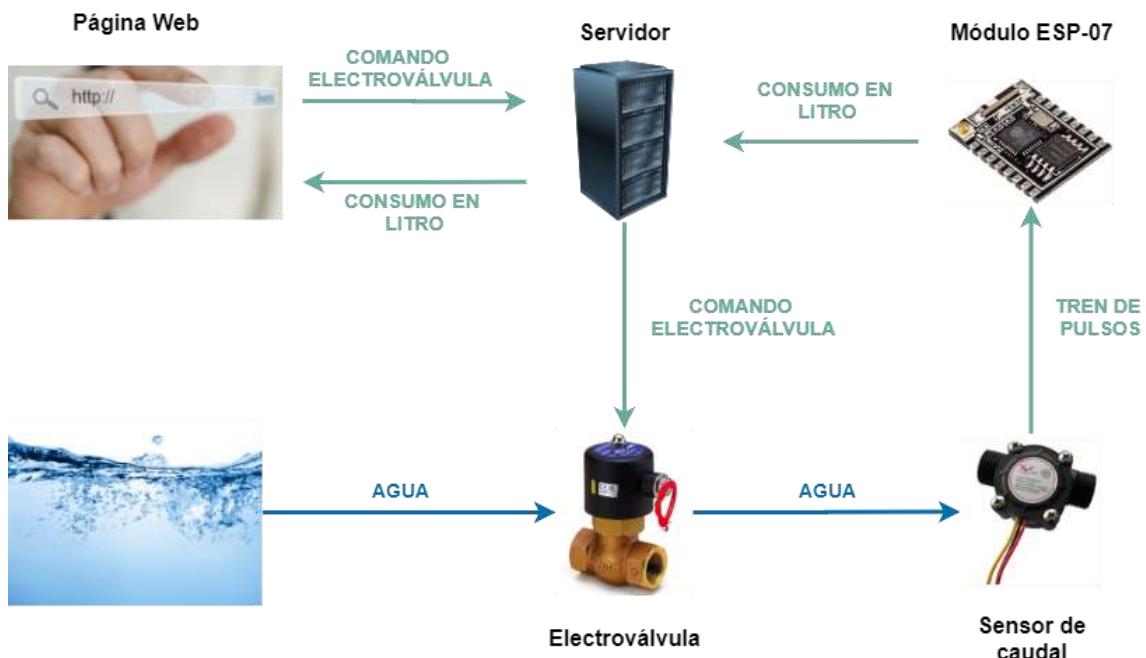


Figura 4.4 Flujo de datos del prototipo.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que ya se tiene una descripción general de como se espera que funcione el prototipo se analizara un poco más a fondo cada una de sus etapas como se ve a continuación:

4.3.3. Etapa de adquisición

También conocida como etapa de censado buscará adquirir los valores de consumo de agua de las viviendas mediante el empleo de un sensor de caudal, como se comentó antes este a su salida enviará un tren de pulsos que será procesado y trasmisido en la siguiente etapa. A continuación, se muestra la Figura 4.5 Sensor de flujo de agua.:



Figura 4.5 Sensor de flujo de agua.

Fuente: (Carrod Electronica, 2020)

Una de las principales características que posee este tipo de sensores es que su funcionamiento está basado en un sistema conformado por un rotor ubicado dentro de una cámara que está totalmente aislada para así evitar que existan posibles fugas, las paletas que se encuentran en su interior poseen una serie de imanes para que al realizarse un movimiento de estas se produzca un campo magnético, este campo magnético será detectado por el sensor de tipo hall que posee este componente el cual también se encuentra dentro de la cámara que ya se había mencionado. El sensor de efecto hall al detectar el campo magnético procede a generar una serie de pulsos que será enviado por uno de los cables de salida que tiene el sensor, una vez que se tenga este valor se procederá a realizar el procesamiento

adecuado de tal manera que se pueda tener su valor equivalente en unidades de litro. (Creus, 2010)

Las terminales con las que cuenta el sensor son 3, dos de estas tiene la función de dotar de alimentación al dispositivo mientras que la tercera salida corresponde al pin que se encargara de enviar el tren de pulsos generado al detectarse flujo de caudal en el sensor.

Connection method:

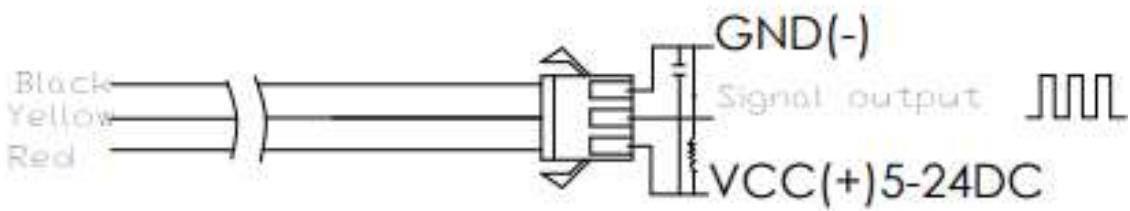


Figura 4.6 Conexión de los puertos del sensor.

Fuente: (YIFA, 2013)

Existen muchos tipos de sensores de caudal de efecto hall sus características depende de la capacidad de medición que tenga que soportar este dispositivo, dependiendo de la frecuencia a la que sea configurado nos dará un valor de pulsos el cual deberá ser convertido a su equivalente en litros y así podrá ser procesado, almacenado y de ser necesario se lo analizara.

Para determinar el dispositivo más adecuado a ser implementado en el prototipo se debe de tener en cuenta que según estándares para las conexiones de ingreso de agua a una vivienda residencial el tamaño de la tubería debe ser de $\frac{1}{2}$ ". (La Voz, 2015)

A continuación, se mostrará Tabla 4-1. *Características principales del Sensor de Flujo YF-S201.*, el cual es el que se implementara en el prototipo.

Tabla 4-1. *Características principales del Sensor de Flujo YF-S201.*

Características del Sensor de Flujo	
Modelo	YF-S201
Voltaje de operación	5V - 18V DC
Consumo de corriente	15mA (5V)

Capacidad de carga	10mA (5 VDC)
Salida	Onda cuadrada pulsante
Rango de Flujo	1-30L/min
Volumen promedio por pulso	2.25mL
Pulsos por litro	450
Factor de conversión	7.5
Rosca externa	1/2" NPS
Presión de trabajo máx.	1.75MPa (17 bar)
Temperatura de funcionamiento	-25°C a 80°C
Material	Plástico color negro

Fuente: (Carrod Electronica, 2020; YIFA, 2013)

4.3.4. Etapa de procesamiento y trasmisión

Para desarrollar esta etapa se empleará un módulo Wi-Fi ESP-07, este se encargará de hacer el procesamiento y la posterior trasmisión de los datos adquiridos en la etapa anteriormente descrita. El proceso inicia con la recolección de los valores de consumo de agua de las viviendas, la salida del sensor nos da como dato el tren de pulsos, este deberá ser procesado en el módulo de tal manera que se tenga al final un valor de consumo expresado en litros.

4.3.4.1. Módulo Wi-Fi ESP-07

Unas de las características por las cuales se eligió este dispositivo para ser implementado en el prototipo es debido a que este módulo posee un procesador central ESP8266, que posee un microcontrolador MCU de 32 bits, aparte de estos beneficios el módulo planteado posee una tarjeta de comunicación Wi-Fi la cual está en capacidad de poder soportar estándares IEEE_802.11b/g/n. A continuación, se muestra el diagrama de bloques de este módulo:

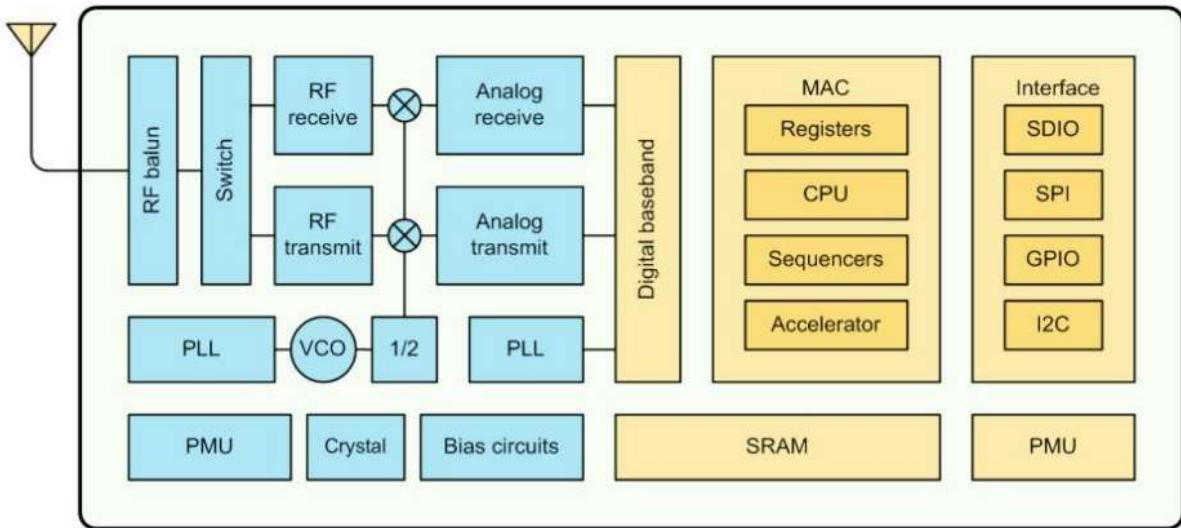
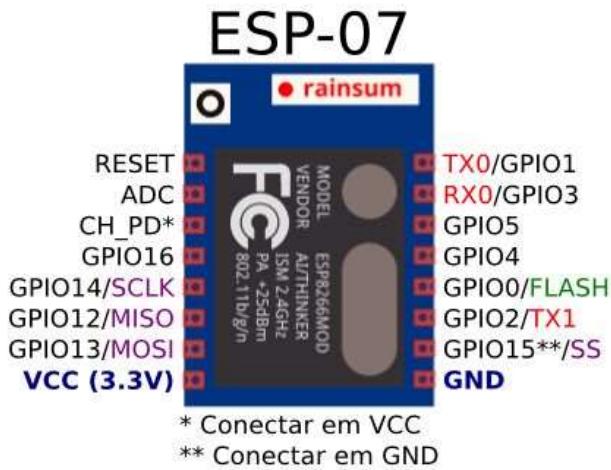


Figura 4.7 Diagrama de bloques de ESP8266EX.

Fuente: (Shenzhen Anxinke Technology, 2015)

A parte del procesador que se mostró en el diagrama de bloques el modulo cuenta con otras características como son las que se muestran a continuación:

- Este módulo soporta el protocolo TCP/IP que nos permitirá que se pueda dar el intercambio de información entre diferentes dispositivos sin importar si estos son o no del mismo fabricante.
- Tiene la capacidad de poder soportar varias antenas para así poder mejorar su rango de cobertura para el proceso de trasmisión de información.
- Posee un LNA para poder detectar las señales provenientes de las antenas que pueden estar conectadas a el módulo.
- Tiene integrado un PLL, reguladores y una unidad de gestión de poder.
- Posee pines GPIO (Entrada/Salida de propósito general). Mediante estos pines GPIO es posible establecer las conexiones necesarias con diversos dispositivos poder trasmitir y captar datos provenientes de estos y luego poder tratarlos o procesarlos con el fin de que puedan estar en un determinado formato compatible con otros dispositivos de la red sean estos ordenadores o dispositivos semejantes.

*Figura 4.8 Piner del Módulo ESP-07.***Fuente:** (Del Rosario, 2018)

Para que se pueda trabajar con este dispositivo es importante que se conozca cuáles son los parámetros con los que este trabaja para que así se pueda asegurar su correcto funcionamiento, a continuación, se presenta la Tabla 4-2. *Parámetros principales del Módulo ESP-07.*:

Tabla 4-2. Parámetros principales del Módulo ESP-07.

Categorías	Artículos	Valores
Parámetros WiFi	Protocolos WiFi	802.11 b / g / n
	Rango de frecuencia	2.4GHz-2.5GHz (2400M-2483.5M) UART /
Hardware Parámetros	Bus periférico	HSPI / I2C / I2S / Ir Control remoto GPIO / PWM
	Voltaje de operación	3,0 ~ 3,6 V
	Corriente de operación	Valor medio: 80 mA
	Rango de temperatura de operación	- 40 ° ~ 125 °
	Rango de temperatura ambiente	Temperatura normal
	Tamaño del dispositivo	16 mm * 21,2 mm * 3 mm

	Interfaz externa	N / A
Software Parámetros	Modo Wi-Fi	estación / softAP / SoftAP + estación
	Seguridad	WPA / WPA2
	Cifrado	WEP / TKIP / AES
	Actualización de firmware	Descarga UART / OTA (a través de la red) / descarga y escribe firmware a través del host
	Desarrollo de software	Admite desarrollo de servidores en la nube / SDK para el desarrollo de firmware personalizado

Fuente: (Shenzhen Anxinke Technology, 2015)

4.3.4.2. Procesamiento de información

Luego de que ya se ha logrado capturar la señal de salida del sensor de flujo el cual como se mencionó antes emite un tren de pulsos este dato se envía al módulo ESP-07, para esta tarea se deberá elegir uno de los puertos de propósito general que tiene el modulo (GPIO5), en este puerto se procederá a configurar una interrupción externa para de este modo poder determinar el número de los pulsos que se está generando desde el sensor de caudal y así poder establecer el valor en litros del consumo de agua potable de la vivienda.

De esta manera se tendrá que al llegar el pulso al módulo este generara el cambio del valor de un contador, este contador se encargara de almacenar el número de pulsos generados provenientes del sensor de caudal, para que posteriormente este valor se pueda utilizar en dos instancias, la primera como un inicio y las segunda que es el objetivo principal de este prototipo que es convertir este dato en su correspondiente valor en litros, este valor en litros deberá ser almacenado en la base de datos del servidor.

