



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de  
Ingeniería de Sistemas e Informática

**Sistema de monitorización Depo-Shui  
mediante una aplicación web, en el nivel  
de consumo de agua en tanques de domicilios  
en la urbanización de Pio Pata- El Tambo**

**Diego Enrique Porras Tapia**

Huancayo, 2018

Tesis para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Sistemas e Informática



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

**ASESOR**

Dr. Anieval Cirilo Peña Rojas

## DEDICATORIA

A mis padres por ser guía permanente, virtud y perseverancia.

A mi tía y tíos por el apoyo incondicional y ser siempre un ejemplo de lucha constante, capaz de afrontar y vencer todo propósito en la vida.

A mi abuelita por inculcarme desde siempre una excelente cultura y valores humanos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por mi existencia.

A mi familia por ser la viga en mi vida, por siempre creer en lo capaz que he demostrado ser y por los buenos consejos en el aún corto tiempo de mi existencia.

A la Universidad Continental por brindarme los conocimientos y la formación profesional necesarias para desempeñarme profesionalmente en el ámbito laboral.

A mi asesor por fortalecer mis conocimientos para el desarrollo y termino de la presente tesis de investigación.

A los señores jurados por brindarme ayuda, buenos consejos y observaciones puntuales necesarios para mejorar la presente investigación.

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| ÍNDICE .....                                       | 5  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                             | 7  |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS.....                            | 8  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                              | 9  |
| RESUMEN .....                                      | 10 |
| ABSTRACT .....                                     | 11 |
| INTRODUCCION.....                                  | 12 |
| CAPITULO I.....                                    | 14 |
| PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....                    | 14 |
| 1.1. Planteamiento del Problema.....               | 14 |
| 1.2. Formulación del Problema .....                | 24 |
| 1.2.1. Problema General.....                       | 24 |
| 1.3. Objetivos.....                                | 24 |
| 1.3.1. Objetivo General .....                      | 24 |
| 1.4. Justificación e Importancia.....              | 24 |
| 1.4.1. A nivel social. ....                        | 24 |
| 1.4.2. A nivel económico.....                      | 27 |
| 1.4.3. A nivel práctico.....                       | 28 |
| 1.5. Hipótesis y Descripción de las Variables..... | 28 |
| 1.6. Operacionalización de Variables .....         | 29 |
| 1.7. Delimitación de la Investigación.....         | 30 |
| 1.8. Limitaciones de la Investigación .....        | 30 |
| CAPITULO II .....                                  | 30 |
| MARCO TEÓRICO .....                                | 31 |
| 2.1. Antecedentes del Problema.....                | 31 |
| 2.1.1. Antecedentes Nacionales .....               | 31 |
| 2.1.1. Antecedentes Internacionales.....           | 33 |
| 2.2. Bases Teóricas .....                          | 38 |
| 2.3. Definición de Términos Básicos .....          | 71 |
| CAPITULO III .....                                 | 76 |
| METODOLOGÍA .....                                  | 76 |
| 3.1. Métodos y alcance de la investigación .....   | 76 |
| 3.1.1. Método.....                                 | 76 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.1.2. Nivel.....   | 76  |
| 3.1.3. Tipo.....  | 76  |
| 3.2. Diseño de la investigación .....                                     | 78  |
| 3.3. Población y muestra.....   | 79  |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....                | 80  |
| 3.5. Técnicas de procesamiento de datos.....                              | 80  |
| CAPITULO IV.....  | 82  |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 82  |
| 4.1. Resultados del tratamiento de la Información (tablas y figuras)..... | 82  |
| 4.2. Prueba de Hipótesis.....   | 86  |
| 4.3. Discusión de Resultados .....  | 89  |
| CONCLUSIONES .....  | 94  |
| RECOMENDACIONES.....  | 95  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 96  |
| ANEXOS .....  | 101 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 01 Global Physical and economic water scarcity I .....                  | 19 |
| Figura 02 Global Physical and economic water scarcity II .....                 | 20 |
| Figura 03 Tiempo promedio de gasto de agua según tipo de uso. ....             | 22 |
| Figura 04 Sectores urbanos según consumo doméstico de agua per-cápita. ....    | 22 |
| Figura 05 Comparación de la oferta y demanda de agua. ....                     | 23 |
| Figura 06 Peligro de escasez de agua para los años 2011 y 2030.....            | 23 |
| Figura 07 Consumo de agua per cápita por año .....                             | 26 |
| Figura 08: Principal uso del Agua.....   | 43 |
| Figura 09: Estrés de desarrollo de aguas subterráneas.....                     | 45 |
| Figura 10: Venta de microcontrolador NodeMCU por internet. ....                | 46 |
| Figura 11: Venta de microcontrolador Arduino por internet.....                 | 47 |
| Figura 12: Venta de microcontrolador Raspberry Pi 3 Modelo B por internet..... | 48 |
| Figura 13: Inicio de sesión.....   | 51 |
| Figura 14: Pantalla de configuración de tanque.....                            | 52 |
| Figura 15: Pantalla de Menú principal.....                                     | 53 |
| Figura 16: Pantalla que muestra la cantidad de agua en el tanque .....         | 54 |
| Figura 17: Pantalla menú de actividades .....                                  | 55 |
| Figura 18: Pantalla ejemplo de actividad “lava” .....                          | 56 |
| Figura 19: Mensaje de alerta .....   | 57 |
| Figura 20: Reporte mensual de ahorro de agua .....                             | 58 |
| Figura 21: Histograma de consumo mensual de agua .....                         | 58 |
| Figura 22: Información del hosting contratado.....                             | 59 |
| Figura 23: Información del servidor .....                                      | 60 |
| Figura 24: Subida de la Aplicación web en hosting .....                        | 60 |
| Figura 25: Base de datos en hosting web.....                                   | 61 |
| Figura 26: Kit de desarrollo NodeMCU .....                                     | 63 |
| Figura 27: Sensor Ultrasonido.....   | 65 |
| Figura 28: Arquitectura de Solución .....                                      | 68 |
| Figura 29: Microcontrolador NodeMCU conectado con el Sensor HC – SR04.....     | 69 |
| Figura 30: Tanque de agua domestico.....                                       | 69 |
| Figura 31: Conexión entre sistema monitorizador y router de vivienda .....     | 70 |
| Figura 32: Conexión del Sistema a Internet – Cloud IoT .....                   | 70 |
| Figura 33: Visualización de la Aplicación Web desde internet (Cloud).....      | 71 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 01 Efecto de la falta de agua. ....   | 16 |
| Gráfico 02 Horas de servicio de agua en las viviendas. ....                               | 17 |
| Gráfico 03 Percepción sobre la falta de agua. ....  | 17 |
| Gráfico 04 Uso de tanque de agua y la reducción de escasez de agua. ....                  | 18 |
| Gráfico 05 Variación de consumo de agua anterior y posterior del grupo control. ....      | 90 |
| Gráfico 06 Variación de consumo de agua anterior y posterior del grupo experimental. .... | 90 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla Nro. 1. ....   | 26 |
| Consumo de agua por persona al día .....   | 26 |
| Tabla Nro. 3. ....   | 34 |
| Número de personas enfrentando escasez de agua en el período 2015-16. ....   | 34 |
| Tabla Nro. 4. Costo de los componentes para el desarrollo del sistema de monitorización DEPO SHUÍ.....   | 82 |
| Tabla Nro. 5. Calculo del ahorro monetario anual basado en el costo por metro cubico de agua.....  | 83 |
| Tabla Nro. 6. Flujo de efectivo (ingresos y egresos) por consumo anual de agua con el sistema de monitorización DEPO SHUÍ .....                                | 83 |
| Tabla Nro. 7. Calculo de VAN y TIR.....  | 83 |
| Tabla Nro. 8 Muestra de consumo de agua por metro cubico por vivienda en la urbanización de Pio Pata .....   | 84 |
| Tabla Nro. 9 Diferencia de consumo de agua del Grupo experimental con sistema DEPO SHUÍ vs Grupo control sin sistema DEPO SHUÍ.....                            | 85 |
| Tabla Nro. 10 Prueba de normalidad de los datos .....  | 87 |
| Tabla Nro. 11 Prueba de hipótesis T de Student.....  | 89 |
| Tabla Nro. 12 Grupo Control, variación de consumo promedio de agua anterior y posterior de la implementación del sistema de monitorización DEPO SHUÍ. ....     | 89 |
| Tabla Nro. 13 Grupo Experimental, variación de consumo promedio de agua anterior y posterior de la implementación del sistema de monitorización DEPO SHUÍ..... | 90 |

## RESUMEN

La investigación partió del siguiente **problema de investigación**: ¿cuál es el efecto del sistema de monitorización de agua DEPO SHUÍ mediante una aplicación web, en el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo, cuyo **objetivo general** fue: determinar el efecto del sistema de monitorización de agua DEPO SHUÍ mediante una aplicación web, en el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo. La **hipótesis** planteada fue: el sistema de monitorización de agua DEPO SHUÍ a través de una aplicación web, reduce el nivel de consumo del agua en tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo. El **nivel de investigación** es tecnológico, el **tipo de investigación** es aplicada, **la población** estuvo conformada por las viviendas con tanque de agua instalado y acceso a internet de la urbanización de Pio Pata de El Tambo, con una **muestra** de 60 viviendas. Se trabajó con un **diseño de investigación** cuasi experimental con pre y post test y grupo control no equivalente, **las técnicas de recobro de datos** fueron el análisis documental con un instrumento de hoja de datos en Excel; la observación con su instrumento guía de observación y la configuración e instalación con su instrumento el sistema de monitorización; y se llegó a la siguiente **conclusión**: el sistema de monitorización DEPO SHUÍ mediante una aplicación web reduce el nivel de consumo de agua en 1900 litros del mes de mayo a julio del año 2017.

**Palabras clave:** Monitorización de consumo de agua, estrés hídrico, sistema Wi-Fi en tanque de vivienda, uso de microcontrolador NodeMCU con aplicación web, internet de las cosas.

## ABSTRACT

The investigation came from the following **research problem**: what is the effect of the system of monitoring of water DEPO SHUÍ using a web application, in the level of consumption of water tanks into homes of the urbanization of Pio Pata – El Tambo? whose **general objective** was: to determine the effect of the system of monitoring of water DEPO SHUÍ using a web application, in the level of consumption of water tanks into homes of the urbanization of Pio Pata – El Tambo. The following **hypothesis** was: the system of monitoring of water DEPO SHUÍ through a web application, reduce the level of water consumption in homes in the urbanization of Pio Pata – El Tambo. The **research level** is the technologic, the **kind of investigation** is the technologic development, **the population** was made up of homes that count with water tank installed and internet access in the urbanization of Pio Pata – El Tambo, with a **sample** of 60 homes. With a quasi-experimental **research design** with pre and posttest and a non-equivalent control group, **the techniques of recovery data** was the documentary analysis with an instrument of data sheet in Excel; the observation with an instrument of observation guide and the configuration and installation with an instrument the system of monitoring; and came to the following **conclusion**, the system of monitoring DEPO SHUÍ using a web application reducing the level of water consumption in 1900 liters in the month of May to July of the year 2017.

**Keywords:** Monitoring of water consumption, hydric stress, Wi-Fi system in housing tank, use of NodeMCU microcontroller with web application, internet of things.

## INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso hídrico más valioso de la tierra, sin el cual no existiría vida, alrededor del 71% de la corteza terrestre está cubierta por agua. A pesar de ser tan abundante, solo un reducido porcentaje es utilizable para el consumo humano. (Arzabal, 2017). Cabe mencionar que dichos recursos hídricos se están agotando día a día, lo que indica que el estrés hídrico a nivel mundial está aún más presente e influirá de manera negativa en todo ser vivo. Además, que la situación de Perú en cuanto a enfrentar un estrés hídrico al año 2040 es alto, con un porcentaje entre 40% y 80 %, indicó. (Maddocks, y otros, 2015)

Datos estadísticos muestran que actualmente en el Perú el consumo por litros de agua por persona es demasiado alto comparado con Europa, Norteamérica y China, lo cual demuestra que la población peruana tiene poca cultura sobre el correcto y racional consumo de agua. (Rojas, 2014).

Se está viviendo una época en donde el racional y correcto consumo de agua podría cambiar el curso de la vida tal como la conocemos dentro de los próximos años, siempre y cuando exista personas responsables y consientes de la escasez con la que actualmente contamos en el país.

El trabajo se originó de este análisis y de las siguientes necesidades: prevenir el consumo desmedido de agua, crear una cultura de prevención sobre el nivel de consumo de líquido vital y como necesidad primordial fue desarrollar un sistema de monitorización del nivel de consumo de agua. Se eligió a la urbanización de Pio Pata por que actualmente enfrenta a una mediana escasez de agua debido a que el suministro se corta entre las 6 y 7 horas de la tarde y regresa a partir de las 4 de la madrugada. Uno de los antecedentes investigados hasta la actualidad (Calero, y otros, 2016) propone un sistema de control de temperatura de líquidos enfocado al ámbito industrial, el cual carece de componentes para llevar una monitorización, pero sería un complemento contar con ellos para el correcto funcionamiento de monitorizador; otra investigación de (Mercedes, y otros, 2015) propone el uso de microcontrolador para el control de nivel de llenado de agua en tanques, el cual, similar a la investigación mencionada anteriormente, carece de componentes de monitorización. Por el cual existe un vacío en las investigaciones citadas y por ende se justifica el desarrollo de

investigaciones como la presente que ayuden a realizar una correcta monitorización del nivel de consumo de agua en tanques de viviendas. De todo esto se desprende el problema de investigación: ¿cuál es el efecto del sistema de monitorización de agua DEPO SHUÏ mediante una aplicación web, en el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo? teniendo como objetivo general: determinar el efecto del sistema de monitorización de agua DEPO SHUÏ mediante una aplicación web, en el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo. Consecuentemente la hipótesis, que se ha sometido a la confrontación sostiene que: el sistema de monitorización de agua DEPO SHUÏ mediante una aplicación web reduce el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo. Los resultados de la investigación, muestran que, si se usa adecuadamente el sistema de monitorización se logra un efecto positivo en reducir el nivel de consumo de agua, ya que las viviendas cada vez con el paso del tiempo comenzaran a utilizar poca agua para efectuar los quehaceres del hogar y otras actividades; y tomaran conciencia de la importancia de dicho líquido vital, combatiendo de este modo la escasez de agua que padece la ciudad, el país y el mundo. El informe está estructurado en cuatro capítulos: El capítulo I Planteamiento del Estudio; se desarrolló el planteamiento del estudio consistente en el planteamiento del problema, la formulación del problema, la presentación del objetivo, justificación e importancia, así como las limitaciones. En el capítulo II Marco Teórico; se organiza un marco teórico conceptual básico consistente en la presentación de conocimientos hallados sobre las variables de investigación implicadas. En el capítulo III Metodología; describe y sustenta los aspectos metodológicos de la investigación y por último en el capítulo IV Resultados y Discusión; sobre la presentación de resultados, para arribar a la discusión, conclusiones y recomendaciones.

Quiero reconocer en forma especial a la Universidad Continental que me ha permitido ampliar mis conocimientos mediante los trabajos de investigación, de igual manera agradecer a todas las personas que de una u otra manera aportaron para la realización del presente trabajo de investigación, esperando que reúna las condiciones metodológicas necesarias, la presento al jurado calificador.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

Actualmente en la urbanización de Pio Pata, distrito de El Tambo; el agua potable en las viviendas se corta entre las 6 y 7 horas de la tarde, dejando a éstas sin el servicio y dificultando en algunos casos los quehaceres del hogar y otras actividades que requieran de este líquido.

El problema transfunde desde hace varios años atrás, cuando aún no se pronosticaba una escasez grande de agua como la que actualmente se conoce, además del deshielo de los glaciales provocados por el calentamiento global y otros efectos perjudicantes. (Alcántara, 2016)

De acuerdo a Fernando Leyton, en su artículo publicado en el diario La República indica la problemática de la escasez de agua en el país, el cual es un bien escaso que el Perú no sabe administrar; en el año 2017, el país enfrentó el fenómeno del niño costero, esto agravó la situación de escasez de agua en las ciudades de Lima, Piura, Tumbes y Lambayeque, estos enfrentaron lluvias torrenciales, que provocaron inundaciones y huaicos que afectaron a las viviendas y cultivos de cada región (Leyton, 2017). Debido al efecto de los siniestros enfrentados, los pobladores de las diferentes regiones se quedaron sin servicio de agua potable. (El Comercio, 2017), (Redacción El Comercio, 2017). Sin embargo, mucho antes de lo ocurrido, ocho millones de peruanos no contaban con servicio de agua potable y alcantarillado debido

a que la tasa de crecimiento poblacional fue de 6.5% entre el año 2002 y 2013. (INEI, 2013)

(Atencio, 2014) indica que:

La empresa de agua potable Sedam Huancayo señala que en el año 2014 se contó con 67 mil conexiones domiciliarias. De éstas, alrededor de 20 mil cuentan con agua las 24 horas, 35 mil domicilios cuentan con agua entre 12 y 20 horas al día y 12 mil usuarios entre 2 y 12 horas al día.