Mientras este dato va variando también hace variar a otro contador, este segundo contador nos ayudara en el proceso de visualización, en este caso se tendrá que el valor del segundo contador variara cada quince litros de agua que hayan sido contabilizados por el primero contador. El valor que marca el segundo contador deberá ser enviado al servidor para ser almacenado además permitirá realizar el monitoreo del consumo que se esté presentando.

Debido a que el búfer que posee el módulo ESP-07 no tiene una capacidad muy elevada de procesamiento de información se toma la decisión de hacer él enviar los datos del sensor cada quince litro de consumo con la finalidad de no desbordar su búfer al emplear valores muy pequeños.

Para que se entienda de mejor manera este proceso se puede consultar el **Anexo C**, donde se encuentra un flujoograma que explica cómo se desarrolla la acción mencionada, así como también muestra los otros pasos que sigue el prototipo para cumplir con los requerimientos que se establecieron.

4.3.4.3. Comunicación

En el estado del arte se pudo ver algunos de los medidores inteligentes que se han planteado en los últimos años, los tipos de comunicación que se aplican en estos modelos son muy variadas se puede empezar con aquellos que optaron por aplicar una comunicación cableada hasta llegar a aquellos que se aventuraron por probar la implantación de comunicaciones inalámbricas.



Figura 4.9 Comunicación cableada vs Comunicación inalámbrica .

Fuente: (Herrera Gracia, 2019)

Para que se pueda comprender cuáles son las características que resaltan de estas comunicaciones, se dará una breve introducción de cuáles son las empleadas en los modelos estudiados y cuál es la que se implementará en el prototipo.

Una de las comunicaciones estudiadas fue la comunicación Bluetooth, está en comparación a otras comunicaciones como lo son Wi-Fi o ZigBee posee una tasa de trasmisión media mucho menor a la que se emplea en las otras dos mencionadas. Otra característica que se resalta de esta es que su rango de cobertura no es muy amplio por lo que de ser empleada en el prototipo sería necesario que el servidor o una persona de recolección de datos se encuentre cerca del dispositivo para poder adquirir la información. (Corral et al., 2012; Fernández, 2020)



Figura 4.10 Comunicación Bluetooth .

Fuente: (Fernández, 2020)

La comunicación ZigBee es la que en la actualidad se aplica con mayor frecuencia, se caracteriza debido a que esta adopta el estándar IEEE 802.15.4 para la capa de acceso al medio y para la capa física, además agrega la capa de aplicación y la capa de red. De esta manera se establece que la comunicación ZigBee es un conjunto de protocolos enfocado en redes de área personales, con un flujo de datos bajo y a distancias cortas. (Alvarez, 2018; Contreras Morocho, 2015; Fang et al., 2012)

Sus características principales son las que se muestra a continuación:

- Su costo es bajo.
- Tiene un consumo de energía mínimo gracias a su **SEP**.

- Su protocolo de trasmisión es asincrónico, half dúplex y estandarizado, lo que a la final le permite que pueda trabajar con dispositivos de diferentes fabricantes de manera conjunta.
- No se ve afectado con interferencias con otros dispositivos inalámbricos de comunicación.
- Es capaz de soportar redes de comunicación de tipo malla.



Figura 4.11 Comunicación ZigBee .

Fuente: (Penalva, 2020)

Finalmente se hablará de la comunicación Wi-Fi para este tipo de comunicación se emplea una frecuencia de radio basada en el protocolo IEEE 802.11 a/b/g esta nos da la posibilidad de realizar conexiones inalámbricas de cobertura amplia sin necesidad de usar cableado para esta trasmisión de información. (Ramón et al., 2011; Rodas & Zumba, 2016; Valle et al., 2013)

Las características técnicas que resaltan de esta comunicación se muestra a continuación:

- Debido a que puede alcanzar una velocidad de hasta 11 Mbps, es considero como el estándar que lidera el desarrollo de redes WLAN en la actualidad.

- En este se emplean dos tipos de interfaces de tipo aéreas esta puede ser FH-SS (Frequency Hopped Spread Spectrum) o DS-SS (Direct Sequence Spread Spectrum).
- Este tipo de comunicación tiene la capacidad de procesar hasta 54 Mbits/s y trabaja en una banda de 5 GHz.

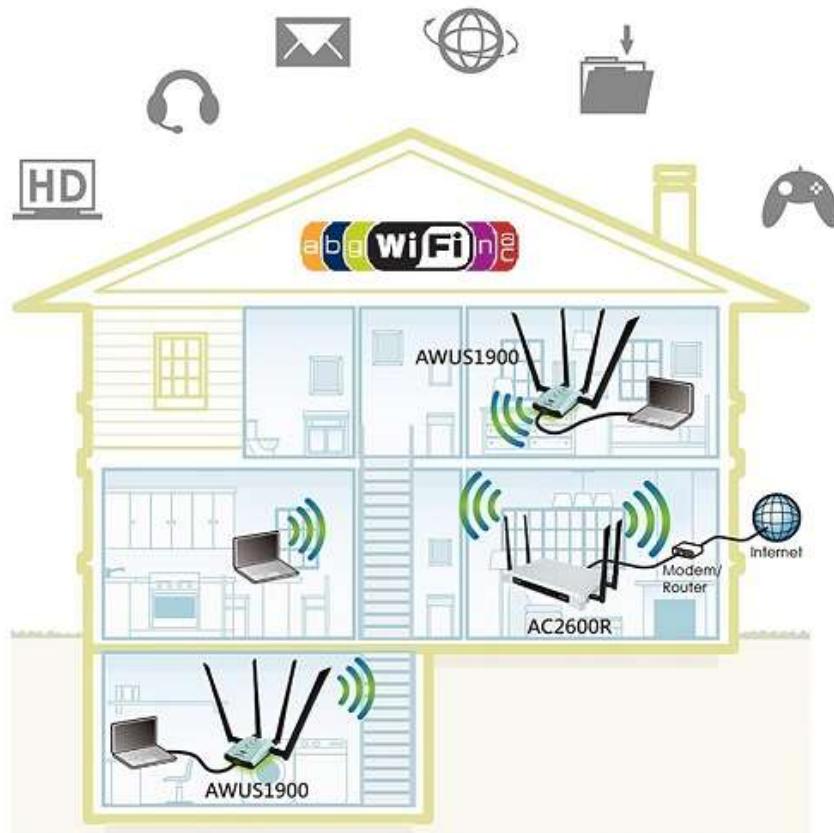


Figura 4.12 Comunicación Wi-Fi.

Fuente: (Siliceo, 2021)

Además de las características anteriormente mencionadas, esta comunicación tiene algunas ventajas que se enlistaran a continuación:

- El costo de sus equipos es bajo.
- Su instalación, configuración y puesta en marcha son sencillas.
- Posee un bajo consumo de potencia.
- Hace uso de frecuencias libres como son 2.4 GHz y 5.8 GHz.
- Sus estándares se encuentran en continuo desarrollo y se actualizan de manera frecuente.

- Existe mucha variedad de equipos en el mercado.

A continuación, se mostrará una Tabla 4-3. *ZigBee vs Bluetooth vs Wi-Fi*. comparativa de los valores de velocidad y de rangos de cobertura que posee los diferentes tipos de comunicación:

Tabla 4-3. ZigBee vs Bluetooth vs Wi-Fi.

Protocolo	Velocidad	Rango
ZigBee	20-250 Kbps	10-100m
Bluetooth	1-3 Mbps	2-10m
Wi-Fi	1-11 Mbps	30-100m

Fuente: (Valdiosera, 2013)

Como se ve en la tabla el protocolo con mejor velocidad y rango de cobertura es Wi-Fi, por esta razón este es el protocolo elegido para el proceso trasmisión de información del prototipo.

4.3.5. Etapa de almacenamiento y control

Para esta parte será necesario la implantación de un servido en el cual se debe encontrar una base de datos que permita almacenar los valores de consumo generados por los clientes, este dato será el resultado del proceso de conversión del tren de pulsos dado por el sensor de caudal a su valor equivalente en litros, que se da en el módulo ESP-07.

Este servidor a más de cumplir con la tarea de almacenar los datos de consumo de agua potable de las viviendas, deberá contar con un servidor web que permita que un trabajador de la empresa encargada pueda visualizar estos valores y proceder a generar la facturación correspondiente, en el caso de que se llegue a presentar alguna eventualidad es importante que la comunicación entre el servidor y el prototipo sea bidireccional para que así este pueda enviar las señales de activación o desactivación del servicio de agua potable mediante la apertura o cierre de la electroválvula correspondiente.

Para realizar la instalación y configuración del servidor web se utilizará Apache HTTP Server, este es un software libre de código abierto, totalmente configurable y su uso es libre. En la actualidad es uno de los más usados para plataformas ya sea Linux o Windows. En la Figura

4.13 Funcionamiento del servidor Apach. se muestra como es el funcionamiento de este servidor. (Beltran, 2021)



Figura 4.13 Funcionamiento del servidor Apach.

Fuente: (Norfipc, 2021)

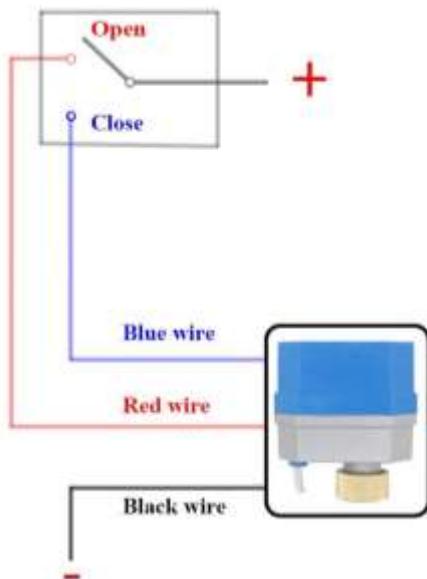
Algunas de las ventajas que se presentan el servidor Apache son las que se muestran a continuación:

- Permite probar y realizar una visualización de las páginas web tal como si ya estuvieran cargadas en el internet en un host o servidor en la red. Esto es muy útil cuando lo que se busca es crear su propia página web ya que se puede ir haciendo varias pruebas sin miedo a que se pueda llegar a estropear.
- Permite ver de manera local páginas web realizadas en lenguaje php.
- Mediante el uso del módulo Virtual Host tiene la posibilidad de crear varios sitios web en la propia PC del usuario.
- Debido a que al usar Apache se evita el depender de otras compañías y el no utilizar servidores remotos ayuda a constituir una experiencia muy enriquecedora para cualquiera que guste realizar este tipo de sistemas.
- En el ámbito de la seguridad brinda varias ventajas ya que actúa como un intermediario entre el internet y la PC, etc.

Para que se pueda dar esta señal de apertura o cierre de la electroválvula un operador deberá ser el encargado de generar estas órdenes o señales, se trasmisirán al prototipo el cual está en constante espera de recibir dichas señales. Estas al llegar al prototipo se almacenarán en Diseño De Sistema Scada Para Monitorear Consumo De Agua En Viviendas Residenciales.

una variable la cual dependiendo de la señal enviada variara el estado en el que se encuentra el puerto GPIO12 asignado para la apertura o el puerto GPIO14 asignado para el cierre del dispositivo.

Para el control de la electroválvula se tendrá que designar dos puertos GPIO uno para abrirla y otro para poder cerrarla tal como se ve en la Figura 4.14 Conexión de la electroválvula. la electroválvula requiere que se alimente el cable rojo para abrirla y si se desea cerrar deberá alimentarse al cable azul.



Step1, Prepare a switch to change **blue wire or **red wire** to +;**

Step2, Connect the **black wire to -;**

While the **red wire** is connected to +, the valve **open**;

While the **blue wire** is connected to +, the valve **close**.

Figura 4.14 Conexión de la electroválvula.

Fuente: (Amazon, 2020)

4.3.6. Sistema de carga

Como medida de protección se implementará un banco de baterías este evitara que el prototipo deje de funcionar por falta de alimentación de su fuente externa en este caso se consideraría como fuente externa a la red eléctrica perteneciente a la vivienda. Esto nos

permitirá asegurarnos que el prototipo funcionará de manera continua a pesar de que deje de tener suministro de corriente de la red de la vivienda.

Se espera que el funcionamiento de este banco de baterías sea de tal manera que al presentarse un corte en el suministro de energía eléctrica se dé la intervención de la batería convirtiéndose en la alimentación del prototipo hasta que se pueda lograr reconectar la red externa.

Estas acciones se toman como medidas de prevención ante actos mal intencionados o de carácter furtivo que puedan generar el corte de energía, el hecho de que el sistema llegara a quedarse sin el voltaje de alimentación generaría de manera directa un daño al proceso de elaboración de las facturas y por lo tanto afectaría los valores de cobro de este servicio. A la final esto llevaría a que los valores generados por el prototipo no posean concordancia alguna con los que en realidad se dieron.

De manera general la principal fuente de alimentación del prototipo se tomará de una fuente de 5V, esta fuente se encuentra conectada a una toma de 120V perteneciente a la red eléctrica de la vivienda. Para poder lograr que este sistema de alimentación funcione de manera correcta se buscara que tanto la alimentación de 5V como el Banco de baterías trabajen en paralelo, de esta manera se conseguirá que al presentarse el corte de energía de la fuente de 5V el banco de baterías entra a funcionar de manera inmediata, a su vez se busca que al presentarse la descarga de la batería esto genere una diferencia de tensiones entre estas 2 alimentaciones provocando que la toma de 5v proceda a recargar el banco de baterías.