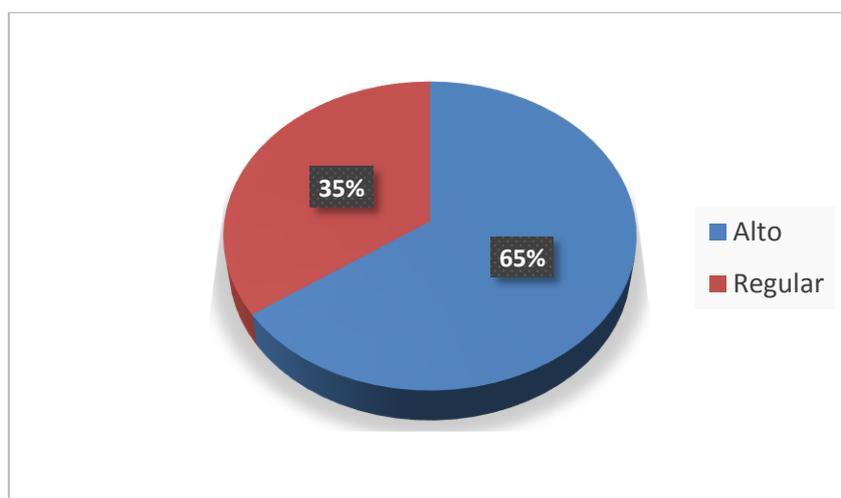
Alrededor de 4 millones de peruanos no tienen agua potable. El agua escasea y, ante ello, tendremos que valernos de recursos que ya emplean otros países del mundo: tendremos que utilizar aguas residuales, incluida la del desagüe. A eso se suma la falta de consciencia en lo que significa el ahorro del agua. Según cifras de Sedapal, en el Perú se consume un promedio de 250 litros de agua por personas, mientras que en Madrid y París el consumo es de 130 y 120 litros respectivamente. (RPP, 2014), lo que evidencia una pobre conciencia de un consumo responsable

Las Naciones Unidas (UN-WATER, 2014) relaciona que la escasez del agua se refiere a la falta de suficientes recursos hídricos para satisfacer las demandas de consumo de agua en una región. El problema de la escasez de agua afecta a alrededor de 2800 millones de personas en todos los continentes del mundo durante al menos un mes cada año. Más de 1300 millones de personas no tienen acceso a agua potable salubre. La escasez de agua afecta ya a todos los continentes. Alrededor de 1,2 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, viven en zonas de escasez física, y 500 millones de personas se acercan a esta situación.

El distrito de El Tambo cuenta con aproximadamente 160 685 habitantes (Castillo, 2015). La EPS Sedam Huancayo dio a conocer el ranking del consumo promedio de agua por distrito en un día, el primer lugar es ocupado por El Tambo, con 41.44%. Le sigue Huancayo con 34.49%, Chilca tiene el porcentaje de 20.15%, Huari/Huancán con 1.74%, Orcotuna con 0.80%, Cajas con 0.75%, Viques con 0.39%, Huacrapuquio con 0.24%; logrando así ocupar el 100% del abastecimiento total de agua potable. (Vivanco, 2017).

Se realizó una encuesta (ver Anexo 1), para evidenciar las opiniones de la población con respecto a la problemática de la presente investigación, de la cual, los resultados fueron los siguientes:

- Pregunta 1: ¿En qué grado le afectaría la falta de agua en las viviendas de El Tambo?

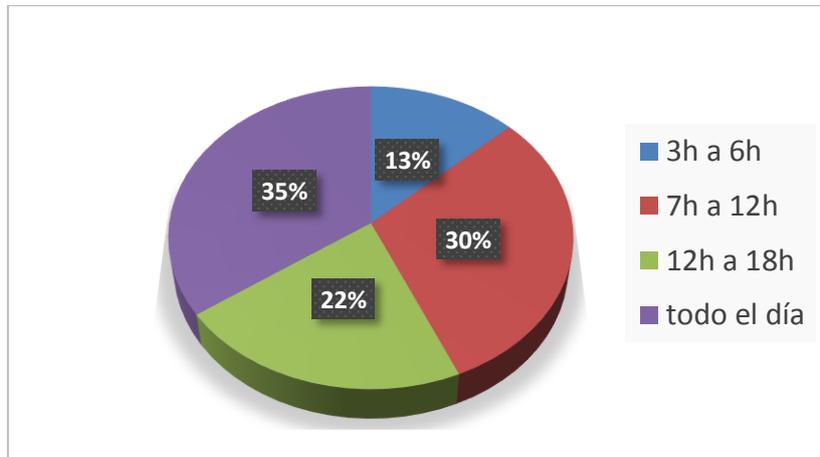


**Gráfico 01 Efecto de la falta de agua.**

Fuente: Encuesta aplicada, Urbanización de Pio Pata, mayo del 2017.

Respecto al gráfico 01, se aprecia que el 65% de las personas opinaron que la falta de agua en nuestra ciudad es de grado “**alto**” mientras que otras 25%, indicaron que solo es “**regular**”, no tener el servicio de agua potable atrae consecuencias de no poder preparar los alimentos y de no poder utilizar los servicios higiénicos.

- Pregunta 2: ¿Cuántas horas del día cuenta Ud. con el servicio de agua en su domicilio?

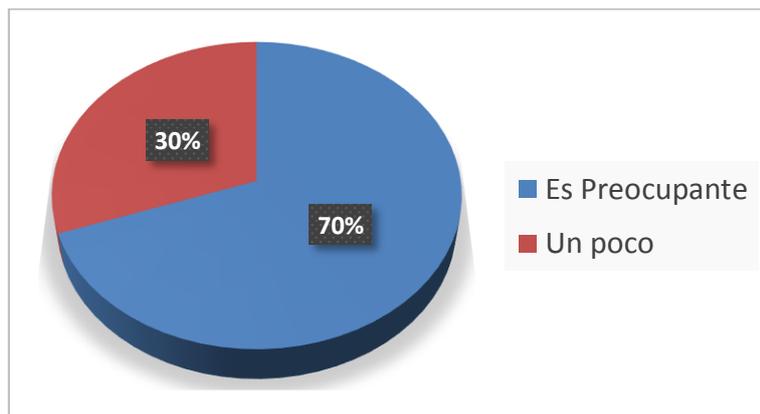


**Gráfico 02 Horas de servicio de agua en las viviendas.**

Fuente: Encuesta aplicada, Urbanización de Pio Pata, mayo del 2017.

Respecto al gráfico 02, se aprecia del total, que un 13% cuenta con el servicio de agua entre 3h y 6h al día; un 30% entre 7h y 12h; un 22% entre 12h y 18h y un 35% las 24h, lo cual es realmente preocupante, ya que solo el 35% cuenta con el servicio de agua potable todo el día, lo que refleja la escasez de agua

- Pregunta 3: ¿Te preocupa la falta de agua actualmente en nuestra ciudad?



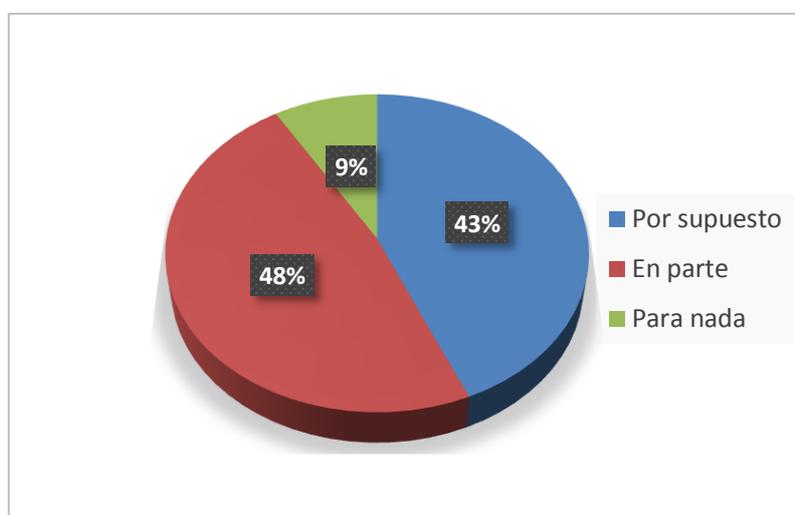
**Gráfico 03 Percepción sobre la falta de agua.**

Fuente: Encuesta aplicada, Urbanización de Pio Pata, mayo del 2017.

Respecto al gráfico 03, se aprecia que el 70% de personas afirman que la falta de agua en la ciudad “es preocupante”, mientras que otros 30%, indicaron que solo

es “un poco”, esto indica que ya la población está consciente de la problemática, pero ésta preocupación no llega a asumir una conducta de uso responsable.

- Pregunta 4: ¿Cree usted que el uso de un tanque de agua en su domicilio reduciría la escasez de agua?



**Gráfico 04 Uso de tanque de agua y la reducción de escasez de agua.**

Fuente: Encuesta aplicada, Urbanización de Pio Pata, mayo del 2017.

Respecto al gráfico 04, se aprecia que 48% de personas afirman que utilizar un tanque de agua en las viviendas, ayudaría “**en parte**” a reducir la escasez de agua; otros 43% indican que si ayudaría al responder “**por supuesto**” y finalmente un 9%, indicaron que el uso de un tanque es irrelevante. Ello nos indica que la gran mayoría está de acuerdo con el uso de un tanque de agua.

Esta indagación preliminar nos ha permitido ratificar la importancia y pertinencia de la investigación, puesto que ya existe preocupación por parte de la población sobre la escasez de agua, además que existe falta de conciencia por preservar dicho líquido vital para poder contar con el mismo las 24 horas del día.

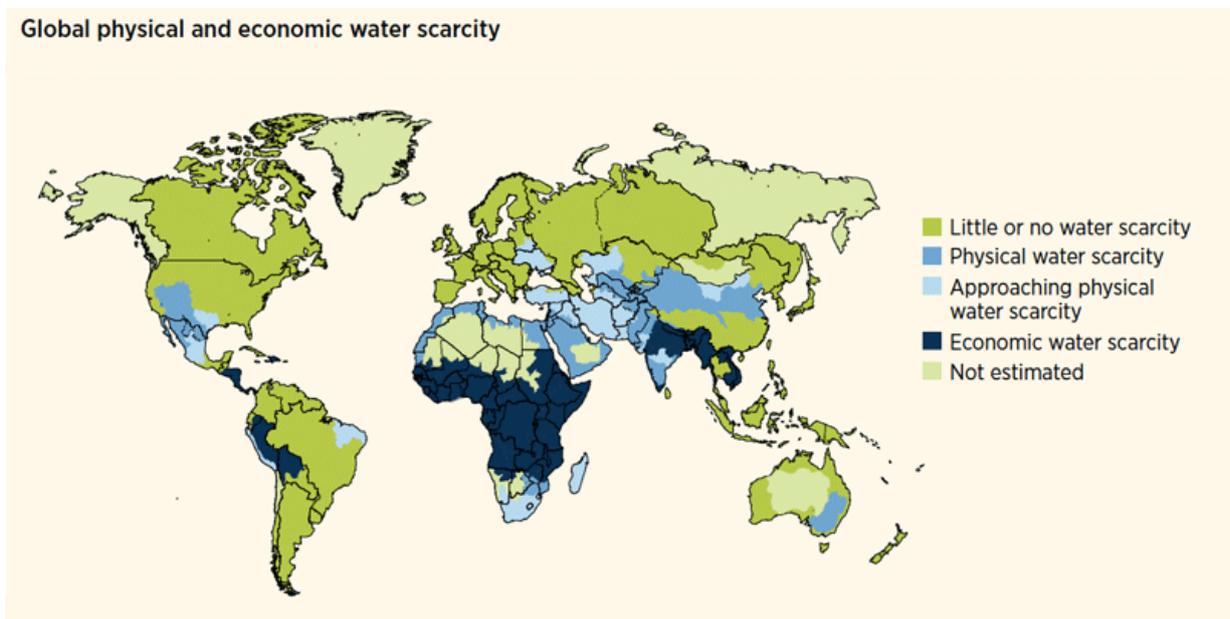
Por otra parte, la escasez de agua es a la vez natural y un fenómeno de origen humano. Hay suficiente agua dulce en el planeta para siete mil millones de personas, pero se distribuye de forma desigual y demasiado recurso se pierde.

Los hidrólogos suelen evaluar la escasez con una ecuación sobre población-agua.

- Un área está sufriendo estrés hídrico cuando el suministro de agua anual desciende por debajo de los 1 700 m<sup>3</sup> por persona.
- Cuando los suministros de agua anual descienden por debajo de los 1000 m<sup>3</sup> por persona, la población se enfrenta a la escasez de agua,
- Por debajo de 500 m<sup>3</sup> "absoluta escasez".

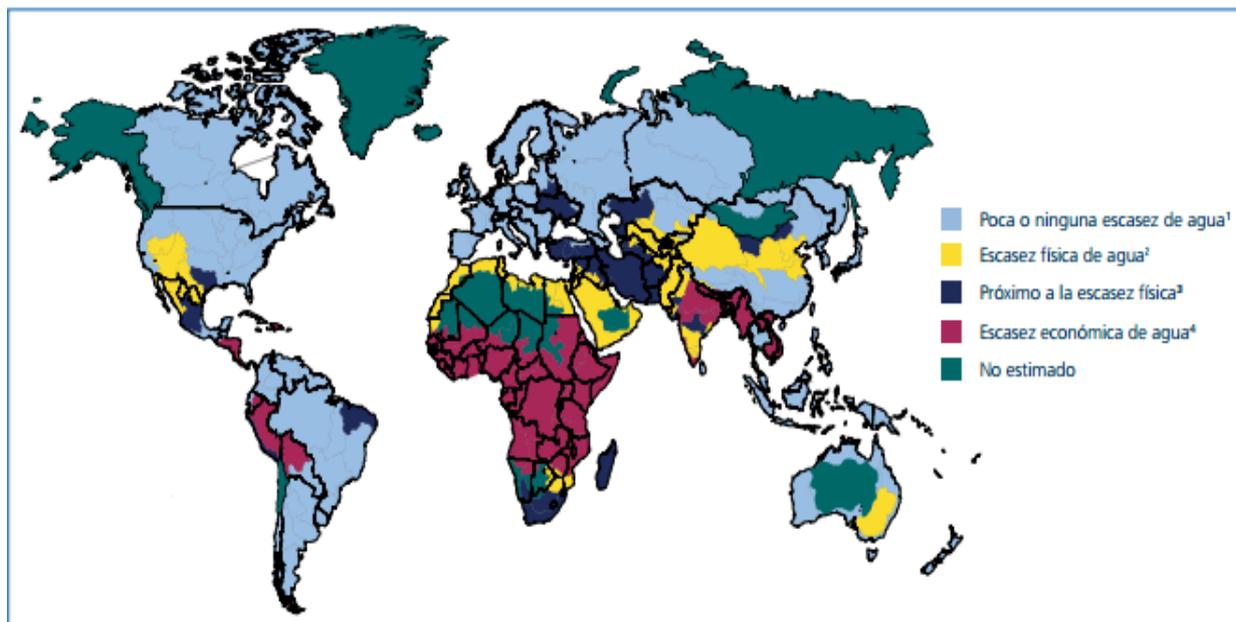
Y según estos datos el Perú se encuentra en un nivel de escasez económica de agua.

Como lo demuestran las siguientes ilustraciones:



**Figura 01 Global Physical and economic water scarcity I**

*Fuente:* (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2016)



**Figura 02 Global Physical and economic water scarcity II**

Fuente: (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2016)

En nuestro país, la ausencia de lluvias en ciertos meses afecta las principales zonas agrícolas del país. El gobierno declaró la emergencia hídrica en 37 valles productores de siete regiones en el país. Se estima que casi 350 mil hectáreas de cultivo están en riesgo debido a esta irregularidad climática, Piura es una de las regiones más golpeadas por la escasez hídrica. La Dirección Regional de Agricultura (DRA) de esa región ha estimado que la ausencia de lluvias y el bajo nivel de los acuíferos impactarían el 25% del área cultivable y ocasionarían pérdidas de S/68 millones de soles en el sector. En tanto, el Gobierno Regional de Piura evalúa declarar estado de emergencia en la región. Esto permitiría contar con un presupuesto adicional e inmediato para la compra de forraje para ganado, medicinas y realizar actividades ante la escasez. (El Comercio, 2016).