4.4. PLAN DE PRUEBAS

Con el fin de poder validar que el funcionamiento del prototipo es correcto se diseñará una maqueta que permita simular el proceso de recolección de datos de consumo de agua potable, la maqueta estará formada por un reservorio el cual estará conectado a una bomba, estos dos elementos serán los encargados de simular la red de distribución correspondiente, la bomba tomara el agua del reservorio y lo enviara a los 2 prototipos pasando antes por un medidor de agua convencional, esto nos permitirá hacer las comparaciones pertinentes que nos ayuden a determinar el margen de error que tendrá el prototipo frente a los valores arrojados por el medidor convencional.

A continuación, se muestra la Figura 4.15 Diagrama de flujo de la maqueta de pruebas. con el esquema de como se espera que la maqueta funcione.

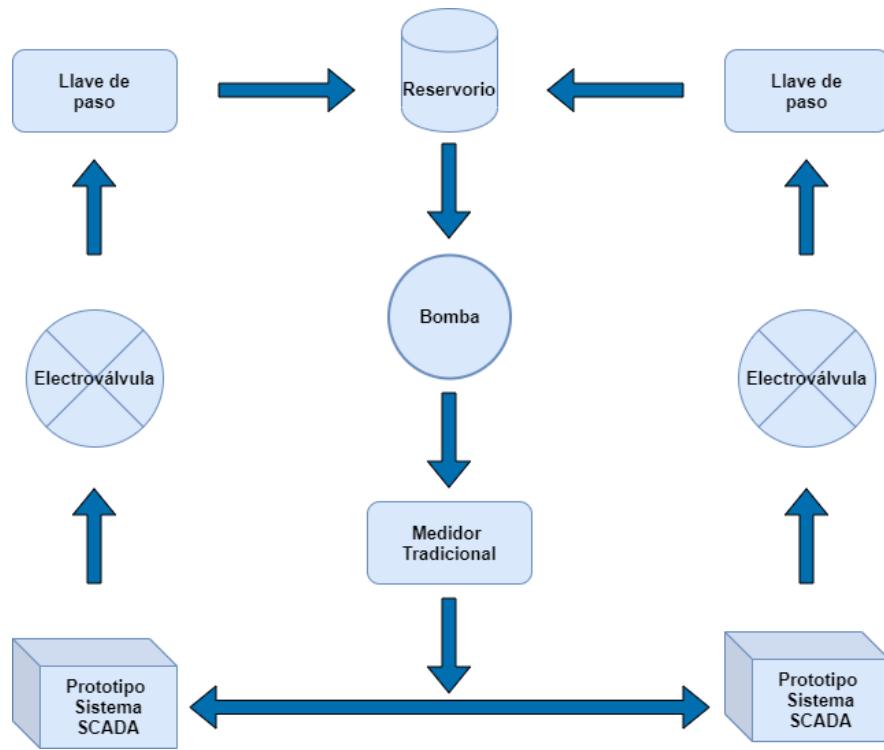


Figura 4.15 Diagrama de flujo de la maqueta de pruebas.

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Figura 4.15 Diagrama de flujo de la maqueta de pruebas. el flujo de agua que circula por los prototipos se da de manera cíclica, esto se plantea con la intención de que se simule de la mejor manera el flujo de agua que es entregado por la empresa a cada uno de sus clientes, para cumplir este objetivo se utilizará una bomba la cual tomara el agua del reservorio y la enviara al medidor convencional y posteriormente llegaran al prototipo para al salir de este regresar al reservorio. Los prototipos también contaran con una electroválvula cada uno esta es la que nos permitirá controlar el cierre o paso de flujo de agua dependiendo de la señal que se envíe desde el servidor web. Con el objetivo de realizar pruebas de manera individual a los prototipos se añadió una llave de paso al final esto permitirá poder probar de manera individual cada uno de los prototipos de prueba.

La dinámica de envío y almacenamiento de datos provenientes del prototipo en la base de datos ubicada en el servidor de la empresa se dará cada 15 litros, facilitando el monitoreo de

este proceso tanto al usuario como al empleado encargado de esta tarea. De esta manera se tendrá que el dato de consumo generado de manera semanal se irá reiniciando al llegar el contador del módulo ESP-07 al valor de consumo que se determinó, entonces se tendrá que los datos irán variando cada 15 litros y se registran con la hora y fecha correspondiente al ingreso de este al servidor.

Según datos emitidos por la empresa ETAPA EP la cual es la empresa encargada de distribuir el agua potable en la ciudad de Cuenca – Ecuador, una vivienda consume un total de 16 metros cúbicos aproximadamente de agua potable al mes.

A continuación, se muestra la Tabla 4-4. *Consumo promedio de agua potable por vivienda.* que ha tenido la empresa desde el año 2007 al 2018.

Tabla 4-4. Consumo promedio de agua potable por vivienda.

Año	Consumo promedio mensual por vivienda (m ³)
2007	16.3
2008	16.4
2009	17
2010	17.1
2011	17.1
2012	17.5
2013	18.0
2014	18.1
2015	17.5
2016	16.6
2017	16.2
2018	16.4

Fuente: (ETAPA EP, 2018a)

En base a los datos que se observan en la tabla se establece que el prototipo almacenara de manera semanal el dato de consumo de agua, entonces si se tiene que el promedio de consumo de agua es de 17 m³ por mes, se calcula que el consumo semanal por vivienda está alrededor de los 4.63 m³.

Considerando este valor las pruebas se llevarán a cabo estableciendo este valor de 4.63 m³ como un valor límite, pues se considera que este es el valor que se tiende a consumir de manera semanal por vivienda en la ciudad de Cuenca Ecuador.

El esquema que se llevara a cabo para la realización de las pruebas obedece al diagrama de flujo que se muestra debajo, el proceso inicia cuando el prototipo nos indica un valor de 0 litros en valores de consumo, se enciende la bomba para que empiece a fluir liquido por los sensores de caudal para que así se empiecen a generar las lecturas de valores, el momento en que se determine que se consumió 15 litros adicionales a la lectura anterior se envía este dato al servidor para ser almacenado, se repite este mismo proceso hasta llegar a los a obtener un valor de consumo similar a 4.63 m^3 que es el valor promedio de consumo de agua potable.

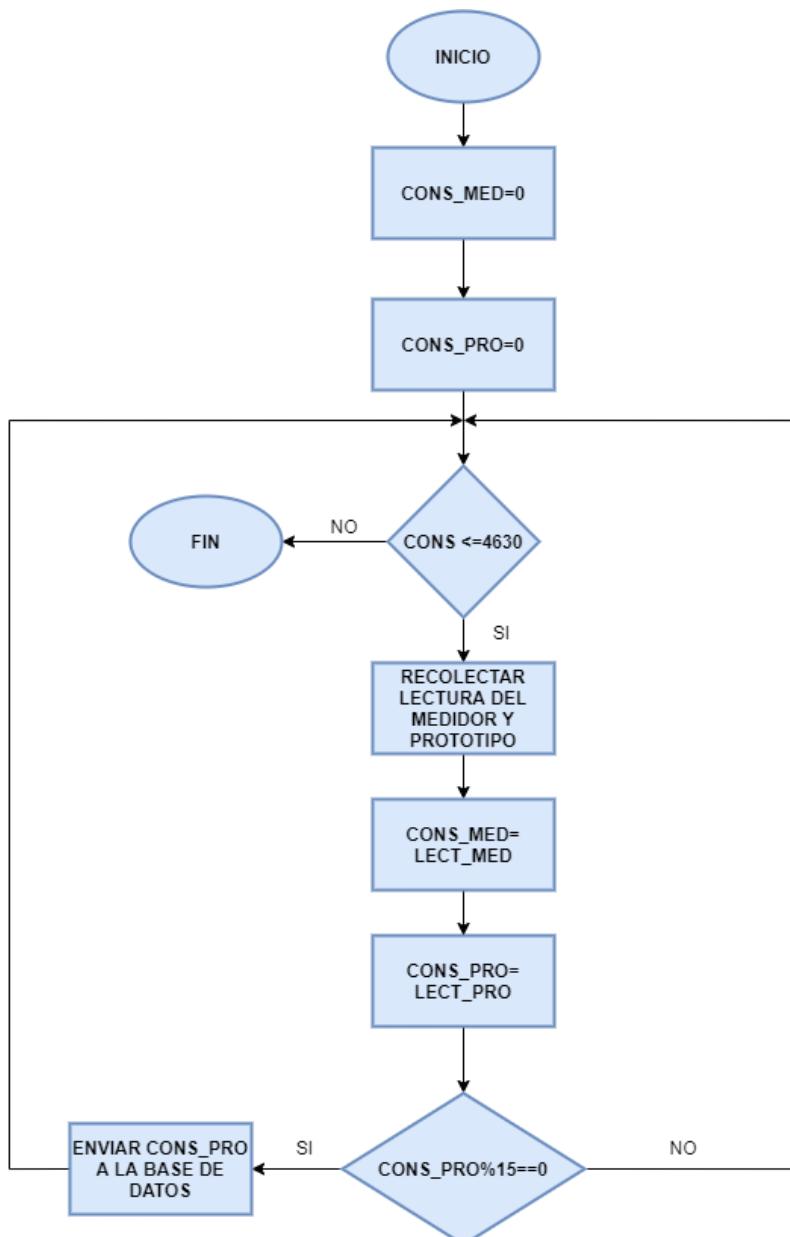


Figura 4.16 Diagrama de flujo de pruebas

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se haya realizado las pruebas se procederá a determinar cuál es el error que presenta el prototipo frente al medidor convencional, una vez que se ha logrado determinar cuál es el error se procede a calcular el costo que tendría este dentro de la tarifa de pago que deberá hacer el cliente, para esto se debe utilizar el pliego tarifario que posee la empresa ETAPA EP. La Tabla 4-5. *Pliego tarifario de consumo de agua potable.* a continuación nos muestra los valores requerido, si se desea conocer más de este pliego se puede consultar el **Anexo E.**

Tabla 4-5. Pliego tarifario de consumo de agua potable.

Rango de consumo (m ³)	Cargo por disponibilidad (\$/mes)	Cargo variable (\$/mes)
0 -20	3.13	0.415
21 – 25	3.13	0.63
26 – 40	3.13	0.68
Más de 40	3.13	0.73

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se conoce el pliego tarifario se procede a determinar el valor a pagar a través de la aplicación de la siguiente formula:

$$\text{Valor} = \text{Cargo por disponibilidad} + (\text{Consumo} * \text{Cargo variable})$$

Esto nos permitirá saber si el error que puede presentar el prototipo generaría que el valor de la factura sufra una modificación que genere molestia en los usuarios, o de lo contrario es un valor que no representa grandes incrementos.

4.5. RESULTADOS ESPERADOS

Al desarrollar este proyecto se espera poder obtener como resultado el diseño de un prototipo SCADA que permita automatizar el proceso de recolección de datos de consumo de agua en viviendas residenciales del área urbana, esto ayudara a disminuir los altos índices de errores de facturación que se presentan en las diferentes empresas encargadas de distribuir de estepreciado recurso, estos errores generalmente se presentan por la lectura o digitación incorrecta por parte del personal encargado de estas tareas. Además, se puede realizar el

controlar del suministro de este líquido gracias a la implementación de una electroválvula que se puede activar o desactivar de manera remota, esta implementación ayudara en casos en donde se detecte que existen fugas o desviaciones en la red de distribución.

4.6. PRESUPUESTO

Se ha desarrollado un presupuesto en base a los componentes necesarios para el armado de del prototipo. Es importante que se tenga muy en cuenta la variedad de componentes que existen hoy en día en el mercado y nos da una gran variedad de opciones por las cuales se puede optar, por esta razón el presupuesto que se presenta puede llegar a tener variaciones en sus costos. Sin embargo, estos valores plantaran una guía de referencia en el inicio de la construcción del prototipo a futuro en un mediano plazo.

El presupuesto consta de valores reales que se han cotizado en el mercado ecuatoriano con la moneda local Dólares estadounidense (\$), por lo que se ha debido realizar la conversión a Euros (€) con el factor de cambio de 1 Dólar estadounidense =0,8432 Euros.

A continuación, se muestra la Tabla 4-6. *Presupuesto para la construcción del prototipo.* con los valores de referencia para esta cotización:

Tabla 4-6. Presupuesto para la construcción del prototipo.

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio unitario (EUR)	Precio total (USD)	Precio total (EUR)
4	Válvulas electrónicas Motorizadas	\$70.00	58.80 €	\$280.00	235.20 €
4	Micro medidores flujo metros	\$20.00	16.80 €	\$80.00	67.20 €
4	Placa con Anti suelda	\$40.00	33.60 €	\$160.00	134.40 €
4	Fuentes de alimentación 12v	\$15.00	12.60 €	\$60.00	50.40 €
4	Electrónica de acoplamiento de señales	\$30.00	25.20 €	\$120.00	100.80 €
4	Bancos de baterías	\$45.00	37.80 €	\$180.00	151.20 €
4	Carcazas IP 56	\$50.00	42.00 €	\$200.00	168.00 €
2	Maqueta	\$100.00	84.00 €	\$200.00	168.00 €
4	Módulos WIFI ESP-07	\$45.00	37.80 €	\$180.00	151.20 €
TOTAL				\$1,460.00	1,226.40 €

Fuente: Elaboración Propia

4.7. PLANIFICACIÓN

La planificación bajo la cual se llevó cabo el desarrollo de este proyecto esto formada por las múltiples actividades. Estas actividades se realizaron de tal manera que se cumplió a cabalidad con el plan que se planteó al inicio tal como se muestra en el Diagrama de Gantt del **Anexo F**. El flujo de este diagrama está desarrollado en base a las siguientes actividades

- Estudio y recopilación de información relevante respecto al estado del arte.
- Determinación de requisitos que debe cumplir el prototipo.
- Diseño del sistema de adquisición de datos.
- Diseño del sistema de procesamiento y trasmisión de datos
- Diseño del sistema de almacenamiento y control de datos.
- Diseño del sistema de carga.
- Desarrollo del presupuesto para la futura construcción del prototipo.
- Desarrollo de conclusiones y trabajos futuros.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

5.1. CONCLUSIONES

Como se había planteado en el capítulo de INTRODUCCIÓN el objetivo al que apunta con este proyecto es el brindar una posible solución a la problemática que actualmente se presente cuando se habla de control y monitoreo del uso de los servicios básicos como lo es el agua potable en las ciudades, este servicio es brindado a los abonados mediante empresas públicas que se encargan de distribuir y comercializar este servicio, sin embargo los métodos que se siguen usando consisten en enviar al personal asignado a recolectar los datos de consumo de cada uno de los medidores de las viviendas y este se da de manera manual mediante el llenado de formularios que ya está establecidos. La llegada de los medidores inteligentes nace del objetivo de poder dar una solución óptima a este problema buscando siempre generar una mejora significativa en el proceso de recolección de datos y por consiguiente el proceso de facturación.

Gracias al desarrollo de este proyecto se permitirá dar un mejor proceso de recolección, almacenamiento y análisis de los datos de consumo de agua se considera que se da por resulta la problemática, pues el objetivo del proyecto no es solo el de poder recolectar la información de mejor manera sino también el poder realizar análisis de los datos que puedan ayudar en el futuro al inicio de nuevos proyectos para continuar mejorando los procesos de acuerdo a las necesidades que se vayan generando por parte de los clientes. Se logra establecer el manejo de una electroválvula de manera remota pudiendo cerrar o abrir el suministro de agua desde las oficinas de la empresa, sin necesidad de que una persona se acerque a la vivienda para poder realizar la acción de manera manual.

Dentro de las principales contribuciones que se tiene después de haber elaborado este TFM se puede ver:

- Metodología y especificaciones para el diseño del sistema SCADA planteado.
- Relación con la metodología SCRUM en el método que nos permite dar solución al diseño del sistema SCADA.

- Arquitectura e integraciones de tecnologías para el sistema SCADA que permita el monitoreo de consumo de agua en viviendas residenciales más óptimo.
- Elaboración de un presupuesto que sirva de referencia para en el futuro poder construir este prototipo.

Considerando estos resultados, a nuestro juicio ha quedado demostrado en el desarrollo del TFM que han sido alcanzados los objetivos específicos planteados ya que:

Objetivo específico 1. (**Diseñar un diagrama de flujo que determine los elementos y funcionamiento del prototipo**). Este objetivo se considera alcanzado ya que, tal y como queda reflejado en el apartado de 4.1 de la memoria y según los resultados obtenidos, se realizó una breve descripción de cuál era la problemática que se busca vencer y en base a eso se estableció los elementos que deberá tener el prototipo y que funciones cumplirá cada uno.

Objetivo específico 2. (**Determinar los requisitos que debe cumplir cada una de las etapas que forman el sistema SCADA**). Este objetivo se considera alcanzado como queda reflejado en los apartados de 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5 y 4.3.6 de la memoria y según los resultados obtenidos se cumplió de manera satisfactoria ya que en estos apartados se realizó una breve descripción de que acciones se deben dar en cada etapa y cuáles son los dispositivos que se emplearan para poder realizarlas.

Objetivo específico 3. (**Diseñar un plan de pruebas que nos ayude a constatar el correcto funcionamiento del sistema SCADA**). Este objetivo se considera alcanzado como queda reflejado en el apartado de 4.4 de la memoria y se considera que se cumplió de manera satisfactoria ya que en este se estableció cual sería el modelo de la maqueta y se definió los intervalos de medición que serían enviados para no saturar al servidor, en este caso sería de 15 litros, todos estos parámetros ayudaran a realizar las pruebas del funcionamiento del prototipo.

Objetivo específico 4. (**Desarrollar el presupuesto que implicará la construcción del prototipo**). Este objetivo se considera alcanzado como queda reflejado en los apartados de 4.6 y 4.7 de la memoria y se considera que se cumplió de manera satisfactoria ya que es de conocimiento general que hoy en día la relación entre oferta y demanda que posee el mercado actual ofrece gran variedad de dispositivos que pueden satisfacer los requerimientos que se

establecieron para el prototipo, es por esto que se elaboró un presupuesto que sirviera de referencia para que en el futuro se pueda tener una base de como iniciar la implementación de este sistema SCADA.

El habilitador digital que se aplica en el proyecto es el de Sistemas Ciberfísico pues como dice su definición es un conjunto de dispositivos que permiten tener capacidades computacionales de almacenamiento y comunicación de uno o más procesos físicos, y dentro del proyecto se ve reflejado todo esto pues se tiene el almacenamiento de datos en un servidor para luego ser analizados y tomar las acciones pertinentes en el caso de que se presente alguna eventualidad. A su vez dentro del Servidor Web se tiene la capacidad de que un empleado pueda enviar el comando necesario para controlar la apertura o cierre de la electroválvula que permite el paso del agua a las viviendas residenciales.

Además, dentro del diseño del sistema SCADA se logra establecer una etapa de transmisión mediante el uso del protocolo IEEE 802.11, para esto se plantea el uso de una estructura de red tipo estrella donde los medidores podrán enviar la información obtenida de su etapa de control a un servidor central en tiempo real, este se encargará de realizar la función de almacenamiento, control y posteriormente ayudara a la facturación, esto evitara que un empleado de la empresa tenga que ir a recolectar de manera manual el dato para luego ser ingresado al sistema para generar la factura de los valores consumidos por la vivienda.

Para la etapa de almacenamiento y control se plantea una página web donde se pueda observar en tiempo real cual es el valor de consumo que poseen las viviendas, también se podrá observar de manera estadística los datos generados, en esta se contara con los activadores que emitan las señales para cumplir con las acciones de corte y conexión del suministro de agua. Dentro de esta etapa el habilitador digital que más importancia tendrá es Big Data (Análisis de Datos), pues nos permitirá hacer análisis de los datos recolectados para la toma de decisiones de manera oportuna frente a múltiples eventualidades.

Por consiguiente, se puede concluir que el objetivo principal, (**Diseñar un sistema SCADA para el monitoreo y control del consumo de agua potable en viviendas residenciales**), ha sido alcanzado tras la realización de este TFM.

5.2. TRABAJOS FUTUROS

Para el caso de este proyecto se establece que una línea de trabajo futura que agregue un valor añadido será la de poder brindar una mayor robustez a la etapa de almacenamiento y control que en el caso actual usará Apache HTTP Server, para este objetivo se plantea el uso de plataformas de propósito general, este tipo de plataformas tiene la característica de que ofrecen soluciones de manera más completa en las áreas de servicios Cloud y que en la actualidad se encuentran liderados por grandes proveedores como los Microsoft Azure, Google Cloud o AWS.



Figura 5.1 Plataformas de propósito general.

Fuente: (Kaushik, 2019)

Debido al amplio catálogo de componentes que poseen hoy en día las plataformas de servicio Cloud se ha logrado que cada vez sea más la aceptación que tienen pues ofrecen sus infraestructuras como servicios (IaaS) para solventar el desarrollo de situaciones que requieren la intervención de IoT. De esta manera se deja planteado la sugerencia de trabajo futuro que permita aumentar la robustez de la etapa de almacenamiento y control.

Una de las plataformas que más se utilizan es Azure por esta razón se plantea la propuesta de trabajo futuro en ella. Azure se caracteriza por brindar gran cantidad de componentes que se integran en la nube ayudándonos a solventar las necesidades de una determinada solución dependiendo del grado de complejidad que este tenga.(Microsoft, 2021)

A continuación, se muestra un despliegue en Microsoft Azure que podría ser aplicado en el proyecto a futuro:

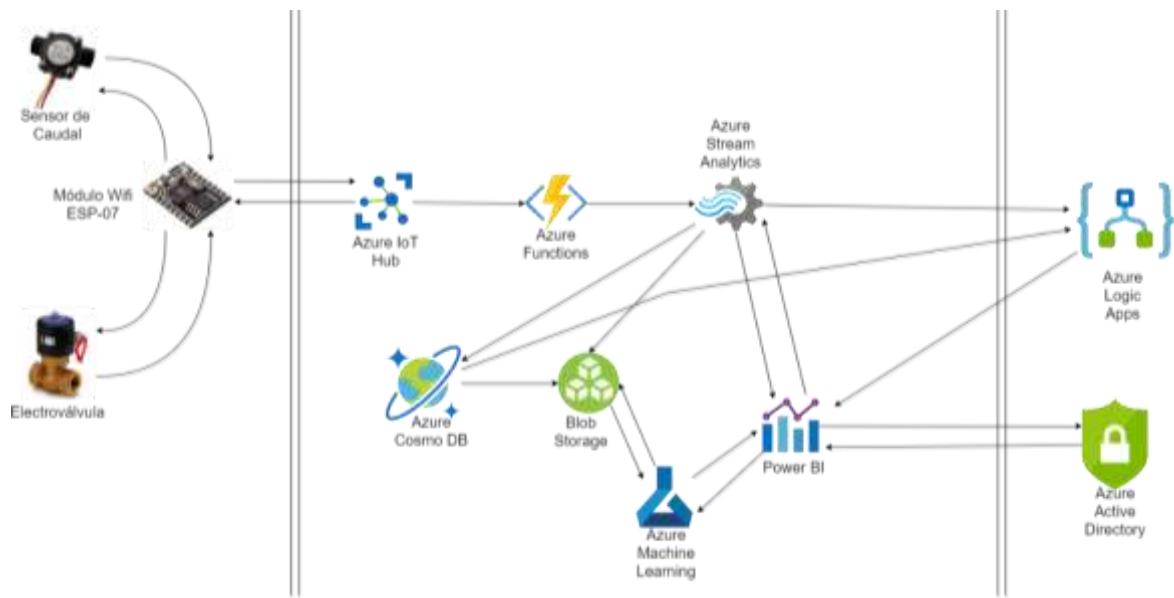


Figura 5.2 Despliegue de elementos en Azure.

Fuente: Elaboración propia

Este diagrama muestra algunas de las aplicaciones que posee esta plataforma, sin embargo, existen muchas más por lo que su uso dependerá de cuál es la necesidad que se tenga. A continuación, se mostrará una breve descripción de los componentes:

- **Azure IoT Hub**, este cumple la función de una puerta de enlace para la nube la cual permite una conexión segura, una ingestión de eventos, administración de dispositivos y una comunicación bidireccional.
- **Azure Cosmo DB**, este es usado para almacenar en rutas de acceso semiactivas, es una base de dato de distribución global.
- **Blob Storage**, permite almacenar información en rutas de acceso que se encuentran inactivas, permite almacenar de manera indefinida y a bajo costo.
- **Azure Functions**, este permite transformar los datos a un formato adecuado para poder ser procesado luego, se usa después de IoT Hub, por lo general esta función viene integrada con IoT Hub, Cosmo DB y Blob Storage.
- **Azure Machine Learning**, este sirve para el aprendizaje automático mediante la implementación de algoritmos de predicción basándose en datos históricos de telemetría.

- **Azure Stream Analytics**, ayuda en la ejecución de procesamiento de datos, permite realizar análisis a través de funciones que se basan en ventanas temporales.
- **Power BI**, este componente le permite ver datos y compartir información en toda la organización, así como insertarla en su aplicación o sitio web.
- **Azure Logic Apps**, este componente es usado para la integración de procesos como lo es gestión de correo electrónico, visualización de información como Power BI, alarmas, etc.
- **Azure Active Directory**, sirve para la autenticación y autorización de usuarios estableciendo sus privilegios como por ejemplo el proceso de actualización de un firmware. (Microsoft Azure, 2021)

Referencias bibliográficas

- Altamira, J. (2014). *Generalidades de necesidad de medición.*
<https://jaltimira.files.wordpress.com/2012/01/acometidas-y-contadores.pdf>
- Alvarez, R. (2018). *Conjunto de protocolos Zigbee e La promesa de masificar la Domotica? / Domotica para todos.* <http://domoticaparatodos.com/2016/11/conjunto-de-protocolos-zigbee-la-promesa-de-masificar-la-domotica/>
- Amazon. (2020). *12v - 2 tipos de conexión - válvula esfera motorizada normalmente cerrado válvula 2 vías motorizada electroválvula 12v 1/2 3/4 1 1-1/4 pulgada (1/2 pulgada DN15): Amazon.es: Bricolaje y herramientas.* <https://www.amazon.es/Valvula-motorizada-valvula-electrovalvula-pulgada/dp/B07K44BLL3?th=1>
- Antevenio. (2020). *¿Qué es la metodología SCRUM? Guía práctica con ejemplos.*
<https://www.antevenio.com/blog/2020/02/que-es-la-metodologia-scrum/>
- ARCA. (2017). *Agenda Regulatoria 2007.* <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/AGENDA-REGULATORIA-ARCA-2017.pdf>
- Ávila, E., & Abad, A. M. (2013). Delfdroid y su comparación evaluativa con XP y Scrum mediante el método 4-DAT Comparative Evaluation of Delfdroid whit XP and Scrum using the 4- DAT. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(1), 2227–1899.
- Becerra, P. (2018). Revisión de estado del arte del ciclo de vida de desarrollo de software seguro con la metodología SCRUM | INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TIC. *Revisión de Estado Del Arte Del Ciclo de Vida de Desarrollo de Software Seguro Con La Metodología SCRUM*, 1.
- Beltran, G. (2021, April 29). *¿Qué es Apache? Descripción completa del servidor web Apache.*
<https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-apache/>
- Carrod Electronica. (2020). *Sensor de Flujo de Agua 1/2" YF-S201.*
<https://www.carrod.mx/products/sensor-de-flujo-de-agua-1-2-yf-s201>
- Ceballos, Z. (2018). *Los tres roles de la metodología SCRUM.*
<https://zoraidaceballosdemariño.info/scrum/scrum-roles-y-responsabilidades-del-scrum-team/>

Chuquimarca, E. (2014). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE A TRAVÉS DE INTERNET Y CORREO ELECTRÓNICO*. Universidad Nacional de Loja.