A nivel local; desde el año 2016, en la zona del parque industrial en El Tambo, cercado de Huancayo, algunos sectores de Chilca y en los distritos de Huancán y Azapampa la escasez de agua se ha hecho sentir. Vecinos de diversas zonas han reportado que la presión del agua es débil; desde las 13 horas, el servicio se corta por completo y apenas a las 18 horas se vuelve a restablecer. No solo eso, en la madrugada, no hay agua hasta las 5:30 de la mañana. Según la Empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Municipal (Sedam) de Huancayo, en la provincia tenemos 17 estaciones de bombeo de agua y dos plantas de abastecimiento en Vilcacoto y Yanama además de Orcotuna y Viques.

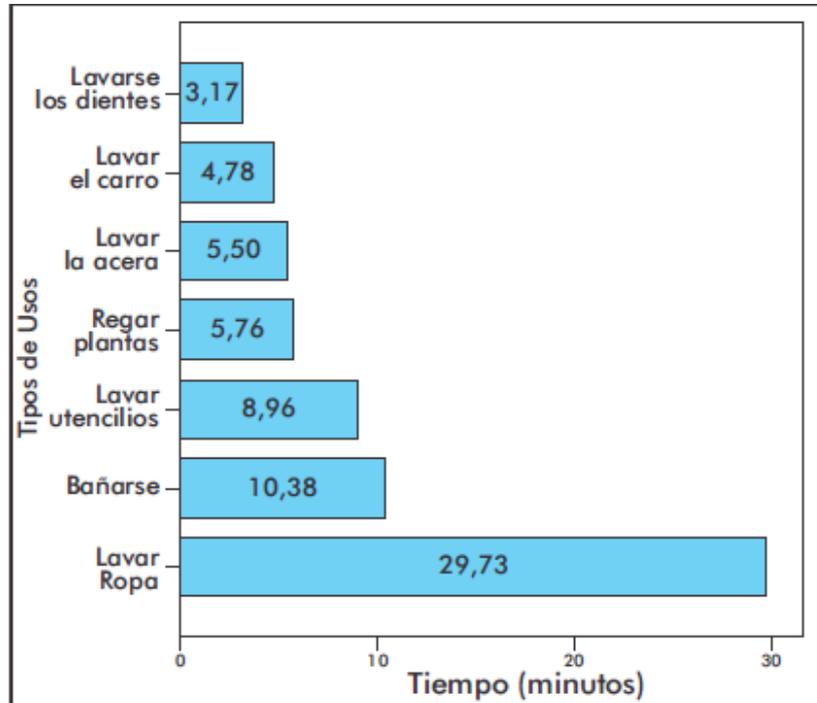
Es sabido de que no tenemos mucha agua, pero el mal uso que se le da también afecta. (Alcántara, 2016) manifestó que a diario se debe guardar y reservar agua entre las 5 y 7 de la mañana. “El cercado de Huancayo es un sector mixto porque es abastecido por la planta de Vilcacoto y una estación de bombeo de Yanama. Ahora se está construyendo un nuevo reservorio de 2 000 m<sup>3</sup> en el Cerrito de La Libertad para poder subsanar la ausencia de agua durante las tardes”, comentó. Y agregó que se debe saber utilizar el agua. “A diario vemos personas lavando carros en las calles, regando las calles y grandes jardines con agua. Ahí se desperdicia. En esos casos se debe usar agua usada”, dijo. Finalmente, informó que ya está en proyecto la reserva de agua en la altura del río Shullcas. (Alcántara, 2016).

En la urbanización de Pio Pata, los vecinos hicieron denuncias públicas hacia la empresa Sedam Huancayo, responsabilizándola por la falta de agua en sus viviendas y al respecto, dicha entidad informó que las tuberías que abastecen a tales zona se obstruyeron, lo cual dejó a las viviendas sin el servicio de agua potable por algunas horas. (Manchego, 2016) ; sin embargo, la carencia del servicio de agua en la urbanización de Pio Pata no es de este momento, ya que tal problema recurre desde ya varios años atrás, la investigación de (Mendoza, y otros, 2015) indican que, en ese año la cantidad de agua disponible a servir a la urbanización de Pio Pata y urbanizaciones cercanas aún era normal y que no se pronosticaba una escasez como la que actualmente se conoce.

La (Municipalidad Provincial de Huancayo, 2006-2011) en su plan de desarrollo urbano menciona una planificación en cuanto a el desarrollo y mejoramiento del servicio de agua y desagüe para la urbanización de Pio Pata y otros, sin embargo desde el año 2011 no se ve una mejora en cuanto al servicio, ya que el problema de la escasez se agravo en el año 2015, donde se comenzaron a realizar cortes a ciertas horas de la tarde del suministro de agua, implicando el descontento de muchos pobladores de la mencionada urbanización en cuanto a la calidad del servicio, que cada vez está reduciéndose las horas en las que los pobladores cuentan con agua.

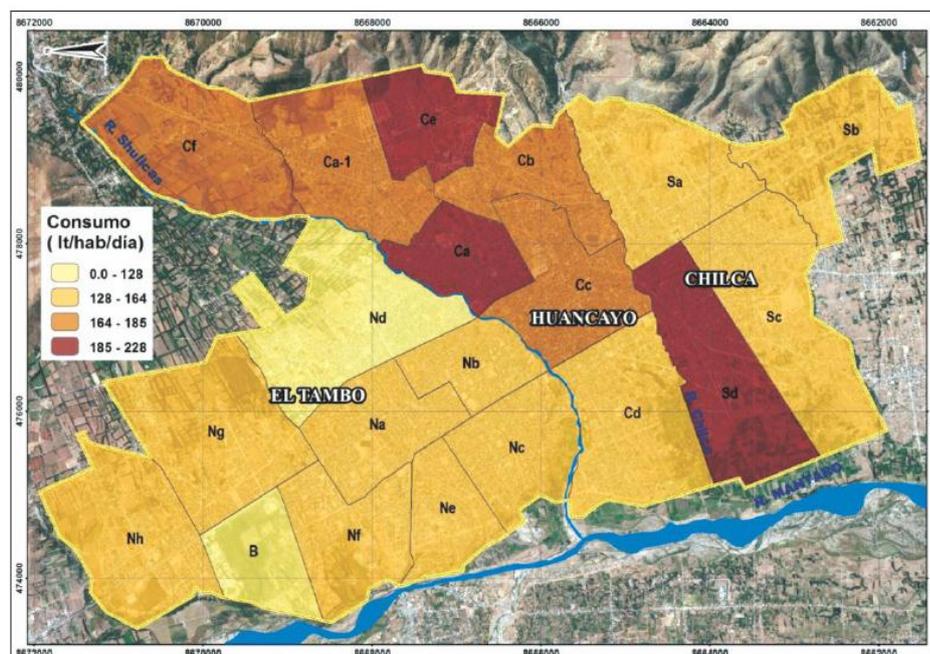
Según (Guillermo Carlos, y otros, 2012). un 93,7% de la ciudad de Huancayo pertenecen a zonas de vulnerabilidad media de escasez de agua y solo un 2,3% están en vulnerabilidad baja, de estos; la vulnerabilidad educativa y cultural son las predominantes en el distrito de Huancayo y la vulnerabilidad educativa y económica representa un nivel alto en los distritos de El Tambo y Chilca.

El tiempo promedio según los usos identificados están registrados en la Figura 03, que se emplearon para determinar el consumo promedio de agua en la ciudad de Huancayo, siendo de 164.75 lt/hab/día y que varían según el sector urbano, como se puede ver en la Figura 04.



**Figura 03 Tiempo promedio de gasto de agua según tipo de uso.**

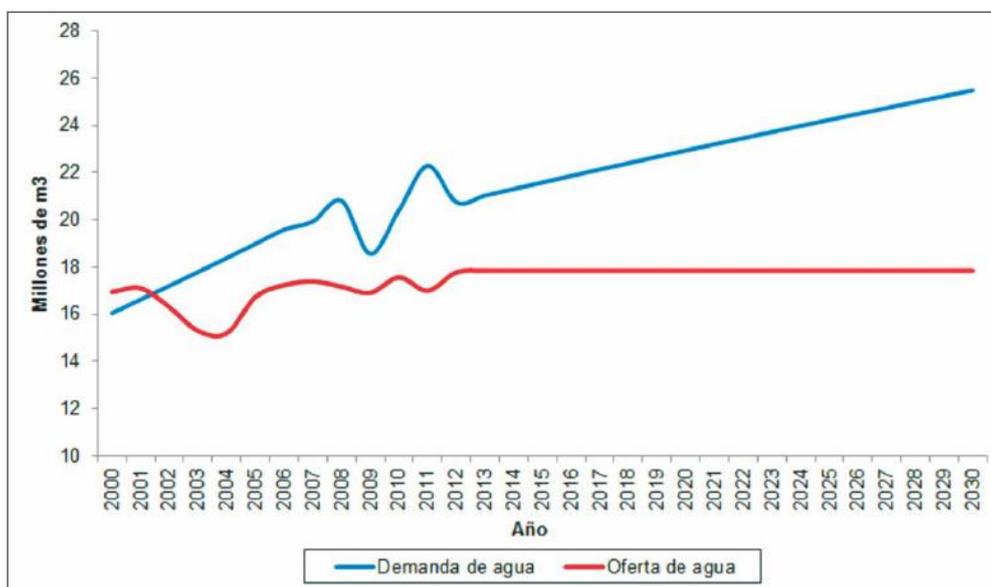
Fuente: (Guillermo Carlos, y otros, 2012)



**Figura 04 Sectores urbanos según consumo doméstico de agua per-cápita.**

Fuente: (Guillermo Carlos, y otros, 2012)

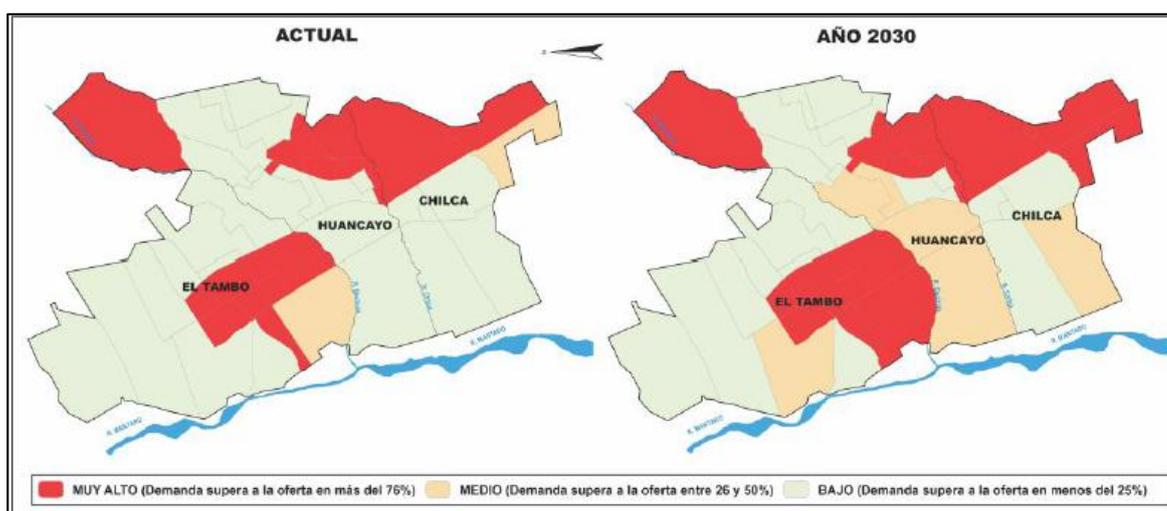
En la Figura 05 se muestra la comparación de oferta y demanda de agua, donde la ciudad de Huancayo pasaría de tener actualmente 344 580 habitantes a contar con 429 100 en el año 2030, demandando un volumen de 25.8 millones de m<sup>3</sup> superando en 45%, que sería la oferta de agua para dicho año.



**Figura 05 Comparación de la oferta y demanda de agua.**

Fuente: (Guillermo Carlos, y otros, 2012)

La Figura 06, muestra los sectores urbanos que presentan escasez y las áreas que se incorporarán a dicha condición, es así que el 21,5% del área de la ciudad de Huancayo pertenece a zonas de peligro muy alto, y al año 2030, ascenderá a un 26,4%. Esto indica que se incrementará el estrés hídrico.



**Figura 06 Peligro de escasez de agua para los años 2011 y 2030.**

Fuente: (Guillermo Carlos, y otros, 2012)

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el efecto del sistema de monitorización de agua DEPO SHUÏ mediante una aplicación web, en el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar el efecto del sistema de monitorización de agua DEPO SHUÏ mediante una aplicación web, en el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo.

## **1.4. Justificación e Importancia.**

### **1.4.1. A nivel social.**

Actualmente en la zona de Huancayo; el agua potable en las viviendas se corta entre las 18 y 19 horas de la tarde, dejando a estas sin el servicio y dificultando en algunos casos los quehaceres del hogar y otras actividades que se pueden suscitar.

El problema transfiere desde hace varios años atrás, cuando aún no se pronosticaba una escasez grande de agua como la que actualmente se conoce.

La empresa de agua potable Sedam Huancayo cuenta con 67 mil conexiones domiciliarias. De estas, alrededor de 20 mil cuentan con agua las 24 horas, 35 mil entre 12 y 20 horas al día y 12 mil usuarios entre 2 y 12 horas al día. (Atencio, 2014)

Se evidencia que algunos sectores la población de los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca vienen atravesando escasez de agua.

Alrededor de 4 millones de peruanos no tienen agua potable. El agua escasea y, ante ello, tendremos que valernos de recursos que ya emplean otros países del mundo: tendremos que utilizar aguas residuales, incluida la del desagüe, como el caso en Texas, Estados Unidos, el cual padece sequías y comenzó a utilizar aguas de los inodoros, duchas, lavavajillas y lavadoras, para darle una segunda vida. (EiComercio, 2015)

Siendo el agua un líquido vital para todo ser viviente, es que su escasez pone en grave peligro la supervivencia del ser humano, animales y plantas. Dadas estas condiciones, es que surge la propuesta de crear un sistema de monitorización de agua a nivel de los tanques de almacenamiento, buscando que su uso sea bajo y eficiente. (Morguefile-Erdenebayar, 2014)

Muchas veces cerca de nosotros se dan situaciones de uso derrochador e irresponsable del agua, como los lavaderos de carro, el cepillarse los dientes manteniendo el grifo abierto durante todo el proceso, ducharse entre 15 y 20 minutos, etc. (Ver Tabla Nro. 1) Tales situaciones manifiestan la poca sensibilidad de un uso racional del agua, aún más conociendo que ciertos distritos existen cortes del suministro a partir de las 18 horas, esto no significa mucho si comparamos a la falta de agua en el continente africano. Hay diferentes formas de definir y medir la escasez de agua y/o el estrés hídrico. El indicador nacional de escasez de agua más conocido es el agua renovable per cápita al año, donde se utilizan los valores máximos para distinguir entre diferentes niveles de estrés hídrico. Un área o país está bajo estrés hídrico regular cuando los suministros hídricos renovables caen por debajo de 1 700 m<sup>3</sup> per cápita al año. (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2016).

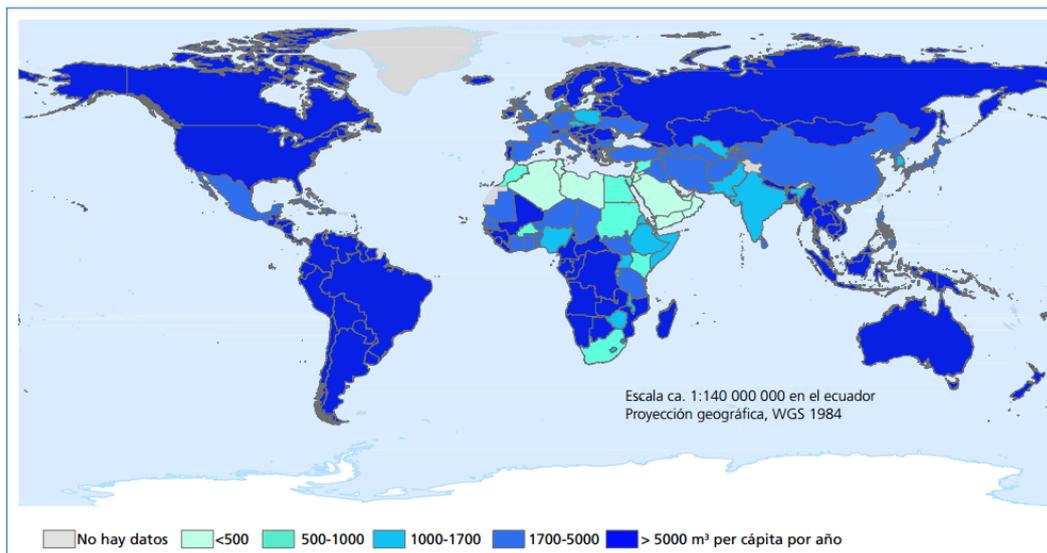
Las poblaciones sufren de escasez de agua crónica cuando el suministro de agua cae por debajo de 1.000 m<sup>3</sup> per cápita al año, y de escasez absoluta cuando este cae por debajo de 500 m<sup>3</sup> per cápita al año. Estos valores máximos revelan importantes desigualdades entre los países"; como se puede apreciar en la Figura 07.