Conectar. (2019). *⊗ La metodología SCRUM. Que es y como funciona [Act.2019]* .
https://blog.conectart.com/la-metodologia-scrum-scrum-methodology/#Roles_de_Scrum

Contreras Moroch, M. F. (2015). *DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MEDICION, MONITORE Y CONTROL DE CARGA ELECTRICA PARA APLICACIONES DOMESTICAS*.

Corral, P., Coronado, B., De Castro Lima, A. C., & Ludwig, O. (2012). Design of Automatic Meter Reading based on Zigbee. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, 10(1), 1150–1155. <https://doi.org/10.1109/TLA.2012.6142452>

Creus, A. (2010). *Instrumentación industrial* (Alfaomega).

Del Rosario, E. (2018). *ESP8266 versión ESP07 – GIRNI*.
<http://blog.espol.edu.ec/girni/esp8266-version-esp07/>

Delgado, E. (2008). Metodologías de desarrollo de software. ¿Cuál es el camino? *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2.

Díaz, A., & Hernández, J. C. (2011). *Smart Grid : Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica – Estado del Arte*. 9, 53–81.

Díaz, J. (2008). *Equipos de medida inteligentes para la gestión de la demanda de agua*.

EL Comercio. (2018). *En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región | El Comercio*.

ETAPA EP. (2018a). *Consumo promedio mensual de Agua Potable por Vivienda Consumo promedio mensual por vivienda*. 11.

ETAPA EP. (2018b). *PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN, VALORACIÓN Y FACTURACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO*. 4.

Fang, X., Misra, S., Xue, G., & Yang, D. (2012). Smart Grid — The New and Improved Power Grid: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 14(4), 944–980. <https://doi.org/10.1109/SURV.2011.101911.00087>

Fernández, Y. (2020, April 21). *Bluetooth: diferencias y características de sus clases y versiones*. <https://www.xataka.com/basics/bluetooth-diferencias-caracteristicas-sus-clases-versiones>

Figueroa, R. G., Solis, C. J., & Cabrera, A. A. (2008). Metodologías tradicionales vs. Metodologías ágiles. *Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias En Computación.*, 1–9.

Goñi, A., Ibáñez, J., Iturrioz, J., & Vadillo, J. Á. (2014). Aprendizaje Basado en Proyectos usando metodologías ágiles para una asignatura básica de Ingeniería del Software. *XX Jornadas Sobre La Enseñanza Universitaria de La Informática (JENUI 2014)*, 133–140.

Grupo Los Hidricos CD. (2019). *Medidor Chorro Único*. <https://grupoloshidroscd.ec/medidor-chorro-unico/>

Hernández, G., Martínez, Á., Argote, I., & Coral, D. (2015). Metodología adaptativa basada en Scrum : Caso empresas de la Industria de Software en San Juan de Pasto - Colombia. *Revista Tecnológica ESPOL*, 28(5), 211–223.

Herrer Gracia, V. (2019). *Comunicación alámbrica e inalámbrica*. <https://sites.google.com/site/comunicacionalainala/home>

Jhon, R., & Gabriel, S. (2017). Sistema de Medición Inteligente de Energía Eléctrica en la Empresa The Tesalia Springs Company S . A .: Implementación y Análisis de Resultados Intelligent Electrical Energy Measurement System in The Tesalia Springs Company S . A .: Implementation and Res. *Revista Politécnica*, 39(2), 1–7.

Kaushik, R. (2019, August 13). *AWS vs Azure vs Google: análisis comparativo de las principales plataformas en la nube - Cynoteck*. <https://cynoteck.com/es/blog-post/aws-vs-azure-vs-google/>

La Voz. (2015, July 18). *Instalación de agua: lo que hay que tener / Tendencias / La Voz del Interior.* <https://www.lavoz.com.ar/tendencias/instalacion-de-agua-lo-que-hay-que-tener/>

Matanza Domingo, J. (2013). *Improvements in the PLC Systems for Smart Grids Environments.* 159. <http://www.iit.upcomillas.es/personas/jmatanza>

McDaniel, P., & McLaughlin, S. (2009). Security and privacy challenges in the smart grid. *IEEE Security and Privacy*, 7(3), 75–77. <https://doi.org/10.1109/MSP.2009.76>

Mecatronium Chips. (2015). *TUTORIAL SENSOR DE FLUJO YF-S201 - Mecatronium Chips.* <http://chips.mecatronium.com/tutorial-sensor-de-flujo-yf-s201/>

Microsoft. (2021). *Arquitectura de referencia de Azure IoT - Azure Reference Architectures / Microsoft Docs.* <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/reference-architectures/iot>

Microsoft Azure. (2021). *¿Qué es IaaS? Infraestructura como servicio | Microsoft Azure.* <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-iaas/>

Navarro Cadavid, A., Fernández Martínez, J. D., & Morales Vélez, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30–39. <https://doi.org/10.15665/rp.v11i2.36>

Norfipc. (2021). *Como instalar y configurar el servidor web Apache en Windows.* <https://norfipc.com/internet/instalar-servidor-apache.html>

OMS, & OPS. (2009). Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico. *Guías Técnicas Sobre Saneamiento, Agua y Salud (OMS/OPS)*, 9, 1–4.

Padilla, S., & Hernández, P. (2018). *DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA MEDIDORES DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE QUITO.* Universidad de las Américas.

Penalva, J. (2020, May 16). *Cómo montar un sistema de seguridad domótico en casa con estándares abiertos.* <https://www.xataka.com/especiales/como-montar-sistema-seguridad-domotico-casa-estandares-abiertos>

Pérez A., O. A. (2011). Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP - SCRUM. *Revista Inventum*, 6(10), 64.
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.6.10.2011.64-78>

Pruna, E., Andaluz, V., Molina, C., Lara, R., Naranjo, C., & Escobar, I. (2016). *Medidor digital de agua potable con comunicación inalámbrica Digital drinking water meter with wireless communication*. 3(2), 85–94.

Ramón, F., Pedraja, G., Quílez, V., Alcatel, S. De, & Red, T. De. (2011). *IEEE 802.11(Wi-Fi) El estándar de facto para WLAN*. 28–33.

Roche, J. (2019). *Las 5 ceremonias Scrum: claves para la gestión de procesos*.
<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/ceremonias-scrum.html>

Rodas, P., & Zumba, P. (2016). *PROPUESTA VALORADA Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIONES INALÁMBRICA COMUNITARIA PARA LA PARROQUIA SAN RAFAEL DE SHARUG DEL CANTÓN PUCARÁ, PROVINCIA DEL AZUAY*. Universidad Politécnica Salesiana.

Rodrigo, R. (2019). ▷ *Proceso unificado racional (RUP) vs. Scrum - Estudyando*.
<https://estudyando.com/proceso-unificado-racional-rup-vs-scrum/>

Rodriguez, A. (n.d.). *Tipos de Medidores o Micromedidores de Agua Que Existen*. Retrieved April 19, 2021, from https://excaleto.com/tipos-de-medidores-o-micromedidores-de-agua-que-existen/#Contadores_Volumetricos

Salazar, A. (2016, September 16). *Roles en un proyecto scrum*.
<http://www.prozessgroup.com/roles-en-un-proyecto-scrum/>

Sánchez, G., & Custodio, Á. (2007). DESARROLLO DE SISTEMA SCADA PARA EL CONTROL DE CAUDAL BASADO EN LINUX. In *Universidad, Ciencia y Tecnología* (Vol. 11, Issue 44). Dirección de Investigación y Postgrado, Vicerrectorado Puerto Ordaz de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre.”

Saravia, E., Ruiz, M., & Calmet, R. (2013). Diseño de un sistema móvil para la lectura de medidores mediante tecnología Bluetooth. *Industrial Data*, 16(1), 134–143.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81629469016>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2018, March 19). *El rol del Scrum Master - La Oficina de Proyectos de Informática.* <http://www.pmoinformatica.com/2018/03/rol-scrum-master.html>

Servicota, H. (2019). *✓Contador de agua de chorro único o múltiples / Serviconta-Heragua.* <https://www.serviconta-heragua.com/contador-agua-chorro-unico/>

Shenzhen Anxinke Technology. (2015). *ESP-07 Wifi Module.*

Siliceo. (2021). *▷ Las nuevas antenas WiFi AC 5ghz para PC, banda dual WiFi AC600, AC1200, AC1900, Cuál comprar.* -. <https://www.siliceo.es/las-nuevas-antenas-wifi-ac-5ghz-para-pc-banda-dual-wifi-ac600-ac1200-ac1900-cual-comprar/>

Sonia, I., & Pedro, L. (2014). Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación Implementing SCRUM in design of the Trabajo Final de Aplicación. *Scientia Et Technica, 19*, 413–418.

TecFluid. (2019). *Caudalímetros por pistón oscilante serie Covol – Tecfluid - Equips de mesurament de cabal i nivell.* <https://tecfluid.com/caudalimetros-por-piston-oscilante-serie-covol/>

TecFluid Serie COVOL. (2018). *Principio de funcionamiento.* https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/86302/Medidor-de-caudal-desplazamiento-positivo-piston-oscilante-Serie-Covol_Tecfluid.pdf

Telégrafo. (2018). *El 46% del agua potable que se consume en el Ecuador no se mide ni se factura.*

Tinoco Gómez, O., Rosales López, P. P., & Salas Bacalla, J. (2014). Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software. *Industrial Data, 13(2)*, 070. <https://doi.org/10.15381/idata.v13i2.6191>

Trigas Gallego, M., & Domingo Troncho, A. C. (2012). Gestión de Proyectos Informáticos. Metodología Scrum. *Openaccess.Uoc.Edu*, 56.

Universidad de los Andes. (2018). *Medidores de Flujo - Instrumentación.* http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/INST_Flujo/medidoresflujo/volumetrico/DISCOGIRATORIO.html

Diseño De Sistema Scada Para Monitorear Consumo De Agua En Viviendas Residenciales.

Valdiosera, A. (2013). *Diseño de medidor inteligente e implementación de sistema de comunicación bidireccional*. Instituto Politécnico Nacional.

Valle, E. S., Rivera, M. E. R., & Agnelli, R. C. (2013). Diseño de un sistema móvil para la lectura de medidores mediante tecnología Bluetooth. *Industrial Data*, 16(1), 134–143.

Viewnext. (2019). *Artefactos Scrum ¿Qué son y para qué sirven?* / Viewnext. <https://www.viewnext.com/artefactos-scrum/>

YIFA. (2013). *Datasheet YF-S201* (p. 2). <https://www.hobbytronics.co.uk/yf-s201-water-flow-meter>

Anexo A. Cuadro resumen de Medidores Inteligentes.

Propuesto por:	Año	Características
J. Tschmelak, D. Proll	2005	Emplea un sensor AWACSS
		Una PC controla la medición y la adquisición de datos
		Envía alarmas mediante un e-mail o SMS
E. Valle, M. Rivera	2013	Emplea tecnología Bluetooth
		Emplea un celular NEXTEL
		Permite tomar los datos de 7 medidores a la vez
		No emplea un MODEM GSM
		Emplea la metodología RUP
A. Valdiosera	2013	Emplea tecnología ZigBee
		Emplea un microcontrolador MCF51EM256
		Un Gateway crea y coordina la red
		Un concentrador enlaza la red ZigBee con internet
P. Corral, B. Coronado	2012	Emplea tecnología ZigBee
		Un módulo almacena en una pila el valor de consumo
		La información se envía al servidor mediante GPRS
E. Chuquimarpa	2014	Emplea tecnología Wi-Fi
		El núcleo del sistema es una Raspberry Pi
		Envía reportes del consumo al correo del usuario
		Los datos pueden ser visualizados en una página web y en un LCD
		Crea tablas de consumo diario a las 23H59
J. Adrianzen	2015	Emplea tecnología AMR
		Los datos de lectura se cargan en un dispositivo móvil del operador
		Un asistente EPS GRAU realiza la facturación
		Requiere de una red GSM/GPRS
		Requiere de un transmisor/receptor ZigBee
		Requiere una red Wi-Fi para transmitir datos
S. Padilla, P. Hernández	2018	Emplea tecnología Wi-Fi
		El núcleo del sistema es un Arduino Uno
		En una página web se puede ver el consumo de agua
		El consumo está dado por un código de identificación único del sensor
		La página web permite modificar, crear y eliminar registros de usuarios
		La lectura se puede visualizar en un pantalla LCD

Anexo B. Procedimiento de medición, valoración y facturación de agua potable y saneamiento.

1.1.1. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – GRC02-02-01

Responsable de Micromedición

1. Realiza un calendario de rutas para tomar la lectura de los medidores
2. Carga al sistema las rutas de lectura y la entrega al Lector.

Lector

3. Realiza la toma de lecturas de acuerdo a la ruta asignada y las registra junto con las novedades presentadas.
4. Envía la información de la lectura de los medidores al Digitador.

Digitador

5. Consolida la información de las lecturas y entrega al Responsable de Micromedición.

Responsable de Micromedición

6. Carga las lecturas al sistema, genera el listado de taller, el cual, evalúa y genera las inconsistencias de los consumos.
7. Envía las inconsistencias a los Lectores para una nueva toma de lecturas.

Lector

8. Realiza las relecturas a los medidores que presentaron inconsistencias.
9. Envía la información de las relecturas de los medidores al Responsable de Micromedición.

Responsable de Micromedición

10. Consolida la información de las relecturas y procede a revisar el primer listado de taller.
11. Revisa el primer listado de taller y corrige el mismo físicamente y lo envía al Asistente de Facturación.

Asistente de Facturación

1. Procede con las correcciones en el sistema y genera el segundo listado de taller y lo envía al Responsable de Micromedición.

Responsable de Micromedición

2. Envía las inconsistencias persistentes a los Supervisores de Lecturas para realizar una tercera lectura a los medidores donde se mantienen inconsistencias.

Supervisor de Lecturas

3. Realiza la toma de lecturas a los medidores donde se mantienen inconsistencias.
4. Envía la información de la lectura de los medidores al Responsable de Micromedición.

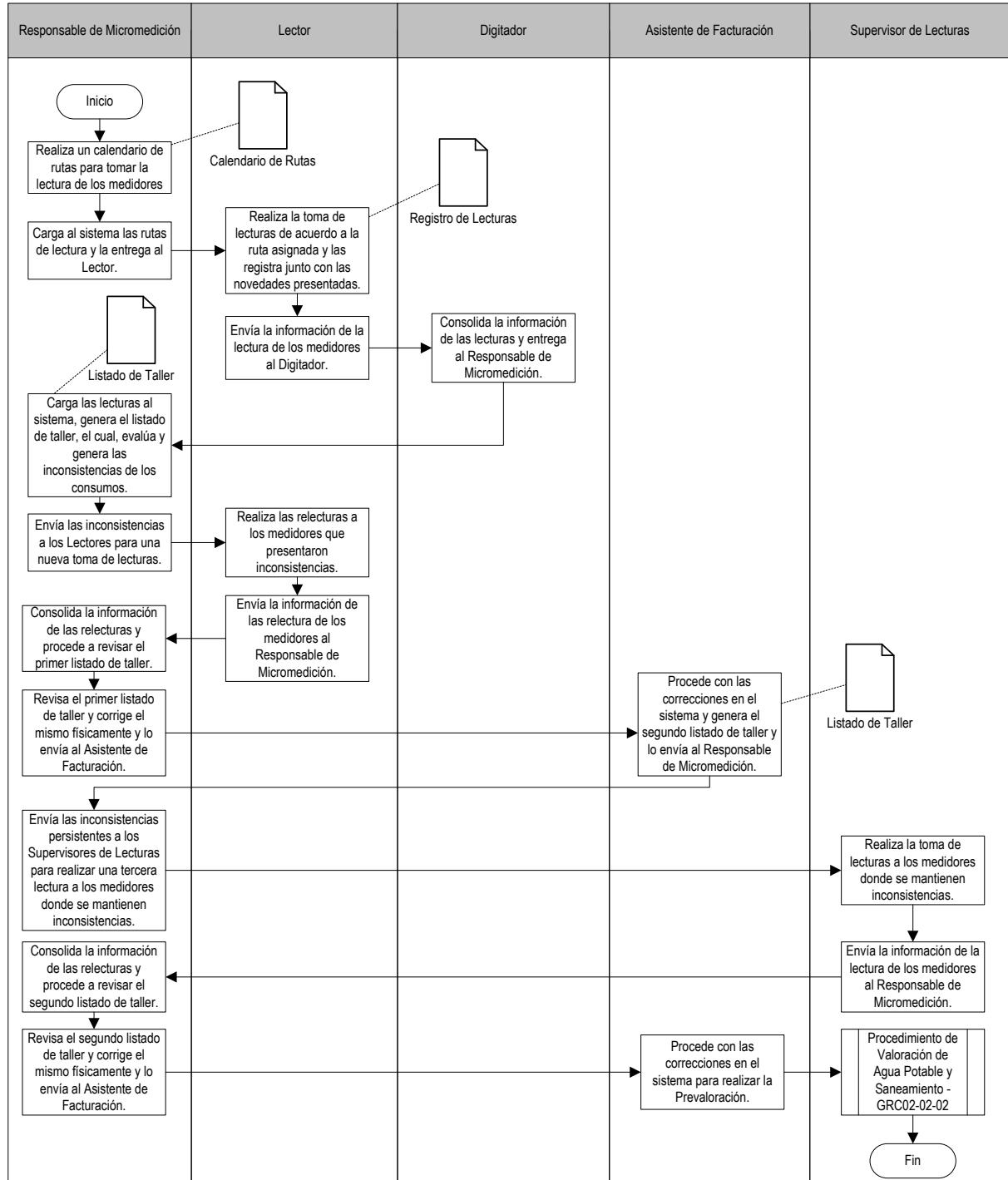
Responsable de Micromedición

5. Consolida la información de las relecturas y procede a revisar el segundo listado de taller.
6. Revisa el segundo listado de taller y corrige el mismo físicamente y lo envía al Asistente de Facturación.

Asistente de Facturación

7. Procede con las correcciones en el sistema para realizar la Prevaloración. **Continúa con el Procedimiento de Valoración de Agua Potable y Saneamiento - GRC02-02-02. FIN**

i. FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO MEDICIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – GRC02-02-01



1.1.2. PROCEDIMIENTO DE VALORACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – GRC02-02-02

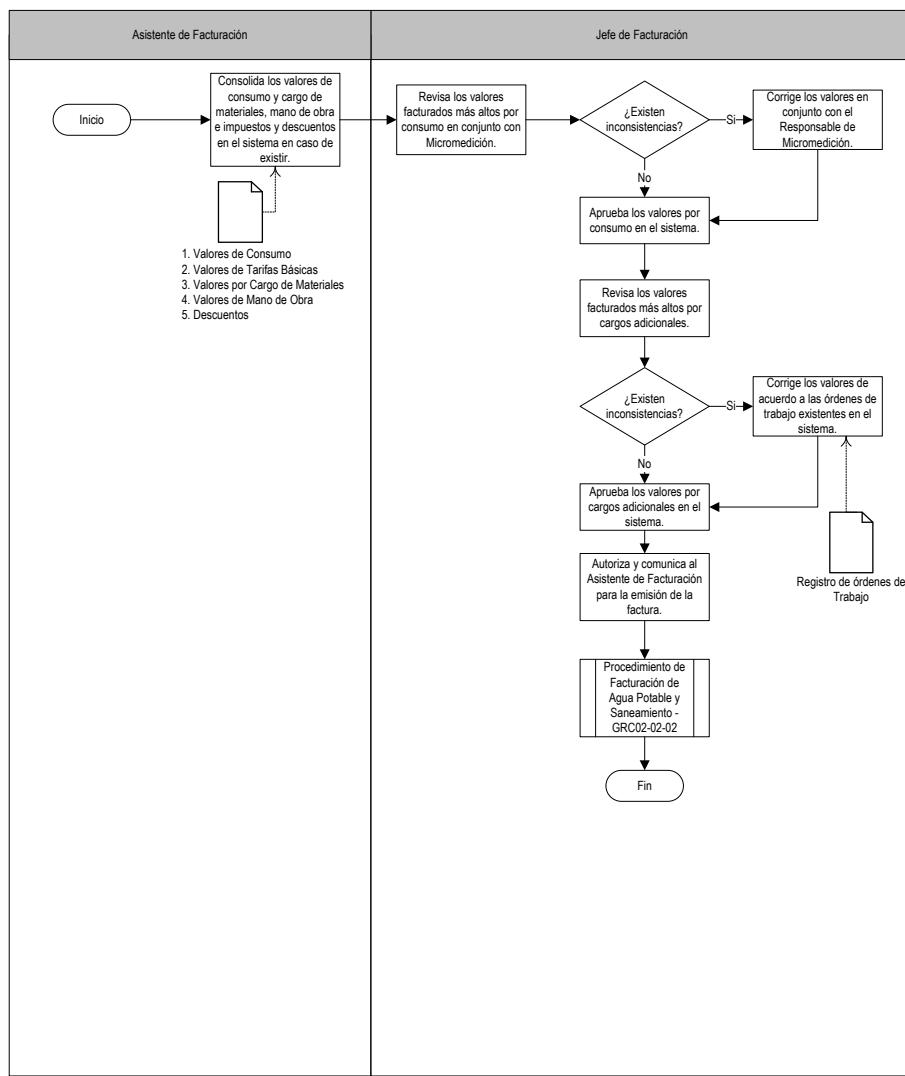
Asistente de Facturación

1. Consolida los valores de consumo y cargo de materiales, mano de obra e impuestos y descuentos en el sistema en caso de existir.
2. Revisa los valores facturados más altos por consumo en conjunto con Micromedición.
3. Si existen inconsistencias, corrige los valores en conjunto con el Responsable de Micromedición.
4. Si no existen inconsistencias, aprueba los valores por consumo en el sistema.

Jefe de Facturación

5. Revisa los valores facturados más altos por cargos adicionales.
6. Si existen inconsistencias, corrige los valores de acuerdo a las órdenes de trabajo existentes en el sistema.
7. Si no existen inconsistencias, aprueba los valores por cargos adicionales en el sistema.
8. Autoriza y comunica al Asistente de Facturación para la emisión de la factura.

i. FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO VALORACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – GRC02-02-02