**Tabla Nro. 1.**

**Consumo de agua por persona al día**

| <b>Actividades diarias</b>   | <b>Uso de Agua en litros</b> |
|--|------------------------------|
| Un baño  | Entre 150 y 300 litros       |
| Ducha  | 50-100 litros                |
| Cisterna   | 10 litros                    |
| Lavar los platos a mano  | 23 litros                    |
| Un lavavajillas  | Entre 20 y 40 litros.        |
| Una lavadora   | Entre 40 y 80 litros de agua |
| Descongelar un alimento bajo el grifo:   | Entre 15 y 25 litros         |
| Mantener el grifo abierto durante un minuto y medio, durante el lavado de dientes. | 18 litros.                   |
| Lavado de coche con manguera:  | Entre 200 y 500 litros.      |

Fuente: (Moral, 2015)



**Figura 07 Consumo de agua per cápita por año**

Fuente: (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, 2016)

La conducta de todo ser humano está guiada por sus principios y valores, respecto al uso del agua también intervienen estos valores que desde niño lo aprendimos. Si las familias, escuelas, instituciones educativas de nivel secundario y superior se comprometieran con educar en valorar el uso del agua, tendríamos ciudadanos consientes de preservarla.

La implementación del sistema DEPO SHUÏ pretende generar una cultura de concientización sobre el ahorro del nivel de consumo de agua a través de una Aplicación web que muestra mensajes de advertencia sobre el consumo exagerado de agua; adicionalmente se cuenta dos interfaces de reportes: la primera (ver figura 18) indica en un cuadro, la cantidad de agua consumida por la

vivienda entre el mes anterior y el actual y muestra la cantidad ahorrada; la segunda (ver figura 19) es un histograma donde se visualiza progresivamente el consumo de agua de la vivienda y pueda comparar la cantidad de litros que consumió durante los últimos 5 meses, estos datos son comparados con el estándar de consumo de agua mundial que son 20 lt. por persona según la (Organización Mundial de la Salud, 2018).

*Toda acción que conlleve a un uso responsable y racional del agua constituye un acto de bien social y ambiental, por lo que nuestro proyecto tiene una envergadura socio ambiental.*

#### **1.4.2. A nivel económico.**

Por lo visto anteriormente. “Se suma la falta de consciencia en lo que significa el ahorro del agua. Según cifras de Sedapal, en el Perú se consume un promedio de 250 litros de agua por personas, lo que indica un alto consumo monetario para todos, mientras que en Madrid y París el consumo es de 130 y 120 litros respectivamente”. (Morguefile-Erdenebayar, 2014)

Considerando que para saber el costo por m<sup>3</sup> de agua es crucial saber los diferentes tipos de usuario para así, determinar las tarifas mensuales. Actualmente el costo por m<sup>3</sup> de agua más alto lo tienen los usuarios industriales y comerciales, a quienes se les cobra (en el caso de Sedapal) S/.8,61 soles. No obstante el costo por realizar un consumo de agua muy elevado demanda un costo mucho mayor y si el nivel de consumo estaría más controlado entonces significaría un beneficio económico tanto para las industrias, como para los comerciales y viviendas. (Vega, 2015)

(Vega, 2015) indica que, “en cuanto a la facturación por consumo del nivel de agua en todo el Perú, a partir de julio del año 2015 se comenzó a regir el ajuste tarifario que aprobó la Sunass en beneficio de Sedapal. De esta manera, la factura del agua aumentará “en el primer año del plan tarifario aprobado por la Sunass para el período 2015-2020” entre S/.0,95 y S/.2,93 al mes a quienes registren consumos de hasta 17 m<sup>3</sup>”.

Por todo lo expuesto, la investigación demuestra que, al reducir el costo del pago mensual sobre el nivel de consumo de agua en las viviendas tendrá un impacto económico, ya que permitirá a éstas realizar un consumo medio, regular

o bajo del agua potable. Debido a que, desde la App web se envían mensajes de alerta (ver figura 17) sobre el nivel de consumo excesivo de agua; además, se tiene una comparativa entre el consumo de agua de la vivienda con el consumo recomendado por la (Organización Mundial de la Salud, 2018) para así, de este modo influenciar al usuario a reducir el nivel de consumo. Esta acción será favorecedora, ya que el solo hecho de reducir en 1 m<sup>3</sup> el consumo de agua en las viviendas, infiere en reducir en s/. 2.93 soles en el pago mensual, lo cual permitirá un ahorro monetario benéfico para los usuarios.

### **1.4.3. A nivel práctico.**

El sistema creado en esta investigación además de funcionar en una vivienda en la ciudad, podría también ser replicado, escalado e implementado a gran escala en el ámbito industrial, con el mismo concepto de monitorizar, pero en este caso se concentraría en sustancias químicas o algún líquido de índole similar, contribuyendo significativamente en los diversos procesos que puedan existir en las industrias del Perú.

El uso del microcontrolador NodeMCU y del sensor de ultrasonido HCSR04 pueden ser implementados de igual modo como un sistema de monitorización en el ámbito industrial, en los contenedores de líquidos, debido a que su funcionalidad no se afectará en lo absoluto.

## **1.5. Hipótesis y Descripción de las Variables**

### **Hipótesis**

El sistema de monitorización de agua DEPO SHUÏ mediante una aplicación web reduce el nivel de consumo de agua de tanques de domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo.

### **Variables**

- **Dependiente**

Nivel de consumo de agua.

- **Independiente**

Sistema de monitorización del consumo del agua.

## 1.6. Operacionalización de Variables

| VARIABLE                            | TIPO DE VARIABLE | CONCEPTUALIZACION  | DIMENSIÓN  | DEFINICION OPERACIONAL   | INDICADOR             | ESCALA DE MEDICION   |
|-------------------------------------|------------------|--|------------|--|-----------------------|--|
| Nivel de consumo de agua            | Dependiente      | Es la cantidad de agua que consume una persona para sus necesidades habituales como el aseo, limpieza, riego, etc. (Enciclopedia Medioambiental, 2017) | única      | Cantidad de consumo de agua medido por metro cubico evidenciado en el recibo de agua mensual por vivienda.   | Metros cúbico mensual | Alto (por encima de 17 m3 al mes)<br><br>Medio (entre 14 y 17 m3 al mes)<br><br>Regular (Entre 12 y 16 m3 al mes)<br><br>Bajo (por debajo de 12 m3 al mes)<br><br>Fuente: (NORMA IS 010, 2012) |
| Sistema de monitorización DEPO SHUÏ | Independiente    | Conjunto de componentes que están configurados y programados correctamente para el alcance de objetivos establecidos y deseados.                       | Existencia | Adecuada operación del sistema, los componentes mantengan conexión y la toma de datos nunca se interrumpa, para así se lleve a cabo una correcta monitorización. | Si/No                 | Viviendas con instalación del sistema DEPO SHUÏ.<br><br>Vivienda sin instalación del sistema DEPO SHUÏ.  |

## **1.7. Delimitación de la Investigación**

Considerando que el estudio se realizará directamente en la urbanización de Pio Pata, Distrito de El Tambo, se toma a todas las viviendas que tengan tanques de agua y servicio de internet como población.

Como muestra se incluirá a las viviendas que cuentan con tanque de agua y servicio de internet de la urbanización de Pio Pata, Distrito de El Tambo por su accesibilidad.

## **1.8. Limitaciones de la Investigación**

- **Disponibilidad para instalar el sistema.**

No todos los residentes de los domicilios apoyan la realización de las pruebas y evaluación del sistema de monitorización y de la aplicación web.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del Problema**

##### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

###### **A. Riesgos de escasez de agua en la ciudad de Huancayo al año 2030**

(Guillermo Carlos, y otros, 2012).

“La investigación tiene como objetivo estimar los riesgos de escasez de agua en la ciudad de Huancayo (distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca) al año 2030, mediante la recopilación y análisis de datos de oferta y demanda de agua.

La investigación citada desarrolló un alcance descriptivo, diseño transversal. Utilizó el método de análisis del peligro de escasez de agua, considerando la oferta de agua para abastecimiento urbano, demanda doméstica y su balance, para la vulnerabilidad fue observada la conducta de uso y preparación frente a la escasez mediante la aplicación de una encuesta a jefes de familia de 1172 viviendas de la zona urbana de los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca; luego se sistematizó la información generando una base de datos a través del software ArcGis que tuvo como unidad de análisis espacial los sectores urbanos; para después estimar los riesgos expresados en sector y población afectada para un escenario actual y para el año 2030. Resultados: Las tendencias de crecimiento poblacional indican que la ciudad de Huancayo tendrá 429 100 habitantes en el año 2030, por lo tanto, demandarán un volumen de 25,8

millones de metros cúbicos, superando a la oferta en 45% debido a pérdidas en la distribución, afectando de este modo a un 33,7% de la ciudad, que pertenecen a sectores de alto riesgo y donde se encuentran 42 centros educativos, 7 centros de salud y 12 centros comerciales. Conclusiones: Al año 2030 la población afectada por la escasez de agua ascenderá a 152 432 habitantes, debido a un racionamiento de agua promedio de 2 horas menos a las actuales”.

Visto que (Guillermo Carlos, y otros, 2012) concluyen en que existirá riesgo potencial a enfrentar una severa escasez de agua en la ciudad de Huancayo hacia el año 2030 y que la demanda de agua no podrá ser cubierta por el volumen de agua pronosticado para tal año, además de predecir que afectará a sectores de alto riesgo. Por lo que se hace necesario y pertinente, investigaciones que busque el uso racional y consiente del agua como es el caso de la presente investigación.

#### **B. Elaboración del Sistema de Control Metrológico de Agua Potable en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. (Arroyo, 2015)**

“El presente informe precisa la medición de agua mediante equipos o sistemas de control metrológico, ya que pueden tener influencia sobre la transparencia de transacciones comerciales, la salud o la seguridad de consumidores y usuarios, así como en el medio ambiente. Por control metrológico conocemos al conjunto de actuaciones administrativas y técnicas, que se llevan a cabo para asegurar que los instrumentos, aparatos y equipos de medida realizan su función de manera adecuada y de esta manera no repercutir en lo mencionado en el párrafo anterior. El proyecto consiste en: el desarrollo de los ensayos para la aprobación del modelo, la verificación en situ del estado actual de los instrumentos de medición, la verificación tras reparación o modificación de instrumentos de medición y la instalación de instrumentos de medición necesarios para llevar a cabo el proyecto, toma de lectura mensual de los medidores de agua, para registrar la información del consumo y finalmente la vigilancia e inspección”.

(Arroyo, 2015) concluye en el desarrollo de un sistema de control metrológico de agua potable, ya que puede tener influencia sobre principalmente la salud de sus usuarios en el aeropuerto Jorge Chávez, es más, debido a la cantidad de usuarios diarios que cuenta el aeropuerto y a la frecuencia de uso de agua; es que se hace necesario el desarrollo de investigaciones como la mencionada. El presente proyecto de investigación: “Sistema de monitorización

DEPO - SHUÍ”; está dirigido a realizar una monitorización del nivel de consumo de agua en la población y enfocar a que ellos realicen un correcto uso y a la preservación de tal líquido vital y así contar con dicho recurso para mejorar la calidad de vida.

### **C. Implementación de un sistema de control no lineal backstepping multivariable para la planta piloto tanque con agua. (Aquize Palacios, 2011)**

“Esta tesis desarrolla un procedimiento para el diseño e implementación experimental de un sistema de control no lineal backstepping para controlar simultáneamente el nivel y la temperatura en el proceso tanque con agua. El sistema de control diseñado combina el modelo dinámico no lineal de LaGrange del proceso con un controlador backstepping multivariable. Los estudios de simulación y experimentación realizados demostraron el buen rendimiento de este controlador, el cual se comparó con el rendimiento de un controlador PID MIMO- El desempeño del controlador backstepping es superior al del controlador PID MIMO, porque utiliza un modelo no lineal de la planta controlada Tanque con Agua, que físicamente refleja una representación más fiel al modelo real de la planta, mientras que el controlador PID MIMO utiliza un modelo linealizado de la planta, es decir, un modelo aproximado”.

(Aquize Palacios, 2011) presenta una alternativa para el control de nivel y temperatura de un tanque de agua enfocado al ámbito industrial, utilizando un sistema controlador backstepping multivariable. Por otra parte, el “Sistema de monitorización DEPO SHUÍ” está enfocado a el ámbito social, al ayudar a la población a reducir el nivel de consumo de agua en sus viviendas, lo cual infiere a culturizar y crear conciencia en cuanto al uso correcto de tal líquido vital.

#### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

##### **A. Países Bajos - Universidad de Twente: Four billion people facing severe water scarcity. (“Cuatro billones de personas enfrentan severa escasez de agua”) (Mekonnen, y otros, 2016)**

“La escasez de agua dulce se percibe cada vez más como un riesgo sistémico global. Evaluaciones anteriores de la escasez de agua, implica que; la escasez de agua anualmente ha subestimado la experimentación que anteriormente hacia captar las fluctuaciones estacionales en el consumo de

agua y disponibilidad. Se debe evaluar globalmente la escasez de agua azul en una alta resolución espacial sobre una base mensual. Encontramos que las dos terceras partes de la población mundial (4,0 millones de personas) viven en condiciones de grave escasez de agua al menos 1 mes del año. Casi la mitad de esas personas viven en India y China.

Medio millón de personas en todo el mundo enfrentan una severa escasez de agua durante todo el año. Poner capsulas para el consumo del agua por cuenca hidrográfica, ha incrementado la eficiencia en el uso del agua, y una mejor distribución de los limitados recursos de agua dulce será clave en la reducción de la amenaza planteada por la escasez de agua en la diversidad biológica y el bienestar humano”.

**Tabla Nro. 3.**

**Número de personas enfrentando escasez de agua en el período 2015-16.**

| Número de meses por año (n) | Billones de personas enfretando baja, moderada, significativa y severa escases de agua durante n meses por año |                          |                              |                        | Billones de personas enfretando moderada o peor escases de agua durante n meses | Billones de personas enfretando severa o peor escases de agua durante n meses por año |
|-----------------------------|--|--------------------------|------------------------------|------------------------|---|---|
|                             | Baja escases de agua   | Moderada escases de agua | Significante escases de agua | Severa escases de agua |   |   |
| 0                           | 0.54   | 4.98                     | 5.22                         | 2.07                   | 6.04  | 6.04  |
| 1                           | 0.12   | 0.81                     | 0.66                         | 0.31                   | 4.26  | 3.97  |
| 2                           | 0.12   | 0.19                     | 0.13                         | 0.37                   | 3.95  | 3.66  |
| 3                           | 0.35   | 0.05                     | 0.03                         | 0.37                   | 3.55  | 3.28  |
| 4                           | 0.33   | 0.01                     | 0.001                        | 0.59                   | 3.15  | 2.91  |
| 5                           | 0.30   | 0                        | 0                            | 0.55                   | 2.56  | 2.32  |
| 6                           | 0.33   | 0                        | 0                            | 0.27                   | 2.09  | 1.78  |
| 7                           | 0.47   | 0                        | 0                            | 0.21                   | 1.76  | 1.5   |
| 8                           | 0.59   | 0                        | 0                            | 0.29                   | 1.46  | 1.3   |
| 9                           | 0.40   | 0                        | 0                            | 0.3                    | 1.13  | 1.01  |
| 10                          | 0.40   | 0                        | 0                            | 0.12                   | 0.78  | 0.71  |
| 11                          | 0.30   | 0                        | 0                            | 0.09                   | 0.66  | 0.59  |
| 12                          | 1.78   | 0                        | 0                            | 0.5                    | 0.54  | 0.5   |
| Total                       | 6.03   | 6.04                     | 6.04                         | 6.04                   |   |   |

Fuente (Mekonnen, y otros, 2016)

(Mekonnen, y otros, 2016) explica en su investigación que actualmente la escasez de agua a nivel mundial está copando cada vez a más población, lo cual indica que, en cierto año en el futuro, la cantidad de agua que existe en el planeta no podrá servir a la cantidad total de población, por lo que se hace necesario investigaciones como el “Sistema de monitorización” por el cual se desea reducir el nivel de consumo de agua y crear conciencia en la población, no solo a nivel local, sino también a nivel mundial.