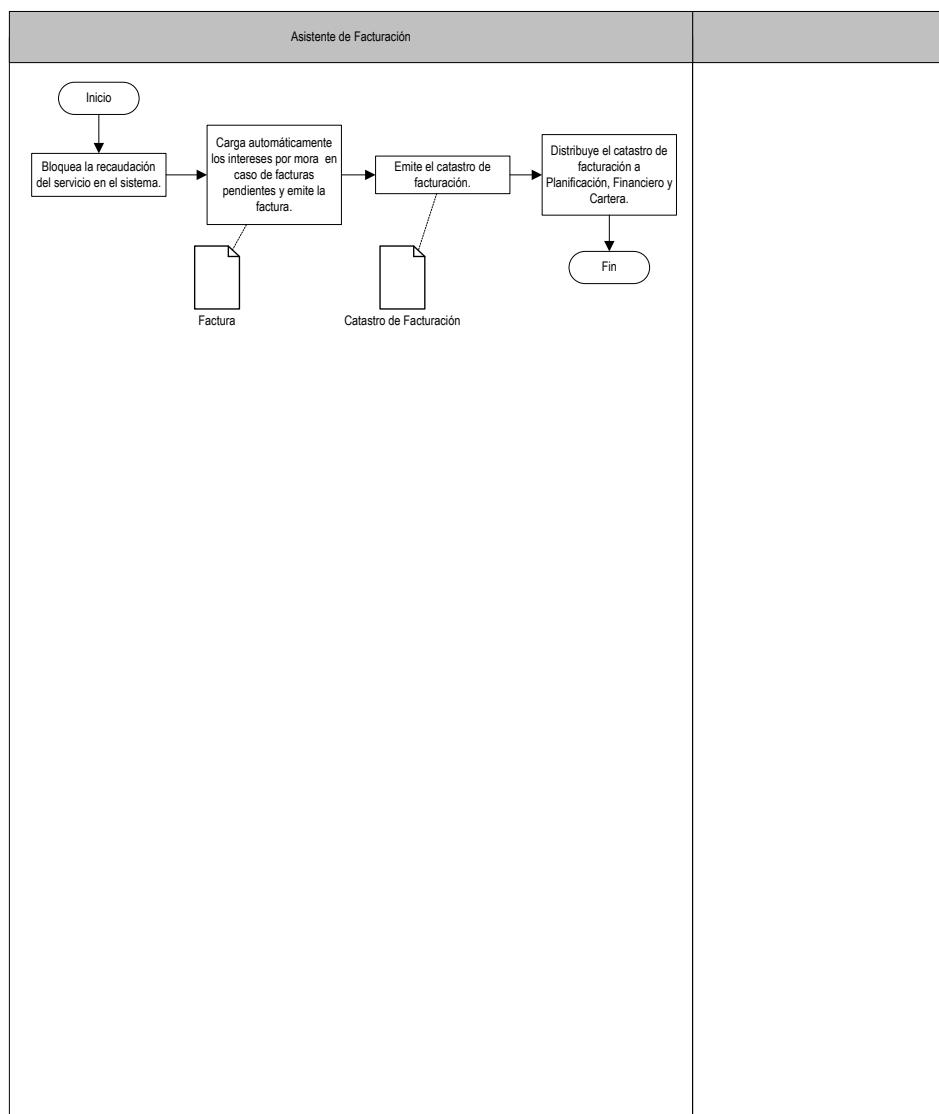


1.1.3. PROCEDIMIENTO DE FACTURACIÓN DE AGUA POTABLE – GRC02-02-03

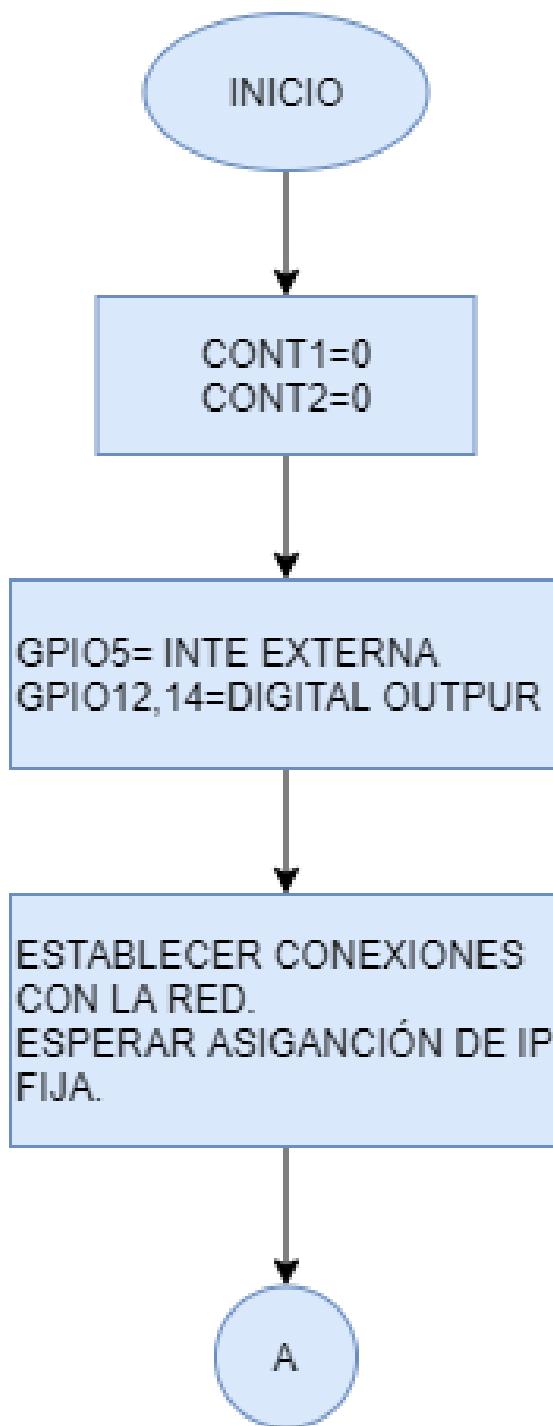
Asistente de Facturación

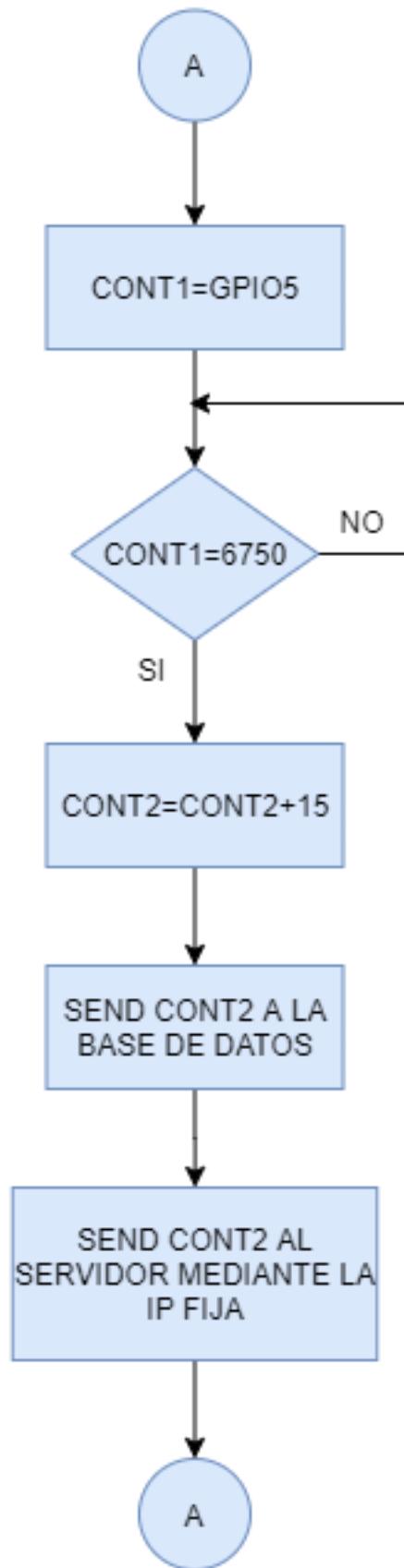
9. Bloquea la recaudación del servicio en el sistema.
10. Carga automáticamente los intereses por mora en caso de facturas pendientes y emite la factura.
11. Emite el catastro de facturación.
12. Distribuye el catastro de facturación a Planificación, Financiero y Cartera.

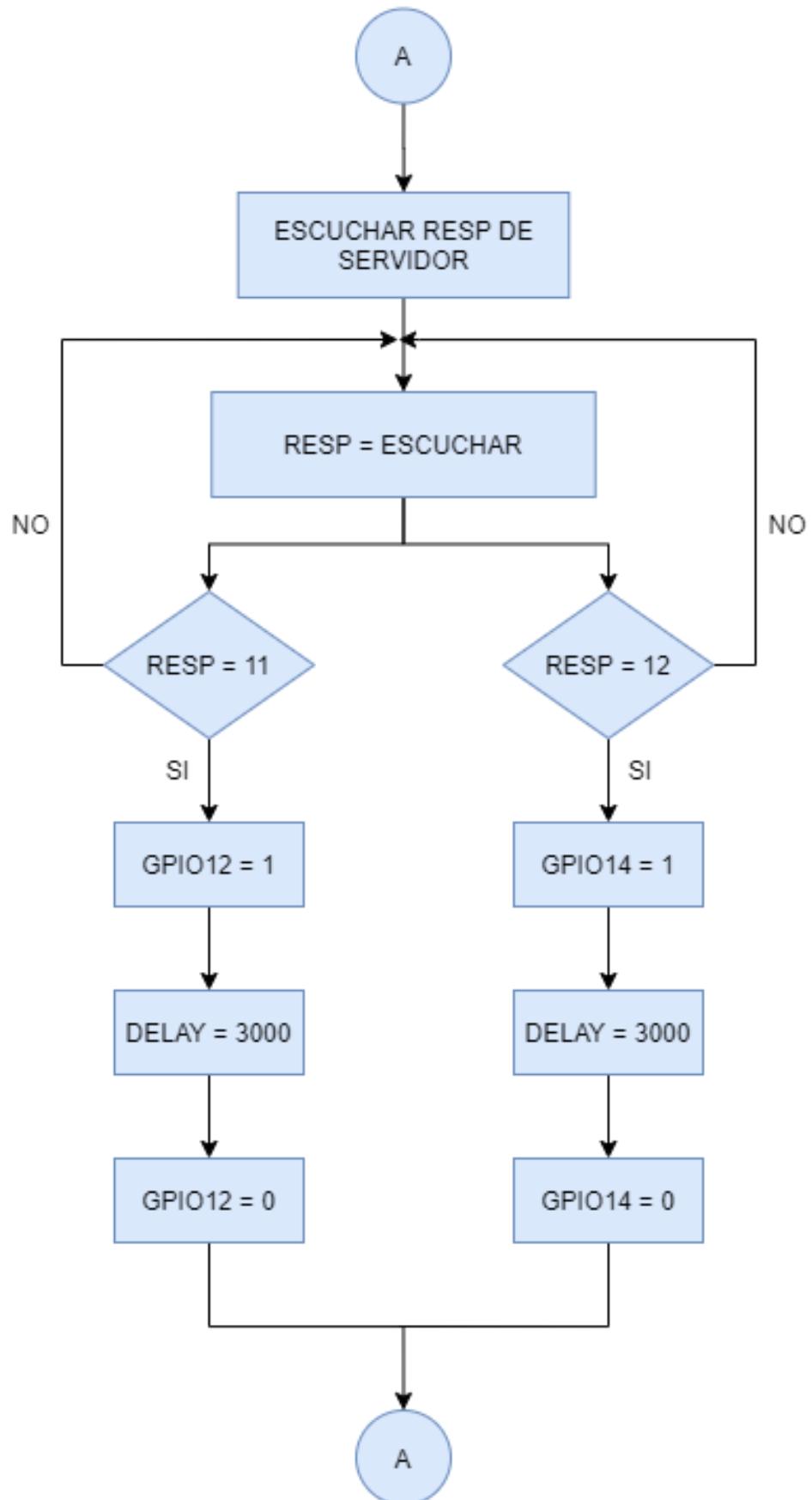
i. FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO FACTURACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO – GRC02-02-03



Anexo C. Flujograma del funcionamiento del prototipo







Anexo D. Diagrama P&ID de la maqueta propuesta.

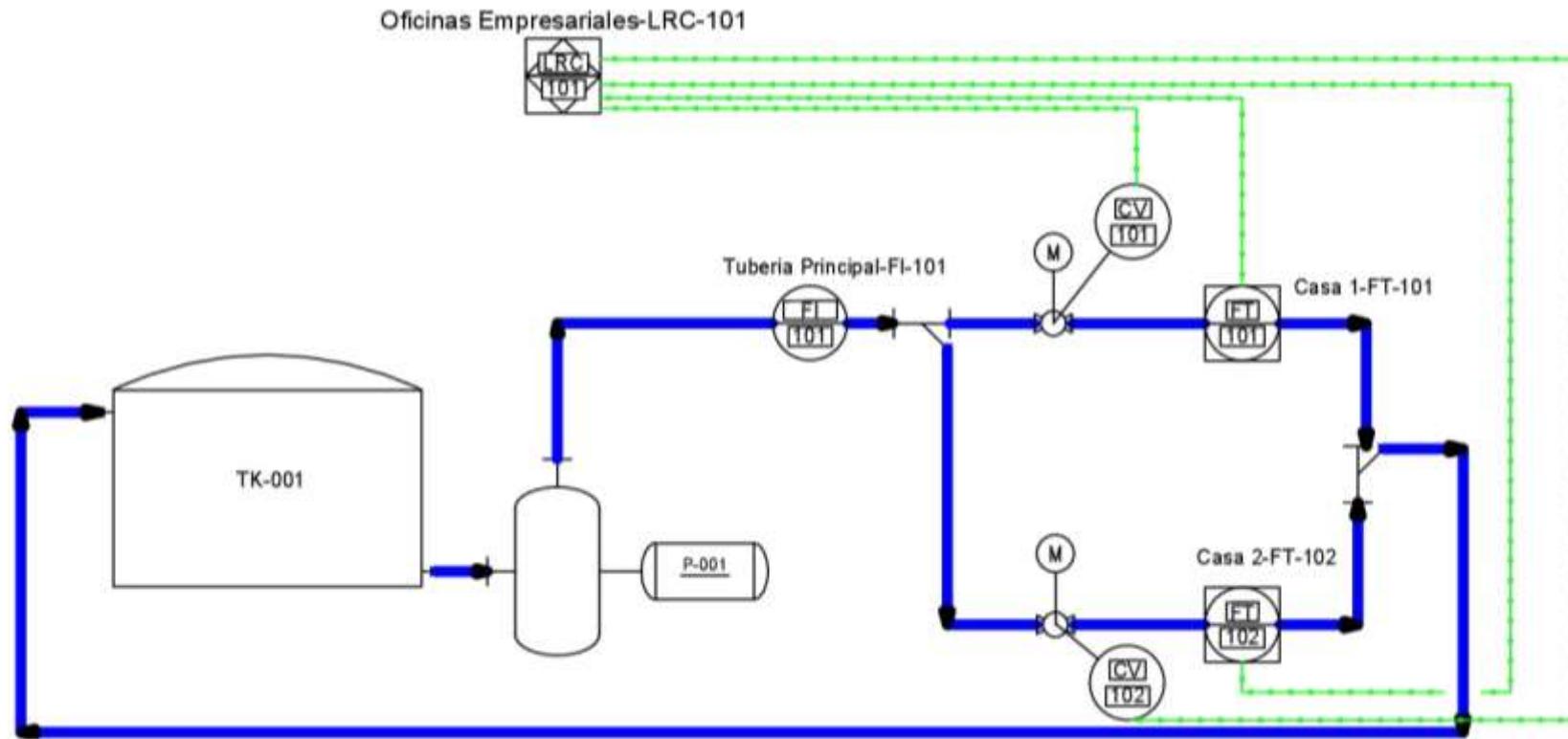


Figura D.3 Diagrama P&ID

Fuente: Elaboración Propia

Anexo E. Pliego tarifario de la empresa ETAPA EP



TARIFAS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO AÑO 2018



Septiembre 2018

**TARIFAS PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE PRESTADO POR LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE
TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP**

TARIFA ÚNICA SISTEMAS RURALES COMUNITARIOS DE AGUA POTABLE ADMINISTRADOS POR ETAPA EP				
CATEGORÍA RESIDENCIAL				
AÑO 1				
Rango de Consumo	Cargo por disponibilidad (US\$/mes)	Cargo variable (US\$/m ³)	Subsidio al Cargo variable (US\$/m ³)	Cargo variable con Subsidio (US\$/m ³)
0-5	2,00	0,70	0,70	\$ 0,00
6-15	2,00	0,70	0,65	\$ 0,05
16-30	2,00	0,70	0,40	\$ 0,30
Más de 30	2,00	0,70	0,20	\$ 0,50
AÑO 2				
Rango de Consumo	Cargo por disponibilidad (US\$/mes)	Cargo variable (US\$/m ³)	Subsidio al Cargo variable (US\$/m ³)	Cargo variable con Subsidio (US\$/m ³)
0-5	2,00	0,70	0,70	\$ 0,00
6-15	2,00	0,70	0,65	\$ 0,05
16-30	2,00	0,70	0,40	\$ 0,30
Más de 30	2,00	0,70	0,10	\$ 0,60
AÑO 3				
Rango de Consumo	Cargo por disponibilidad (US\$/mes)	Cargo variable (US\$/m ³)	Subsidio al Cargo variable (US\$/m ³)	Cargo variable con Subsidio (US\$/m ³)
0-5	2,00	0,70	0,7	\$ 0,00
6-15	2,00	0,70	0,65	\$ 0,05
16-30	2,00	0,70	0,40	\$ 0,30
Más de 30	2,00	0,70	0,00	\$ 0,70

Nota: Los subsidios aplican al cargo variable. Por esta razón el cargo fijo de US\$ 2 se mantiene para todo el periodo de desmonte de subsidios.
 Se establece una tasa de alcantarillado equivalente al 50% del valor de la planilla de agua potable, es decir sobre los valores de consumo de agua potable una vez descontado el subsidio.
 Propuesta aprobada en Sesión Extraordinaria de Directorio del 30 de agosto de 2013

Pliego Tarifario Sistemas Rurales

**TARIFAS PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE PRESTADO POR LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE
TELECOMUNICACIONES, AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE CUENCA, ETAPA EP**

**PLIEGO TARIFARIO SISTEMAS RURALES DE AGUA POTABLE ADMINISTRADOS POR
ETAPA EP**

CATEGORÍA RESIDENCIAL					
No.	PARROQUIA	SISTEMA	Rangos de consumo (m ³)	Cargo por disponibilidad (US\$/mes)	Cargo variable (US\$/m ³)
1	SININCAY	SININCAY	0 - 25	\$ 0,20	\$ 0,000
			26 - 30		\$ 0,020
			31 - 35		\$ 0,040
			36 - 50		\$ 0,060
			51 en adelante		\$ 0,080
2	TARQUI	ATUCLOMA	0 - 20	\$ 0,12	\$ 0,000
			21 - 30		\$ 0,020
			31 - 35		\$ 0,040
			36 - 50		\$ 0,060
			51 en adelante		\$ 0,080
3	TARQUI	TUTUPALI	0 - 20	\$ 0,20	\$ 0,000
			21 - 30		\$ 0,020
			31 - 40		\$ 0,040
			41 en adelante		\$ 0,080
4	TARQUI	CHAULLAYACU	0 - 15	\$ 1,50	\$ 0,000
			16 - 20		\$ 0,200
			21 - 25		\$ 0,300
			26 - 30		\$ 0,400
			31 - 50		\$ 0,500
5	TARQUI	GUALAY	0 - 15	\$ 1,55	\$ 0,100
			16 - 20		\$ 0,130
			21 - 25		\$ 0,170
			26 - 30		\$ 0,220
			31 - 35		\$ 0,290
			36 - 40		\$ 0,370
6	PACCHA	AUZHANGATA	41 en adelante	\$ 2,50	\$ 0,480
			0 - 15		\$ 0,000
			16 - 20		\$ 0,200
			21 - 25		\$ 0,300
			26 - 30		\$ 0,400
7	PACCHA	PUCACRUZ	31 - 50	\$ 2,50	\$ 0,500
			0 - 10		\$ 0,000
			11 - 15		\$ 0,400
			16 en adelante		\$ 0,600
8	MOLLETURO	MOLLETURO	0 - 15	\$ 0,08	\$ 0,000
			16 - 20		\$ 0,016
			21 - 30		\$ 0,032
			31 - 40		\$ 0,048
9	PACCHA	BAHUANCHI	0 - 15	\$ 2,50	\$ 0,000
			16 - 20		\$ 0,200
			21 - 25		\$ 0,300
			26 - 30		\$ 0,400
			31 - 50		\$ 0,500
10	TARQUI	TARQUI	0 - 14	\$ 2,50	\$ 0,000
			15 en adelante		\$ 0,250
11	QUINGEO	QUINGELOLOMA	0 - 15	\$ 2,50	\$ 0,000
			16 en adelante		\$ 0,250

1. Para los abonados que sean beneficiarios, por concepto de discapacidad o por su calidad de adultos mayores, se mantendrá el pliego tarifario anterior al aprobado por el Directorio en fecha 30 de abril de 2015 y seguirán recibiendo los beneficios que les corresponde y que ETAPA EP viene aplicando regularmente de conformidad a la Ley y Ordenanzas.

NOTAS:

1. Las Tarifas de los presentes cuadros, se refieren al servicio de Agua Potable.

2. La Tasa por el servicio de Alcantarillado es el 50% del valor del consumo de Agua Potable, Art.34 Reforma de la Ordenanza de Administración, Regulación y Tarifas para el uso de los Servicios de Alcantarillado del Cantón Cuenca.

3. El cobro de alcantarillado para abonados de otros Sistemas de Agua Potable deberá actualizarse en función de lo valores vigentes, para lo cual se gestionará con dichos sistemas el mecanismo de cobro.

4. Los cargos por Disponibilidad del Servicio y Tarifa por Consumo se deberán actualizar anualmente con indexación a la Inflación Anual acumulada. Para los valores tarifarios del año 2018 se aplicará la inflación acumulada del año 2017.

5. Se mantienen los valores tarifarios vigentes para el área rural hasta realizar un análisis en conformidad con la Ley de Recursos Hídricos.

6. A las tarifas propuestas se debe aplicar los descuentos de Ley.

7. El consumo básico de la categoría especial con descuento se refiere al definido técnicamente por la Gerencia Comercial para cada una de las instituciones que corresponden a esta categoría.

8. El Pliego Tarifario se aplicará a la zona urbana en el área de influencia inmediata de la ciudad de Cuenca, cabeceras parroquiales y en general a los territorios del cantón Cuenca en los que se ha venido aplicando el pliego tarifario motivo de la ratificación.

9. En la categoría residencial, para los jubilados sin trabajo y personas de la tercera edad, se aplica un descuento del 50% en la tarifa por m³ (cargo variable), para los primeros 20 m³ de consumo.

10. Para el pago de los servicios básicos de suministro de agua potable y alcantarillado sanitario, a nombre de usuarios con discapacidad o de la persona natural o jurídica sin fines de lucro que represente legalmente a la persona con discapacidad se aplica la Ordenanza de Discapacidad del cantón Cuenca.

11. Se mantiene la categoría especial con descuento para los asilos de ancianos, orfanatos, guarderías, albergues para indigentes, casas de acogida y centros de tratamiento (de drogadictos, víctimas de violencia y otros), siempre y cuando sean públicos o de entidades no gubernamentales sin fines de lucro.

El consumo básico será aplicable para un nivel de consumo promedio, determinado técnicamente para cada una de estas instituciones. De superarse este consumo mensual, el establecimiento pagará los metros cúbicos adicionales a la tarifa del consumo excedente por m³ de agua potable.

12. Los demás valores tarifarios no objetos de esta propuesta se mantienen conforme las aprobaciones vigentes, entre estos la Resolución del Directorio de ETAPA en sesión ordinaria celebrada el 16 de septiembre de 2016, referida a la Aprobación de el "Alcance a la Propuesta Tarifaria de Agua Potable y Saneamiento del Año 2015 relativo a las tarifas de Saneamiento de las descargas domésticas y no domésticas, presentada por la Gerencia de Agua Potable".

Pliego Tarifario Año 2018

Categoría	Rangos de consumo (m ³)	Cargo por disponibilidad (US\$/mes)	Cargo variable (US\$/m ³)
RESIDENCIAL	0 - 20	\$ 3,13	\$ 0,415
	21 - 25	\$ 3,13	\$ 0,63
	26 - 40	\$ 3,13	\$ 0,68
	más de 40	\$ 3,13	\$ 0,73
COMERCIAL	0 - 50	\$ 4,19	\$ 0,84
	más de 50	\$ 4,19	\$ 1,25
INDUSTRIAL - CONSTRUCCIÓN	0 - 50	\$ 4,19	\$ 0,84
	más de 50	\$ 4,19	\$ 1,25
ESPECIAL	Para cualquier consumo	\$ 4,19	\$ 0,84
ESPECIAL CON DESCUENTO	Consumo Básico	\$ 3,13	\$ 0,104
	Consumo Excedente		\$ 0,415

Nota: Estos valores se ajustarán automáticamente en el mes de enero de 2018 en base a la inflación acumulada del año inmediato anterior.

Cuadro 15
Pliego Tarifario Propuesto Año 2018 – Beneficiarios Medidas Complementarias

Categoría	Rangos de consumo (m ³)	Cargo por disponibilidad (US\$/mes)	Cargo variable (US\$/m ³)
RESIDENCIAL	0 - 20	\$ 1,78	\$ 0,212
	21 - 40	\$ 2,09	\$ 0,324
	más de 40	\$ 2,09	\$ 0,68

Nota: Estos valores se ajustarán automáticamente en el mes de enero de 2018 en base a la inflación acumulada del año inmediato anterior.

Resolución del Directorio de ETAPA en sesión celebrada el 01 de junio de 2015

- a. "Conocimiento y aprobación de medidas complementarias a las resoluciones sobre beneficios tarifarios de agua potable"

TARIFA ÚNICA SISTEMAS RURALES COMUNITARIOS DE AGUA POTABLE ADMINISTRADOS POR ETAPA EP				
				

SISTEMA	CATEGORÍA	Rangos de consumo	Cargo por disponibilidad	Cargo variable
		[m ³]	[US\$ / mes]	[US\$/m ³]
FAREZ	RESIDENCIAL	0-5	\$ 2,00	\$ 0,00
		jun-15		\$ 0,05
		16-30		\$ 0,30
		31 en adelante		\$ 0,60
PILLACHIQUIR	RESIDENCIAL	0-5	\$ 2,00	\$ 0,00
		jun-15		\$ 0,05
		16-30		\$ 0,30
		31 en adelante		\$ 0,60
QUINZHALOMA	RESIDENCIAL	0-5	\$ 2,00	\$ 0,00
		jun-15		\$ 0,05
		16-30		\$ 0,30
		31 en adelante		\$ 0,60
ZHIZHO	RESIDENCIAL	0-5	\$ 2,00	\$ 0,00
		jun-15		\$ 0,05
		16-30		\$ 0,30
		31 en adelante		\$ 0,60
RAMBRAM	RESIDENCIAL	0-5	\$ 2,00	\$ 0,00
		jun-15		\$ 0,05
		16-30		\$ 0,30
		31 en adelante		\$ 0,60

FUENTE: Departamento de Facturación - Gerencia Comercial

NOTA: Consumos de 31 en adelante se actualizará tarifa a \$ 0,70 desde el mes de octubre 2015

Anexo F. Diagrama de Gantt

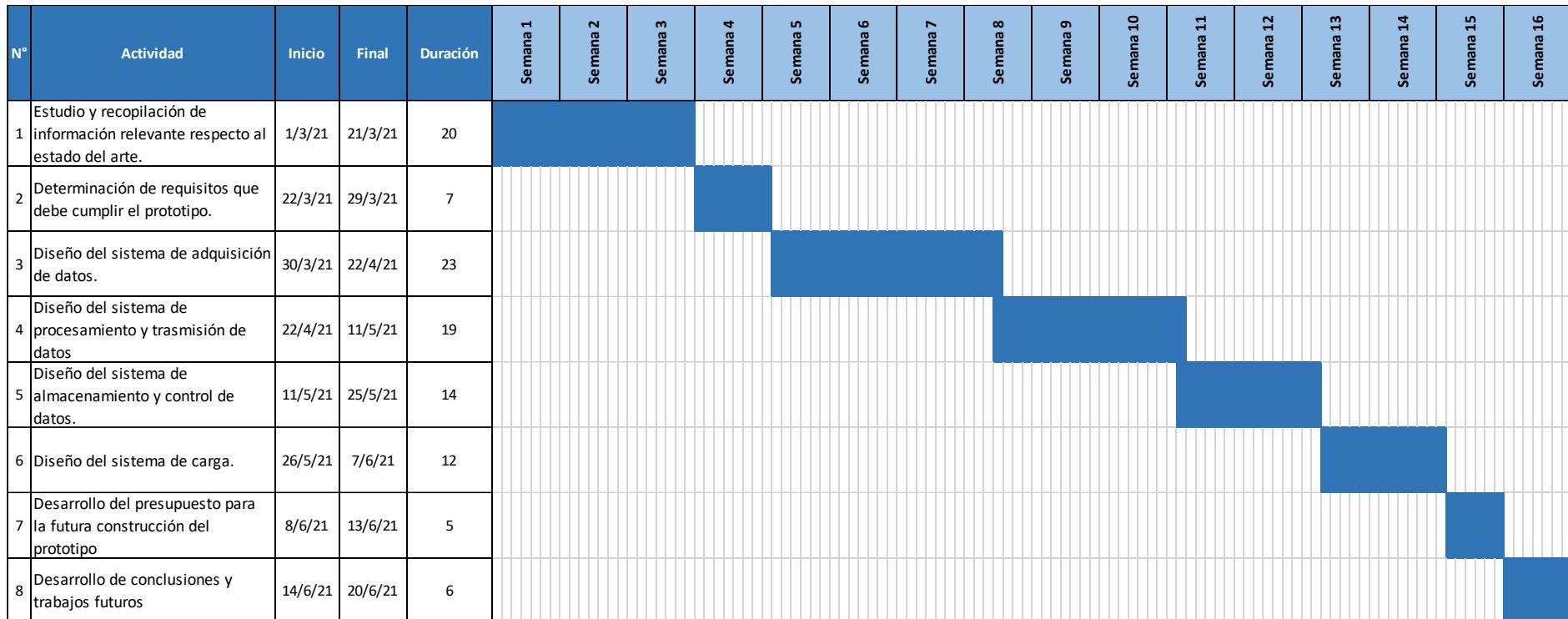


Figura F.4 Diagrama de Gantt de la planificación.

Fuente: Elaboración Propia

Diseño De Sistema Scada Para Monitorear Consumo De Agua En Viviendas Residenciales.

Acrónimos y Términos

OMS → Organización Mundial de la Salud

PLC → Controladores lógicos programables

ARCA → Agencia de Regulación y Control del Agua

SMS → Short Message Service, Servicio de mensajes cortos

WAP → Wireless Application Protocol, Protocolo de aplicaciones inalámbricas

WML → Wireless Markup Language, Lenguaje de marcado inalámbrico

SMI → Sistema de Medición Inteligente

AMI → Infraestructura de Medición Avanzada

Bluetooth → Especificación industrial para redes inalámbricas de área personal WPAN.

GPS → Sistema de Posicionamiento Global

SBC → “Single Board Computer”

Ethernet → Estándar de redes de área local.

LCD → “Liquid Cristal Display”

Gateway → Puerta de enlace o pasarela

Rasberry Pi → Placa SBC de bajo coste, ordenador de tamaño reducido.

Arduino → Plataforma de hardware libre.

Wifi → Wireless Fidelity

RUP → Rational Unified Process

MSF → Microsoft Solutions Framework

XP → Extreme Programming

HMI → Interfaz Maquina Humano

SEP → Smart Energy Profile

Diseño De Sistema Scada Para Monitorear Consumo De Agua En Viviendas Residenciales.