## **B. Control automático de llenado y vaciado de tanque con ajuste de temperatura (Nicaragua). (Calero, y otros, 2016)**

“La investigación citada muestra una propuesta práctica de un sistema automático preparado para controlar de forma efectiva el llenado y vaciado de cierto líquido en un tanque, siendo capaz de calentar el mismo a la temperatura que se desee. El proyecto se basa en la problemática de no contar con un sistema útil para el almacenamiento de líquidos, además de un indicador detallado que muestre la cantidad exacta del líquido. Todo el sistema está basado en tecnología FPGA, haciendo uso de tarjetas de desarrollo como lo es la “NEXYS2”, siendo el cerebro de todo el sistema. Al iniciar el diseño se contemplaba un desarrollo de baja dificultad y la mayor innovación posible; con esta idea se realizaron una serie de experimentos para determinar los mejores planteamientos posibles y obteniendo así resultados positivos. El sistema en sí, tiene gran utilidad y beneficiará significativamente a aquellas empresas, negocios en desarrollo y hogares donde una solución eficiente y efectiva es su mejor deseo”.

“El presente proyecto aborda una propuesta de rediseño de un sistema de llenado y vaciado de tanque común, con las diferencias de poder ser más exacto a la hora de poder detallar la cantidad de fluidos que pueda permanecer dentro del recipiente, este (recipiente) puede ser a escala o de un tamaño considerado, por ejemplo una cisterna, así también de poder tomar control de la temperatura del fluido que esté en dicho recipiente o del fluido que pase a través de las tuberías conectadas al sistema”.

La investigación de (Calero, y otros, 2016) da un ejemplo consistente de un sistema controlador de temperatura y monitorizador de líquidos en un recipiente a gran escala y afronta la problemática de no contar con un sistema útil para el almacenamiento de líquidos, además de un indicador detallado que muestre la cantidad exacta del líquido. Del mismo modo, el “Sistema DEPO SHUI”, tiene como finalidad mostrar el nivel de agua, pero a diferencia de la investigación citada, en los tanques de las viviendas; y así poder contar con un indicador que muestre a detalle el nivel de agua y poder realizar un consumo promedio regular o bajo.

**C. (Costa Rica) Proyecto Control de bomba de agua para el llenado de un tanque.** (Morales, 2014)

“El proyecto citado tiene un carácter introductorio hacia los circuitos y sistemas automáticos, enseña cual es el funcionamiento paso a paso de la bomba y desarrolla el circuito de una manera detallada. El proyecto se realizó en forma de maqueta de proporciones pequeñas.

El proyecto en palabras sencillas, permite controlar el llenado de un tanque. El circuito lo que hace es detectar cuando un depósito está totalmente sin líquido, entonces el sensor “bajo” manda una señal al motor para que empiece el llenado del recipiente, este se seguirá llenando hasta que el líquido llegue al sensor que se encuentra más alto, cuando esto suceda el ultimo sensor que es el alto, mandara una señal al relé para que éste sea el responsable de apagar el motor que estaba llenando el recipiente evitando así un desperdicio de agua”.

(Morales, 2014) expone que el sistema de su investigación tiene un carácter de control. El autor indica además que el propósito es el de llenar agua de manera automática a un tanque; enfocándolo a la presente investigación, se puede decir que serviría como complemento al “Sistema DEPO SHU”, ya que fortalece aún más el objetivo y podría ser escalable al existir un trabajo complementario entre ambos sistemas, apuntando a la monitorización de manera online.

**D. (Bolivia) Control de nivel para tanques de agua con realimentación.** (Mercedes, y otros, 2015)

“La investigación citada tiene como objetivo desarrollar un sistema de control de nivel de líquido que también abarca temas como el manejo de potencias para el accionamiento de un electro-válvula y una bomba electro sumergible.

Este proyecto está completamente controlado por un microcontrolador con aplicaciones como la conversión análoga- digital, el manejo del teclado matricial y del display de cristal líquido (LCD), el operador del sistema podrá ingresar el valor del nivel de agua deseado en el tanque almacenador y este por medio del sistema de censado implementado con poleas y de la bomba se llenará posicionándose en dicho valor, el líquido proviene de un tanque distribuidor haciéndolo un circuito cerrado de control”.

La investigación de (Mercedes, y otros, 2015) relaciona al uso de un microcontrolador, como lo es en la actual investigación, para el llenado de un tanque de agua a un nivel deseado “n”, previamente configurado por el usuario. Esta investigación podría ser parte complementaria del “Sistema DEPO SHU” debido a que éste cuenta ya con un sistema de monitorización a nivel online y se tendría que configurar ambos sistemas para que coexistan y trabajen en conjunto. El sistema de (Mercedes, y otros, 2015) apoyo a la presente investigación en distinguir el elemento carente y crucial en un sistema de control, el cual es, un sistema de monitorización.

#### **E. (Ecuador) Medición y control del nivel de líquido con un sistema Scada.**

(Bautista Solórzano, 2013)

“Esta investigación consiste en la implementación de un sistema de adquisición de datos (DAQ) en la medición y control de una de las variables de proceso más utilizada en un entorno industrial, el nivel de líquidos, dentro de un módulo didáctico. En el cual, cuando se refiere de un sistema DAQ este consiste de diferentes componentes y la característica de cada uno de estos determinan el desempeño adecuado del sistema y corresponden a: el hardware de adquisición de datos, el acondicionamiento de señal y los sensores”.

“El hardware de adquisición de datos implementado en el módulo didáctico corresponde a la tarjeta DAQ 6009 que es la encargada de adquirir los datos del proyecto en forma confiable y es utilizable en una infinidad de proyectos.

Para el acondicionamiento de la señal se ha colocado una tarjeta electrónica en cada una de las salidas utilizadas en la tarjeta DAQ 6009 para adaptar estas salidas de baja potencia a las entradas de las cargas de gran potencia que se controlan en el sistema. Para la medición del nivel se utiliza el sensor ultrasónico Q45ULIU64ACR que emitirá una señal de voltaje en función del nivel, esta señal es enviada a la tarjeta DAQ 6009 para la recolección de este dato. Con todos estos componentes junto con una aplicación adecuada en una computadora se podrá analizar y procesar las señales adquiridas y mantener el control del proceso en cualquier momento y lugar”.

(Bautista Solórzano, 2013) señala que las industrias de la ciudad de Riobamba en Ecuador tienen alta prioridad en controlar y medir el nivel de líquidos, del cual, el sistema propuesto por él realiza un correcto trabajo en función a ese ámbito, sin embargo; el “Sistema DEPO SHUI”, planteando en la presente investigación, cuenta con componentes de bajos costos que pueden ejecutar la misma función de “medir” o “monitorear” el nivel de líquido, pero en el ámbito de la ciudad, por lo que se hace pertinente el desarrollo de investigaciones como ésta, el sistema de (Bautista Solórzano, 2013) apoyo a la presente investigación en optimizar y analizar diversos componentes informáticos para efectuar el trabajo eficaz de monitorización.

*“Los antecedentes internacionales tienen relación inherente con la variable independiente del sistema de monitorización ya que, se estudian prototipos semejantes a lo planteado en este informe de investigación, de los cuales denotan la capacidad de implementar sistemas que ayuden en la monitorización del consumo de agua”.*

## **2.2. Bases Teóricas**

**A. El Agua:** se va a analizar el concepto según varias definiciones.

Según (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016): El agua es la sustancia que más abunda en la Tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. La mayor reserva de agua está en los océanos, que contienen el 97% del agua que existe en la Tierra. Se trata de agua salada, que sólo permite la vida de la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciales.

Para la (Real Academia Española - RAE, 2014): el agua es un líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos.

El experto (Pérez Porto, y otros, 2013): Se conoce como agua dulce, al agua que contiene una cantidad mínima de sales disueltas (a diferencia del agua

de mar, que es salada). A través de un proceso de potabilización, el ser humano logra convertir el agua dulce en agua potable, es decir, apta para el consumo gracias al valor equilibrado de sus minerales. Es importante destacar que la escasez de agua potable en numerosas regiones del planeta genera más de 5 millones de muertes al año.

Por otro lado (Tudela, 2010) indica que: el agua está en todas partes: en el aire, en la tierra y dentro de ella, y es parte importante de toda materia viva. Está presente en todos los seres vivos, así como en todos los alimentos, excepto en el aceite. El agua, líquido incoloro, inodoro e insípido, es una sustancia inorgánica que está compuesta por dos moléculas de oxígeno y una molécula de hidrógeno. Está comprobado científicamente, que solo podemos encontrar agua con esta composición en el laboratorio. En la naturaleza está constituida, además, por diversas sales minerales, que le aportan las diversas características organolépticas y terapéuticas que posee cada tipo de agua. Por la importancia que tiene para la vida humana, es considerada esencial, hecho que le otorga el carácter de nutriente. Es un nutriente que, como las vitaminas y minerales, no aporta calorías a nuestra dieta.

Referente a la composición química, (Jácome, 2015) indica que: el agua químicamente pura es un líquido inodoro e insípido; incoloro y transparente en capas de poco espesor, toma color azul cuando se mira a través de espesores de seis y ocho metros, porque absorbe las radiaciones rojas. El agua puede ser considerada como un recurso renovable cuando se controla cuidadosamente su uso, tratamiento, liberación, circulación. De lo contrario es un recurso no renovable en una localidad determinada.

Como podemos observar para todos los autores el agua es un líquido vital para la supervivencia humana, concordamos con Jácome al decir que será un recurso renovable si lo cuidamos, pero la tendencia actual nos demuestra que el mal uso y falta de conciencia de su consumo lo está tornando en un recurso no renovable.

A continuación, abordaremos el uso del agua en la actual productividad agrícola.

## **B. El agua y la actividad humana.**

El agua dulce es imprescindible para la vida, pero la cantidad disponible es escasa y su distribución desigual. Además, varía a lo largo del año y está sujeta a cambios provocados por la actividad humana. Los usos más importantes están relacionados con la agricultura y el consumo industrial y doméstico. Su demanda se ha incrementado notablemente con el crecimiento de la población.

En las últimas décadas, se han multiplicado las áreas agrícolas dependientes del riego para la producción de alimentos. Las industrias y actividades mineras la emplean para el lavado, enfriamiento, dilución, remojo, procesamiento, eliminación de productos de desecho, etc. Es posible utilizar las caídas de agua para producir electricidad y para mover molinos. Los ríos son un importante medio de transporte y comunicación. (Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO), 2016)

- **El Agua y la Agricultura**

El Agua es indispensable para la vida vegetal. Las plantas, en el proceso de fotosíntesis, producen sustancias orgánicas y liberan oxígeno a partir del dióxido de carbono y del agua del suelo. Esta transformación la realizan utilizando la energía de las radiaciones del sol. Las lluvias no están distribuidas de manera uniforme en todas las regiones. Según los climas, la cantidad de agua disponible para los cultivos puede ser insuficiente, adecuada o excesiva.

Cuando el agua es escasa, para que poder utilizar las tierras para la agricultura es necesario emplear técnicas de cultivo que aprovechen al máximo el agua disponible o construir obras de riego. En Perú, Bolivia, México, norte de Chile y otros países de la región, se han ampliado las tierras cultivadas con obras de regadío. Las pampas argentinas, uruguayas y del sur de Brasil y algunas zonas andinas de Venezuela y Colombia reciben lluvias en cantidades adecuadas a distintos cultivos. En regiones cercanas al Ecuador, las lluvias provocan inundaciones periódicas. Para proteger la producción, se han construido obras de drenaje que canalizan el agua hacia canales y ríos. Tan importante como la cantidad de agua caída, es su distribución durante el año. Es imprescindible que las semillas y plantas dispongan de la humedad que

necesitan cuando germinan y en los meses de mayor crecimiento. (Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO), 2016)

Las obras de riego permiten una mejor distribución y aprovechamiento del agua. En primavera, se riega en los valles con el agua de las nieves que se derriten en las cumbres. Mediante diques y embalses se almacena agua para los meses secos. Construyendo pozos se puede extraer agua subterránea.

La calidad del suelo y el porcentaje de humus que contiene permiten un mayor o menor aprovechamiento del agua. Si el suelo es rico en humus, conserva la humedad para que puedan absorberla las raíces. Un suelo arenoso la filtra con rapidez hacia las capas profundas, arrastrando los nutrientes. Los suelos arcillosos no la dejan penetrar y el agua se escurre con facilidad por la superficie, aumentando el peligro de inundaciones y la erosión. (Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO), 2016).

- **La Estrategia Nacional para el mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos.** (Ministerio-Agricultura-Riego-Perú, 2016).

Nuestro país es privilegiado por su oferta hídrica ya que dispone de un volumen anual promedio de 1 768 512 MMC de agua que concentra el 97.2 % del volumen en la vertiente del Amazonas, en donde se establece el 30 % de la población; el 0.5 % se asienta en la vertiente del Titicaca que alberga a un 5 % de la población y el 1.8 % restante, en la vertiente del Pacífico reúne al 65 % de la población.

El agua como recurso natural renovable satisface tanto la demanda de actividades poblacionales y productivas, así como el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y los ciclos naturales. Sin embargo, el crecimiento demográfico, los cambios de uso territorial que priorizan el uso urbano, la desigual distribución espacial del agua y su variabilidad estacional determinan diferencias significativas en la disponibilidad del recurso hídrico.

La institucionalidad en la gestión de la calidad de los recursos hídricos ha dado un importante avance con la creación de los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, espacios que se encaminan a una gestión

multisectorial del agua, que conforman el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH) que asegura la protección, aprovechamiento sostenible y recuperación de la calidad de los recursos hídricos a través de los planes de gestión de cuencas, que contribuyen con la mejora de la calidad de vida de las poblaciones y los ecosistemas acuáticos.

- **La reutilización y recuperación del agua en el ambiente del Perú.** (Jimenes Morales, 2011).

La reutilización del agua es un proceso muy importante que se lleva a cabo mediante distintos métodos de tratamiento, que ayudan a su recuperación y evitan la contaminación en el medio ambiente.

Esto permite darle un mejor uso y aprovechamiento a esta sustancia, ya que es lo más importante para la existencia de la vida en nuestro planeta. La abundancia del agua y su amplia distribución son factores decisivos para el desarrollo industrial, económico y social.

Se dispone de distintos métodos de tratamiento del agua que emplean tecnologías simples de bajo costo. Entre estos métodos están:

- **El tamizado:**

Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz o sedazo, las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz y las grandes quedan retenidas por el mismo

- **Aeración:**

Los aireadores funcionan bombeando aire comprimido dentro y a través del agua o bien agitando la superficie del estanque. A medida que el agua se va moviendo toda la superficie toma el oxígeno del aire y a la vez libera los gases perniciosos.

- **Sedimentación:**

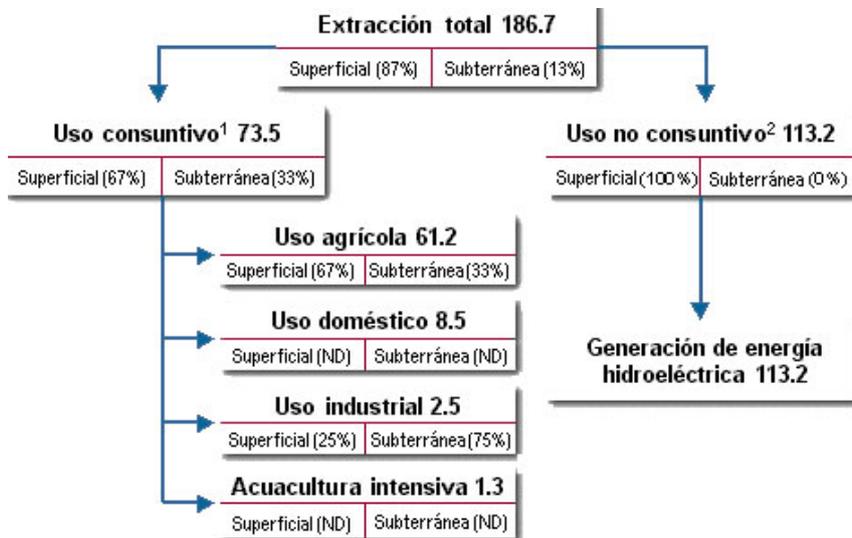
La sedimentación es el proceso por el cual el material sólido transportado por una corriente de agua se deposita en el fondo.

El cambio de algunas de estas características puede hacer que el material transportado se sedimente; o el material existente en el fondo sea erosionado.

### C. Distribución del Agua en el planeta Tierra.

Según (Junta Municipal de Agua potable y Alcantarillado de Mazatlán(JUMAPAM), 2016): El 97.5% del agua en la tierra se encuentra en los océanos y mares de agua salada, únicamente el restante 2.5% es agua dulce. Del total de agua dulce en el mundo, 69% se encuentra en los polos y en las cumbres de las montañas más altas y se encuentra en un estado sólido. El 30% del agua dulce del mundial, se encuentra en la humedad del suelo y en los acuíferos profundos.

Solo el 1% del agua dulce en el mundo, escurre por las cuencas hidrográficas en forma de arroyos y ríos y se depositan en lagos, lagunas y en otros cuerpos superficiales de agua y en acuíferos. Esta es agua que se repone regularmente a través del ciclo hidrológico.



**Figura 08: Principal uso del Agua**

Fuente: (Junta Municipal de Agua potable y Alcantarillado de Mazatlán(JUMAPAM), 2016)

## D. Fuentes de Recurso del Agua

El agua es un recurso natural, un recurso vital ya que es un elemento esencial para el desarrollo de la vida. Por ello, debemos cuidarla como uno de los bienes más preciados. El agua, el recurso natural más preciado es uno de los recursos más importantes que posee el planeta, de hecho, es tan importante que sin ella la vida no sería posible. Se podría decir que casi todo en el planeta depende del agua. La mayor parte de la superficie del planeta está cubierta de agua, nosotros mismos, los seres humanos, estamos compuesto de agua en nuestra mayoría. En los mares, ríos y océanos del planeta se encuentra también la mayor biodiversidad del planeta, y existen multitud de especies que aún ni se conocen. (Pascual, 2016)

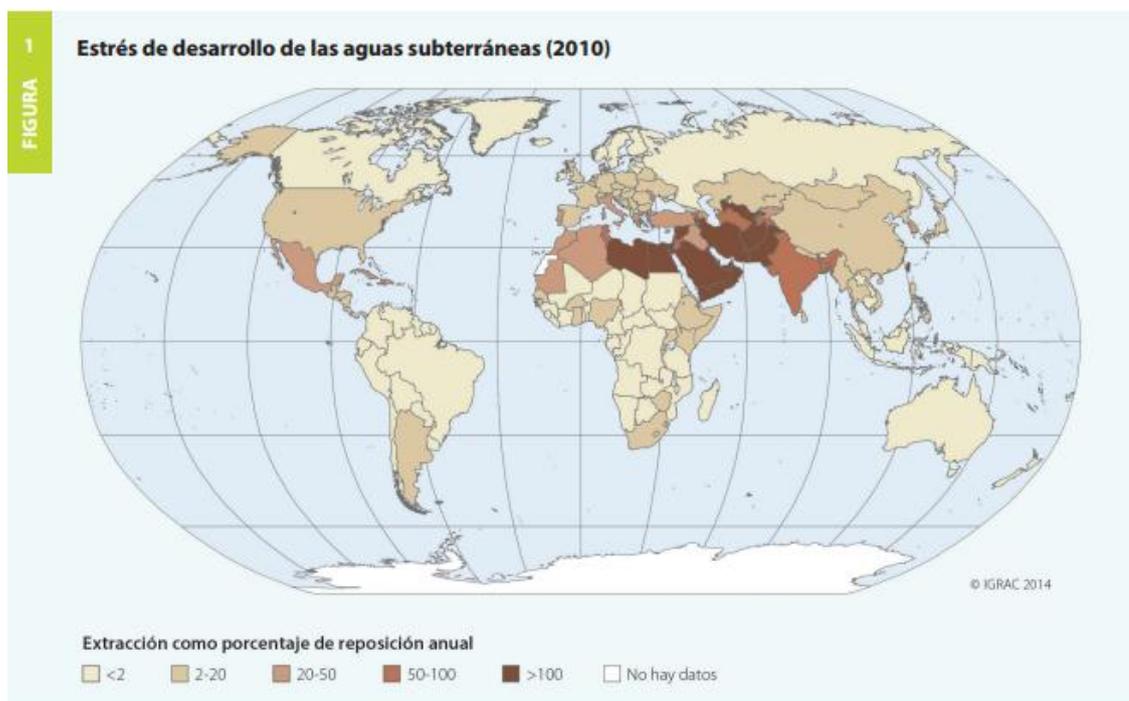
El agua se puede encontrar en diferentes estados en la naturaleza, pero ni siquiera un 1% de agua del planeta es potable, y debe tratarse antes para el consumo humano. El agua se puede encontrar en estado líquido, en los ríos, los lagos, mares y, sobre todo, en los océanos. También existe agua en estado sólido, por ejemplo, en los glaciares, o agua en estado gaseoso. Asimismo, otro porcentaje de agua del planeta se encuentra bajo la superficie de la tierra, en aguas del subsuelo.

El agua es indispensable para la vida en todos los sentidos. Necesitamos agua para vivir, es un recurso necesario en múltiples ámbitos: para la hidratación, la higiene o como elementos indispensables en numerosos procesos productivos, por ejemplo, hasta para fabricar papel se necesita agua. (Pascual, 2016)

Sobre los recursos Hídricos a nivel mundial, Las Naciones Unidas refiere:

- Se estima que el 20% de los acuíferos mundiales está siendo sobreexplotado, lo que va a tener graves consecuencias, como el hundimiento del suelo y la intrusión de agua salada.
- Las pérdidas económicas debidas a los peligros relacionados con el agua han aumentado considerablemente en la última década. Desde 1992, las inundaciones, sequías y tormentas han afectado a 4.200 millones de personas (el 95% de todas las personas afectadas por todos los desastres) y han ocasionado 1,3 billones de dólares estadounidenses de daños (el 63% de todos los daños). (UN WATER, 2015)

- La disponibilidad de agua se enfrenta a las presiones de la contaminación. Se espera que la eutrofización de las aguas superficiales y las zonas costeras aumente en casi todas partes hasta el año 2030 (UN WATER, 2015). A nivel mundial, el número de lagos con floraciones de algas nocivas aumentará un 20% por lo menos hasta el año 2050.



**Figura 09: Estrés de desarrollo de aguas subterráneas.**

Fuente: (United Nations(UN) of Water, 2015)

### **E. Sistema de monitorización.**

(Wallmark, 2014), indica que la palabra monitorización encuentra su origen en monitor, lo cual indica que es cualquier situación en la cual se puede visualizar algo en una pantalla y por lo tanto ayuda a controlar o supervisar una situación. El monitoreo, a rasgos generales, consiste en la observación del curso de uno o más parámetros para detectar eventuales anomalías.

Entonces, un sistema de monitorización es aquel que tiene como objetivo, visualizar el comportamiento y fluctuaciones de una variable para posteriormente realizar una toma de decisiones.

Por lo general, los datos que se evalúan en un sistema de monitorización son: el factor de disponibilidad (el porcentaje de tiempo que un sistema o equipo se encuentra operativo con respecto al período total de su funcionamiento) y el tiempo de respuesta; por otro lado, también se toman en cuenta la fiabilidad y la consistencia.

Entre las anomalías que más comúnmente hacen reaccionar a los sistemas de monitoreo se encuentran las peticiones fallidas de estado, que pueden darse cuando una conexión no puede ser establecida, o cuando se agota el tiempo de espera, entre otras posibilidades. Las acciones que se programan para combatir este tipo de situaciones son diversas; las dos opciones preferidas son el envío de una alarma a los administradores de red y la puesta en marcha de algún programa de control de manera automática. (Wallmark, 2014).

## F. Comparativa entre microcontroladores a utilizar.

Se realizó una comparativa entre los diversos microcontroladores existentes en el mercado, y así, seleccionar el más adecuado para la elaboración del sistema de monitorización de la presente investigación; a continuación, se listan los componentes comparados.

### a. Microcontrolador NodeMCU.



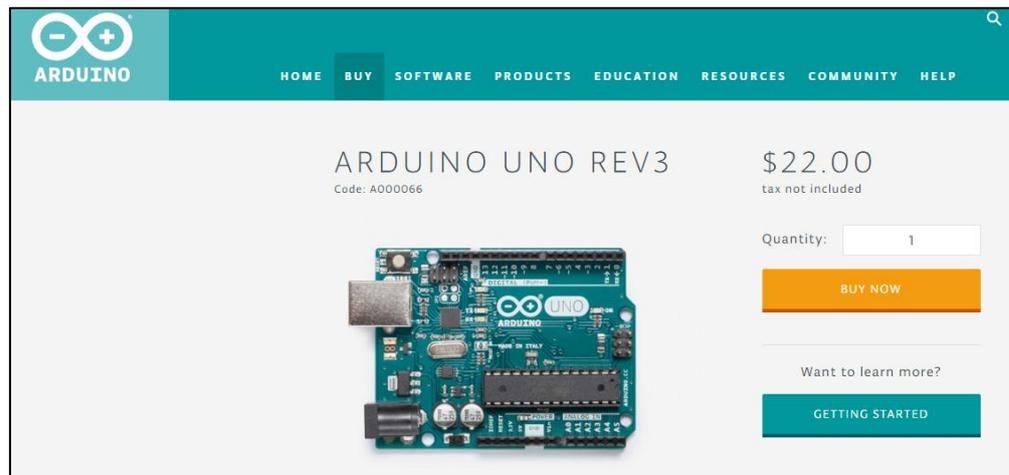
Figura 10: Venta de microcontrolador NodeMCU por internet.

Fuente: (Aliexpress, 2016)

Especificaciones:

- Procesador principal: ESP8266
- Protocolo inalámbrico 802.11 b/g/n
- Stack TCP/IP integrado
- Potencia de salida +19.5dBm en modo 802.11b
- Sensor de temperatura integrado
- Corriente en espera: < 10uA

## b. Microcontrolador Arduino



**Figura 11: Venta de microcontrolador Arduino por internet.**

Fuente: (Arduino Store, 2015)

Especificaciones:

- Microcontrolador: ATmega328
- Voltage de funcionabilidad: 5V
- Input Voltage (recommended): 7 - 12V
- Input Voltage (limits): 6 - 20V
- Digital I/O Pins: 14 (of which 6 provide PWM output)
- Analog Input Pins: 6
- DC Current per I/O Pin: 40 mA
- DC Current for 3.3V Pin: 50 mA
- Flash Memory: 32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Clock Speed: 16 MHz

### c. Microcontrolador Raspberry Pi



Element14 Raspberry Pi 3 Modelo B 1 GB RAM Quad Core 1.2 GHz CPU de 64 bits con WiFi y Bluetooth | Raspberry Pi 3B | 64bit | BCM2837

Ver nombre original del producto en inglés

★★★★★ 5.0 (3 votos) 8 vendidos

Precio: **US \$45.99** / unidad

Envío: **US \$4.43 a Peru** via AliExpress Standard Shipping   
Tiempo de entrega: 43-59 días

Cantidad:  unidad (5 unidades disponible)

Precio total: **US \$50.42**

**Comprar ahora** **Añadir a la cesta**

♥ Añadir a mi Lista de Deseos (153 veces añadido)

Política de devoluciones:  Se aceptan devoluciones si el producto es muy distinto de su descripción. El comprador puede devolver el producto (haciéndose cargo de los gastos de envío de vuelta) o quedarse con el producto y acordar con el vendedor la devolución del dinero. Ver detalles

Garantías del vendedor:  Entrega Puntual **60 días**

New Features:  
1GB RAM  
64Bit CPU  
1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-53  
802.11 bgn Wireless LAN and Bluetooth 4.1

2016 New!  
Raspberry Pi  
3 Mode B

U-GEEK  
ARROJO TO THE ORIGINAL AND HIGH QUALITY  
HTTP://WWW.ALIEXPRESS.COM/STORE/1954241

Q Sitúa el cursor encima para hacer zoom

**Figura 12: Venta de microcontrolador Raspberry Pi 3 Modelo B por internet.**

Fuente: (Aliexpress, 2015)

Especificaciones:

- Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU
- 1GB RAM
- BCM43438 wireless LAN and Bluetooth Low Energy (BLE) on board
- 40-pin extended GPIO
- 4 USB 2 ports
- 4 Pole stereo output and composite video port
- Full size HDMI
- CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera
- DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display
- Micro SD port for loading your operating system and storing data
- Upgraded switched Micro USB power source up to 2.5A

Existen actualmente en el mercado, diversos microcontroladores como, entre los más comerciales, de precio elevado y conocidos: Arduino y Raspberry pi; los cuales son utilizados para efectuar tareas enfocadas a la robótica y domótica, manejo de sensores, etc. Pero para la presente investigación se tomó como principal componente; el microcontrolador NodeMCU, el cual, a diferencia de los otros mencionados, ya cuenta con un módulo esp 8266 – Wifi (el cual se utilizó para la presente investigación como medio de comunicación entre los datos del sistema de monitorización con internet) y tiene un costo mucho menor ante los demás microcontroladores.

## **G. Monitorización.**

- **Sistema de monitorización del nivel de consumo de agua.**

Una de las posibles soluciones que se plantea para la problemática detectada es realizar una aplicación de monitorización de nivel de agua.

Considerando que un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo. (Alegsa, 2016), se considera en este caso los siguientes procesos:

- **Equipamiento, previsión de materiales.**

Las herramientas a requerir para el sistema de monitorización del agua son:

- Microcontrolador NodeMCU
- Sensores ultra sonido
- Cables jumper “Dupont”
- Fuentes de alimentación.
- Dispositivos: Smartphone, Tablet y PC o Laptop.

El trabajo conjunto entre el Microcontrolador NodeMCU y los dispositivos mencionados anteriormente será completamente inalámbrico, ya que ambos cuentan con la tecnología suficiente para poder realizar dicho enlace.

- **Desarrollo de la Aplicación Web.**

Se emplearon herramientas para desarrollo de la Aplicación Web, además fue desarrollado con las siguientes metodologías: SCRUM para la gestión y principalmente XP para el desarrollo. Por la parte de SCRUM se cuenta con actas de constitución y plan de dirección de proyecto, por XP se hace uso de documentos como historias de usuarios y pila de producto, la metodología que describen (Canós, y otros, 2003), la cual se utilizó para el desarrollo de la Aplicación Web, se desprende en:

- Exploración; en donde se planteó a grandes rasgos las historias de usuario y se construyó un primer prototipo de la Aplicación web.

- Planificación de la Entrega: en la cual se establece que historias de usuario tiene más prioridad de desarrollo ante otras. La historia de usuario más importante fue la de desarrollar una interfaz en donde el usuario pueda verificar el nivel de agua almacenada en el tanque de su vivienda, para así realizar una correcta monitorización.

- Iteraciones: se cumple con un primer vistazo de la Aplicación web, el cual se entregó en un lapso de no más de tres semanas por cada iteración; en esta etapa ya se desarrolló una interfaz con el requerimiento de prioridad anterior y además se desarrolló un menú principal.

- Producción: en ésta etapa se realizaron pruebas y revisiones de rendimiento de la Aplicación web; en este punto ya se contaba con un acceso con una interfaz de ingreso validado con un usuario y contraseña, el menú principal y principalmente la optimización de la interfaz de monitorización de agua, además, se propusieron mejoras a realizar en una próxima etapa.

- Mantenimiento: a medida que se iba probando la Aplicación web, se comenzaron a diseñar mejoras para optimizar la programación, el cual, el más resaltante fue de implementar la característica de Aplicación web responsiva con el objetivo de que el usuario final tenga una mejor vista y comodidad de uso.

Además, esta Aplicación web cuenta con la característica de “responsive” o “diseño web adaptable”, el cual se considera hoy en día, una de las mejores prácticas en el diseño web y es una técnica de diseño web que busca la correcta visualización de una misma página en distintos dispositivos. Desde ordenadores de escritorio a tabletas y móviles. (Angel, 2018).

A continuación, se muestran las interfaces finales de la Aplicación web:



**Figura 13: Inicio de sesión**

Fuente: Investigación propia

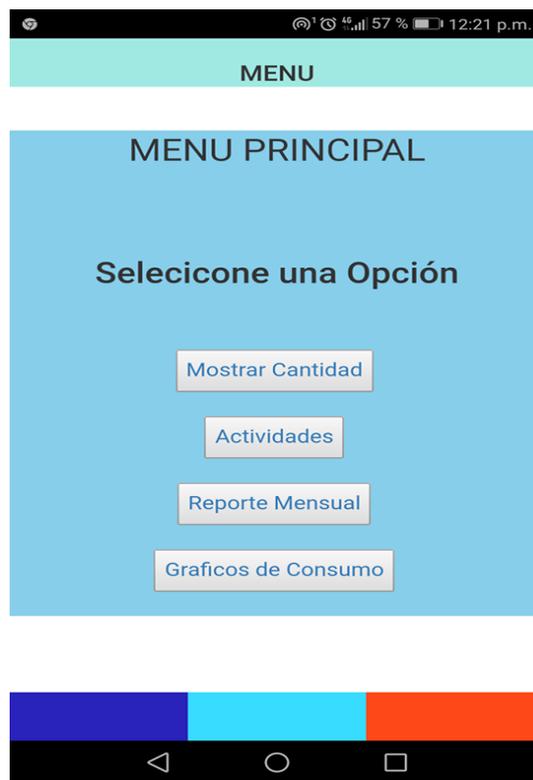
En la figura 13, se muestra la interfaz de inicio de sesión; el usuario cuenta con credenciales de acceso para ingresar al sistema de monitorización



**Figura 14: Pantalla de configuración de tanque**

Fuente: Investigación propia

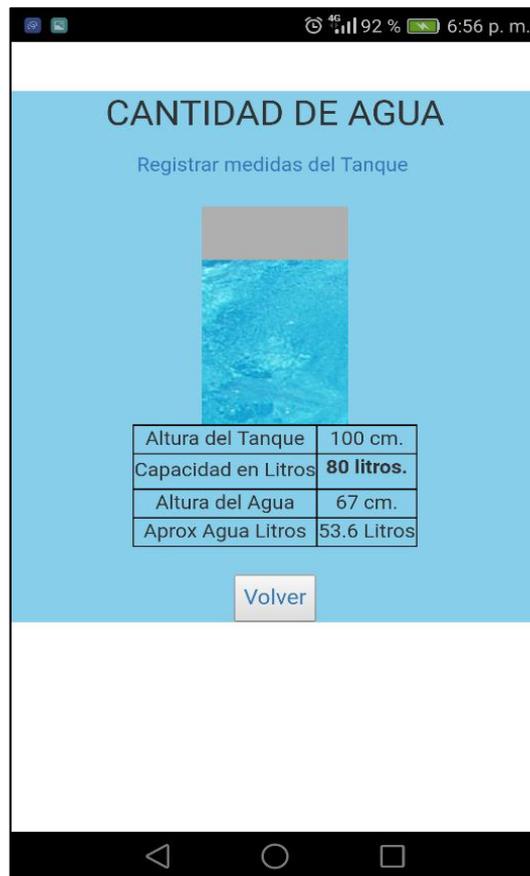
En la figura 14, se muestra la interfaz de configuración, donde el usuario tendrá que ingresar los datos del tanque de agua de su vivienda para que el sistema de monitorización realiza los cálculos matemáticos necesarios y se muestre correctamente los datos sobre el nivel de agua.



**Figura 15: Pantalla de Menú principal**

Fuente: Investigación propia

En la figura 15, se muestra la interfaz del menú principal, donde se puede visualizar las opciones que cuenta la aplicación web del sistema de monitorización DEPO SHUÍ: Mostrar Cantidad, Actividades, Reporte Mensual y Gráficos de Consumo.



**Figura 16: Pantalla que muestra la cantidad de agua en el tanque**

Fuente: Investigación propia

En la figura 16, se muestra la interfaz en donde se especifica el nivel de agua que se encuentra en el tanque de la vivienda.



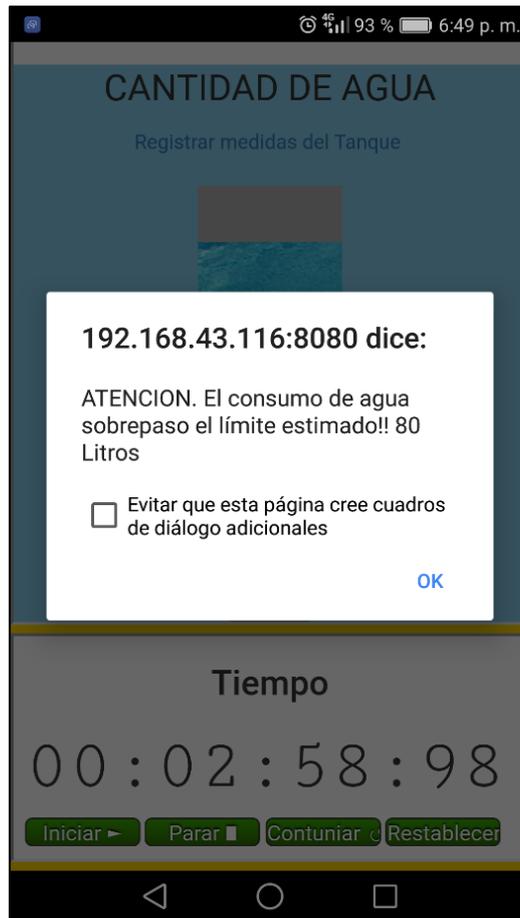
**Figura 17: Pantalla menú de actividades**  
Fuente: Investigación propia

En la figura 17, se muestra una interfaz donde el usuario podrá seleccionar la actividad a realizar, para que de este modo, el sistema de monitorización DEPO SHÜ pueda contabilizar el consumo del agua globalmente.



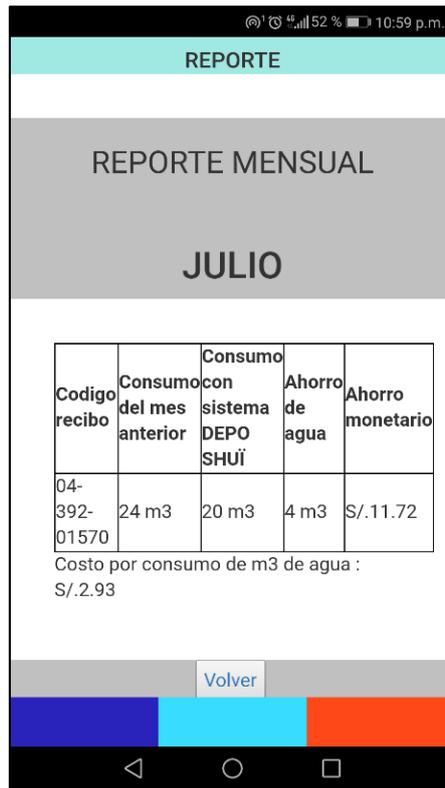
**Figura 18: Pantalla ejemplo de actividad “lava”**  
Fuente: Investigación propia

En la figura 18, se muestra una interfaz donde el usuario podrá observar el gasto de agua en un tiempo determinado.

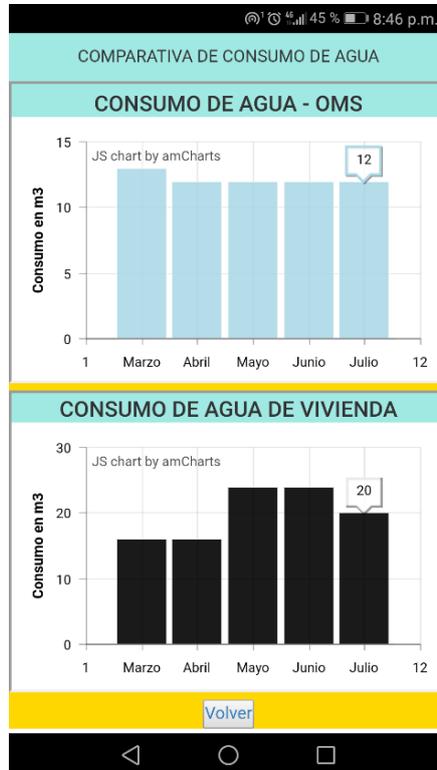


**Figura 19: Mensaje de alerta**  
Fuente: Investigación propia.

En la figura 19, se muestra un mensaje de alerta en el caso de que el consumo de agua exceda el límite configurado en la aplicación.



**Figura 20: Reporte mensual de ahorro de agua**  
Fuente: Investigación propia.

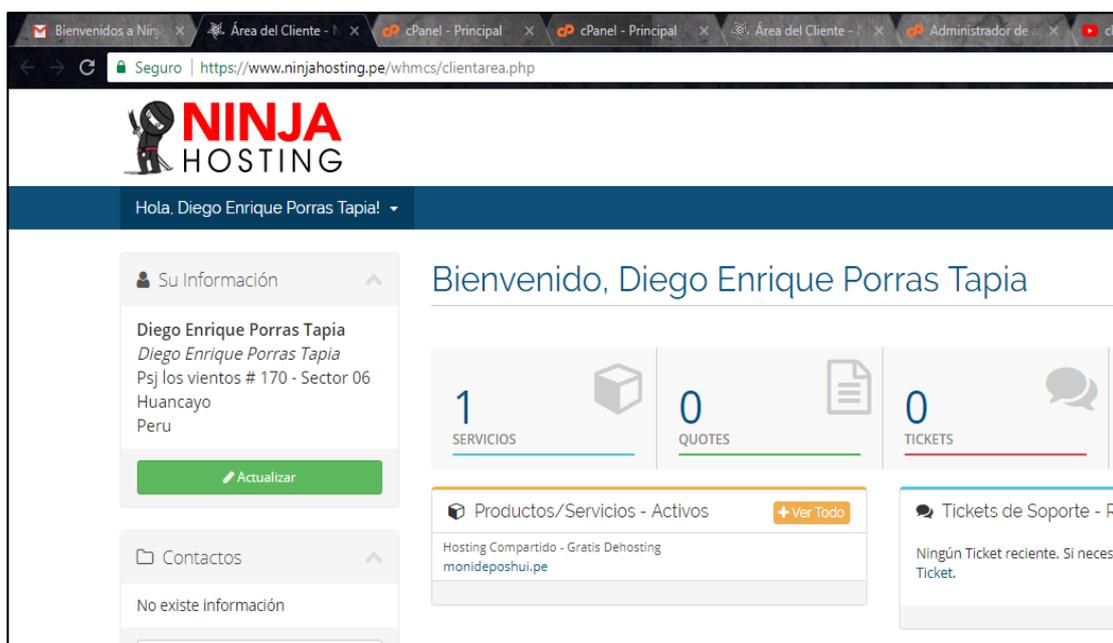


**Figura 21: Histograma de consumo mensual de agua**  
Fuente: Investigación propia.

En la figura 20 y 21, se muestran las interfaces de reporte mensual del consumo de agua en una tabla e histograma, de modo que el usuario pueda apreciar si ha habido un exceso o ahorro del consumo de tal líquido.

➤ **Configuración de conectividad entre la Aplicación web y el sistema de monitorización mediante un servidor web.**

El primer paso que se realizó para la configuración del sistema y de la Aplicación web, fue de contratar un servicio de hosting web el cual cuenta con un Stack LAMP (OS: Linux, servidor web: Apache, gestor de base de datos: MySQL y admite el lenguaje php); para lo cual se analizaron diversas propuestas y se arribó a la contrata del servidor hosting que ofrece “https://www.ninjahosting.pe/” debido a que los costos y servicios eran accesibles y cuenta con las especificaciones necesarias. (ver figura 23). Consecutivamente se subió la Aplicación web y la base de datos, por medio de cpanel, al hosting (ver figura 24 y 25) y se procede a configurar la Aplicación web para que sea posible navegar en ella y además ser capaz de leer los datos desde la base de datos y no exista ningún conflicto.



**Figura 22: Información del hosting contratado**

Fuente: Investigación propia.

The screenshot shows the cPanel interface with the 'Información del servidor' (Server Information) section. The page title is 'Información del servidor' and the URL is '199.189.86.142:2082/cpsess8710968867/frontend/paper\_lantern/home/status.html'. The main content is a table with two columns: 'Artículo' (Article) and 'Detalle' (Detail).

| Artículo                  | Detalle              |
|---------------------------|----------------------|
| Paquete de alojamiento    | gratis               |
| Nombre del servidor       | srvnuevo             |
| cPanel Versión            | 68.0 (build 29)      |
| Versión Apache            | 2.4.29               |
| Versión PHP               | 5.6.33               |
| Versión MySQL             | 10.0.34-MariaDB      |
| Arquitectura              | x86_64               |
| Sistema operativo         | linux                |
| Dirección IP compartida   | 199.189.86.142       |
| Ruta de acceso a Sendmail | /usr/sbin/sendmail   |
| Ruta de acceso a Perl     | /usr/bin/perl        |
| Versión Perl              | 5.10.1               |
| Versión Kernel            | 2.6.32-042stab113.17 |

**Figura 23: Información del servidor**

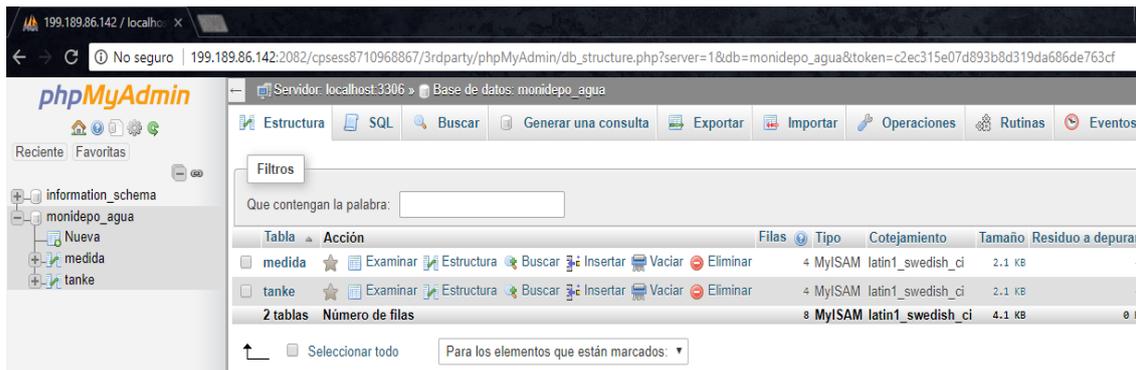
Fuente: Investigación propia.

The screenshot shows the cPanel 'Administrador de archivos' (File Manager) interface. The current directory is 'public\_html'. The interface includes a search bar, a toolbar with various actions like 'Cargar', 'Descargar', 'Borrar', etc., and a file listing table.

| Name                 | Size      | Last Modified | Type                    |
|----------------------|-----------|---------------|-------------------------|
| agua                 | 4 KB      | Hoy 21:48     | http/unix-directory     |
| cgi-bin              | 4 KB      | Hoy 12:59     | http/unix-directory     |
| css                  | 4 KB      | Hoy 21:40     | http/unix-directory     |
| font                 | 4 KB      | Hoy 21:43     | http/unix-directory     |
| img                  | 4 KB      | Hoy 21:44     | http/unix-directory     |
| js                   | 4 KB      | Hoy 21:46     | http/unix-directory     |
| actividades.html     | 1,48 KB   | Hoy 21:39     | text/html               |
| conexion.php         | 869 bytes | Hoy 21:39     | application/x-httpd-php |
| config.php           | 266 bytes | Hoy 21:39     | application/x-httpd-php |
| index.html           | 1,53 KB   | Hoy 21:39     | text/html               |
| lava1.php            | 984 bytes | Hoy 21:39     | application/x-httpd-php |
| muestra_cantidad.php | 3,66 KB   | Hoy 21:39     | application/x-httpd-php |

**Figura 24: Subida de la Aplicación web en hosting**

Fuente: Investigación propia.



**Figura 25: Base de datos en hosting web.**

Fuente: Investigación propia.

Una vez configurado la Aplicación web y la base de datos en el hosting web, se procede a configurar el sistema de monitorización, para lo cual, en el código fuente del microcontrolador NodeMCU, se re direcciona el envío de datos hacia la dirección IP del hosting (en donde está la base de datos); después se instala el sistema en el tanque de agua y finalmente desde cualquier dispositivo Smartphone, pc o Tablet con conexión a internet se podrá visualizar la Aplicación web ingresando a la IP del servidor hosting desde cualquier navegador de internet y por la cual se mostrará a detalle el nivel de agua que cuenta el tanque debido a que el sistema de monitorización estará constantemente recopilando datos y enviándolos a la base de datos ubicada en el hosting web.

➤ **Instalación:**

Es necesario contar con:

Sistema tanque.

Se puede considerar el trabajo entre sensores ubicados en tanques de agua, los cuales estarán accionados constantemente y recopilando datos.

Dispositivo Smartphone, Tablet, Laptop o Pc.

Dispositivos por el cual se mostrarán a detalle la cantidad en litros de agua que hay en el tanque de agua y en base a esto poder usar equitativamente y racionalmente el agua en toda la casa; además, la Aplicación indicará el consumo que se utilizó

Se recomienda contar con un móvil smartphone o Tablet con sistema operativo Android de versión 4.4.1 o sistema IOs; en cuanto a laptop puede contar con cualquier tipo de sistema operativo.

➤ **Control de funcionamiento.**

Este control servirá para verificar el correcto funcionamiento del sistema en conjunto y los componentes integrados, para lo cual se utilizará una guía de observación (Ver Anexo 2). El cual ayudará a verificar la integridad del sistema y monitorear el correcto funcionamiento para alcanzar el objetivo deseado.

➤ **Pruebas.**

Una vez que el sistema de monitorización se implemente en el tanque de agua y además se configure la Aplicación Web con los datos necesarios de la vivienda, se procederá a realizar la prueba del funcionamiento donde se ejecuten las actividades y se compruebe la existencia de fallas o errores y también de posibles modificaciones tanto en el sistema como en la Aplicación Web.

➤ **Retroalimentación mejoras.**

Una vez realizada la prueba del sistema en las viviendas, se procederá a corregir o modificar las posibles incidencias que podrían haberse suscitado y se realizará nuevamente una prueba del funcionamiento del sistema y de la Aplicación Web, hasta obtener el nivel de calidad esperada por el usuario final.

## H. NodeMCU



**Figura 26: Kit de desarrollo NodeMCU**

Fuente: (Electronilab, 2016)

El NodeMCU es un kit de desarrollo en hardware de código abierto basado en el chip ESP8266 (ESP-12E). Utiliza el lenguaje de programación Lua para crear un ambiente de desarrollo propicio para aplicaciones que requiera conectividad Wifi de manera rápida.

El ESP8266 es un chip altamente integrado y diseñado para las necesidades de un nuevo mundo conectado. Ofrece una solución completa y autónoma de redes Wi-Fi, lo que le permite alojar la aplicación o servir como puente entre Internet y un microcontrolador.

El ESP8266 tiene potentes capacidades a bordo de procesamiento y almacenamiento que le permiten integrarse con sensores y dispositivos específicos de aplicación a través de sus GPIOs con un desarrollo mínimo y carga mínima durante el tiempo de ejecución. Su alto grado de integración en el chip permite una circuitería externa mínima, y la totalidad de la solución, incluyendo el módulo está diseñado para ocupar el área mínima en una placa de circuito impreso (PCB). (Electronilab, 2016)

(Hernández, 2017) menciona que:

NodeMCU es una placa de desarrollo totalmente abierta, a nivel de software y de hardware. Al igual que ocurre con Arduino, en NodeMCU todo está dispuesto para facilitar la programación de un microcontrolador o MCU (del inglés Microcontroller Unit).

No hay que confundir microcontrolador con placa de desarrollo. NodeMCU no es un microcontrolador al igual que Arduino MKR1000 tampoco lo

es. Son placas o kits de desarrollo que llevan incorporados un chip que se suele llamar SoC (System on a Chip) que dentro tiene un microcontrolador o MCU.

El objetivo es programar la MCU o microcontrolador a través del kit o placa de desarrollo. Todo lo demás nos sirve de apoyo para que, crear nuestros propios proyectos, sea lo más sencillo posible.

Esto no solo sucede con NodeMCU, las placas como Arduino UNO o Arduino MKR1000 utilizan la misma arquitectura eso sí, cada una con sus características particulares.

## **I. Sensores de Ultrasonido.**

Un sensor de tipo “ultrasonido” son aquellos que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido o una señal de luz y mide el tiempo que la señal tarda en regresar. Estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración.

Algunos de estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, diferentes colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo, han de ser reflectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco. (Peña Sandoval, 2017)

a) **HC-SR04 Sensor Ultrasonido** (Soria, 2013)



**Figura 27: Sensor Ultrasonido.**

Fuente: (Electronilab, 2016)

❖ El HC-SR04 es un sensor ultrasónico de bajo costo que no sólo puede detectar si un objeto se presenta, como un sensor PIR (Passive Infrared Sensor), sino que también puede sentir y transmitir la distancia al objeto.

❖ Tienen dos transductores, básicamente, un altavoz y un micrófono.

❖ Ofrece una excelente detección sin contacto (remoto) con elevada precisión y lecturas estables en un formato fácil de usar.

❖ El funcionamiento no se ve afectado por la luz solar o el material negro como telémetros ópticos (aunque acústicamente materiales suaves como telas pueden ser difíciles de detectar).

❖ La velocidad del sonido en el aire (a una temperatura de 20 °C) es de 343 m/s. (por cada grado centígrado que sube la temperatura, la velocidad del sonido aumenta en 0,6 m/s)

• **Características técnicas:**

- Los módulos incluyen transmisores ultrasónicos, el receptor y el circuito de control.
- Número de pines:
  - VCC: Alimentación +5V (4.5V min – 5.5V max)
  - TRIG: Trigger entrada (input) del sensor (TTL)

- ECHO: Echo salida (output) del Sensor (TTL)
    - GND
  - Corriente de reposo: < 2mA
  - Corriente de trabajo: 15mA
  - Ángulo de medición: 30°
  - Ángulo de medición efectivo: < 15°
  - Detección de 2cm a 400cm o 1" a 13 pies (Sirve a más de 4m, pero el fabricante no garantiza una buena medición).
  - "Resolución" La precisión puede variar entre los 3mm o 0.3cm.
  - Dimensiones: 45mm x 20mm x 15mm
  - Frecuencia de trabajo: 40KHz
- **Funcionamiento:**
    - Envía un Pulso "1" de al menos de 10uS por el Pin Trigger (Disparador).
    - El sensor enviará 8 Pulsos de 40KHz (Ultrasonido) y coloca su salida "Echo" a alto (seteo), se debe detectar este evento e iniciar un conteo de tiempo.
    - La salida "Echo" se mantendrá en alto hasta recibir el eco reflejado por el obstáculo a lo cual el sensor pondrá su pin "Echo" a bajo, es decir, terminar de contar el tiempo.
    - Se recomienda dar un tiempo de aproximadamente 50ms de espera después de terminar la cuenta.
    - La distancia es proporcional a la duración del pulso y puedes calcularla con las siguiente formula (Utilizando la velocidad del sonido = 340m/s)

## **J. Algoritmo de programación del microcontrolador NodeMCU.**

El algoritmo de programación se basa en el lenguaje “LUA”, el cual es un lenguaje de programación extensible diseñado para una programación procedimental general con utilidades para la descripción de datos. También ofrece un buen soporte para la programación orientada a objetos, además de una programación funcional y programación orientada a datos. Se pretende que Lua sea usado como un lenguaje de script potente y ligero para cualquier programa que lo necesite. Lua está implementado como una biblioteca escrita en C limpio (esto es, en el subconjunto común de ANSI C y C++).

Siendo un lenguaje de extensión, Lua no tiene noción de programa principal (main): sólo funciona embebido en un cliente anfitrión, denominado programa contenedor o simplemente anfitrión (host). Éste puede invocar funciones para ejecutar un trozo de código Lua, puede escribir y leer variables de Lua y puede registrar funciones C para que sean llamadas por el código Lua. A través del uso de funciones C, Lua puede ser aumentado para abarcar un amplio rango de diferentes dominios, creando entonces lenguajes de programación personalizados que comparten el mismo marco sintáctico. La distribución de Lua incluye un programa anfitrión de muestra denominado Lua, que usa la biblioteca de Lua para ofrecer un intérprete de Lua completo e independiente. (Ierusalimschy, y otros, 2008).

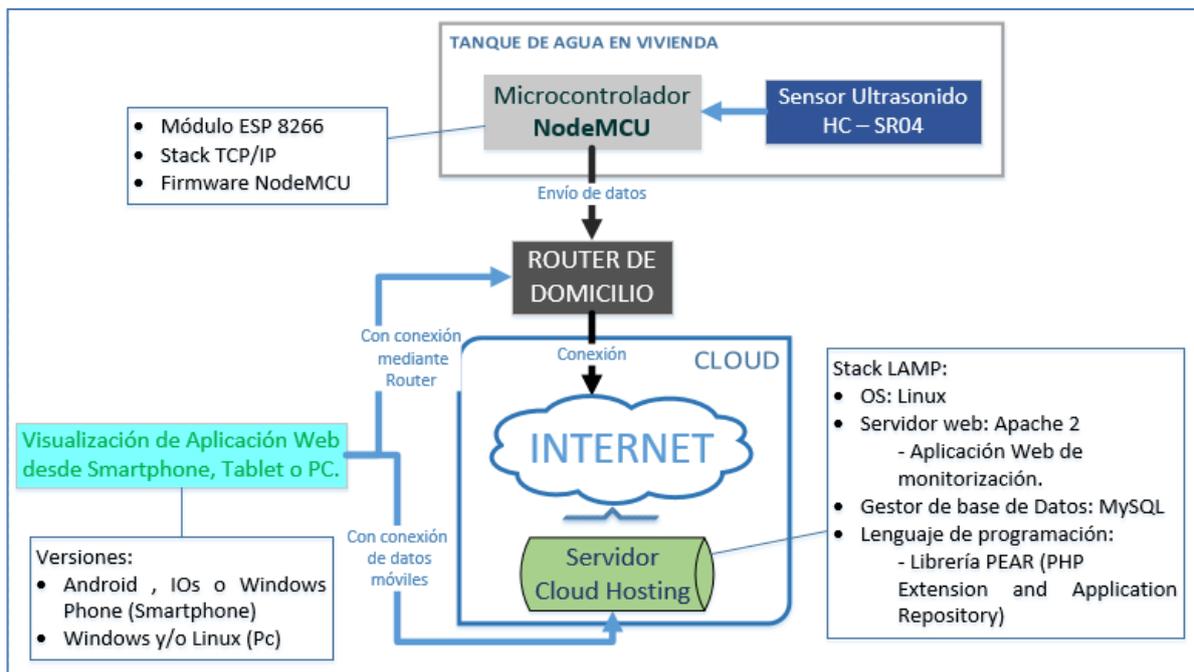
## **K. Arquitectura de solución.**

La arquitectura de solución constará de los elementos que se mencionarán a continuación, los cuales estarán ubicados estratégicamente para su correcto funcionamiento.

El sistema DEPO SHUÍ cuenta con un servidor cloud hosting en Internet, conformado por una infraestructura de un stack LAMP, el cual contiene las siguientes herramientas: un sistema operativo Linux, un servidor web Apache, un gestor de base de datos MySQL y admite los lenguajes de programación PHP, Perl o Python. (Garcia, 2016); dicho servidor almacena los datos que son recopilados y procesados por el microcontrolador NodeMCU con ayuda del sensor de ultrasonido HC-SR04 (para lo cual, el microcontrolador se intermedia del router de domicilio con conexión a internet para el envío de datos); los cuales fueron ubicados estratégicamente en los tanques de agua de las viviendas para su correcto funcionamiento. Después, mediante una Aplicación Web responsiva;

que podrá ser vista desde cualquier dispositivo Smartphone, Tablet o Pc (considerando que la visualización se podrá efectuar cuando el dispositivo cuente con datos móviles para acceso a Internet o también utilizando el Wifi del hogar); se mostrará a detalle la cantidad en litros de agua que hay en el tanque de agua. (Ver figura 28)

La conexión entre el microcontrolador NodeMCU y el router doméstico será completamente inalámbrico y por medio de comunicación Wifi (802.11) ya que ambos cuentan con la tecnología suficiente para poder realizar dicho enlace.

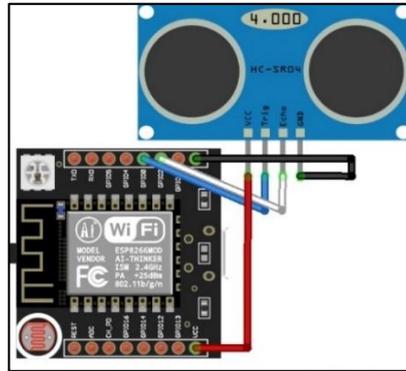


**Figura 28: Arquitectura de Solución**

Fuente: Investigación propia.

A continuación, se detallan la arquitectura de solución y los diversos procesos que se requiere para el correcto funcionamiento del sistema de monitorización.

i. **Conexión entre NodeMCU y Sensores para ubicación en tanque de agua elevado.**



**Figura 29: Microcontrolador NodeMCU conectado con el Sensor HC – SR04.**

Fuente: Investigación propia.

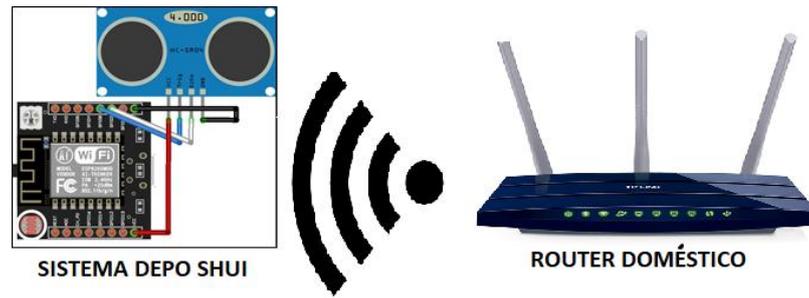


**Figura 30: Tanque de agua domestico**

Fuente: (SODIMAC HOMECENTER, 2017)

Los componentes vistos anteriormente (NodeMCU y sensor hc-sr04 – figura 29) serán previamente configurados e instalados en la parte superior del tanque de agua elevado, como se señala en la figura 30 para llevar a cabo el trabajo de monitorización del nivel de consumo de agua en la vivienda.

ii. **Conexión entre NodeMCU router de vivienda a nivel local.**

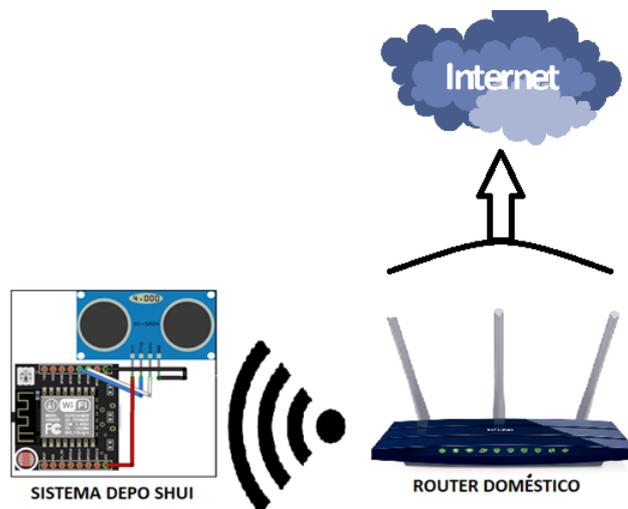


**Figura 31: Conexión entre sistema monitorizador y router de vivienda**

Fuente: Investigación propia.

El Sistema monitorizador hará conexión mediante señal inalámbrica al router del domicilio de la vivienda (Figura 31).

iii. **Conexión de NodeMCU, router doméstico y trabajo en Cloud, IoT.**

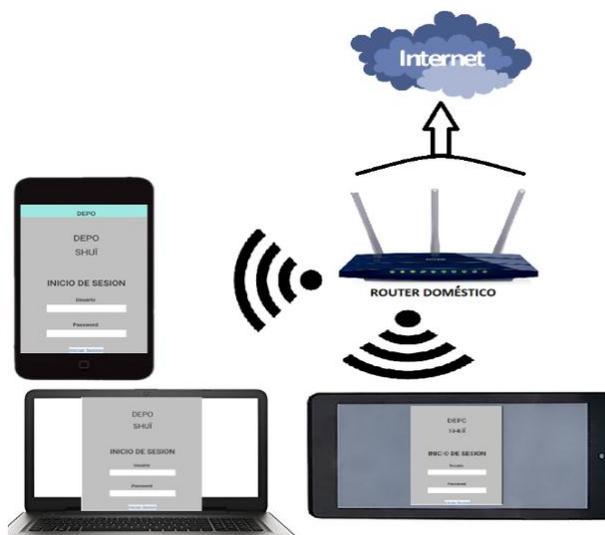


**Figura 32: Conexión del Sistema a Internet – Cloud IoT**

Fuente: Investigación propia.

El sistema se conectará por medio de un router domestico hacia internet (Figura 32) y el funcionamiento será el siguiente: Los datos que sean recopilados desde el sistema serán enviados a un hosting con un stack LAMP ubicado en internet (Cloud), en el cual ya se habrá pre configurado, e instalado la Aplicación web.

iv. **Conexión entre la Aplicación web, router doméstico y trabajo en Cloud, IoT.**



**Figura 33: Visualización de la Aplicación Web desde internet (Cloud).**

Fuente: Investigación propia.

Para poder visualizar la Aplicación desde internet se necesitará de cualquier dispositivo smartphone, Tablet o PC que tenga conexión directa a Internet (datos móviles) o esté conectado al router doméstico y éste tenga conexión fija hacia internet, la conexión puede ser tanto cableada o inalámbrica (Figura 33). En este caso, la Aplicación Web será almacenada en un hosting con un stack LAMP ubicado en internet (Cloud) y podrá ser vista por cualquiera de los dispositivos mencionados mediante una dirección IP pública.

### **2.3. Definición de Términos Básicos**

- **Sensores.**

Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación y las transmite adecuadamente. (Real Academia Española - RAE, 2014).

- **Sensor - Ultrasonido.**

Sensor de distancias por ultrasonidos capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra. Su uso es tan sencillo como enviar el pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno. (Electronilab, 2016).

- **Smartphone.**

Es un tipo de teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil (Worldpanel, 2016)

- **Tableta (computador).**

Una Tableta (del inglés: tablet o tablet computer) es un tipo de computadora portátil, de mayor tamaño que un smartphone o una PDA, integrado en una pantalla táctil (sencilla o multitáctil) con la que se interactúa primariamente con los dedos, sin necesidad de teclado físico ni ratón. (Pérez, 2016)

- **Computadora personal (PC)**

PC es la abreviatura de Computadora Personal (en inglés Personal Computer) el cual está compuesto por el CPU, monitor, periféricos, etc. Es una máquina electrónica que procesa datos para convertirlos en información conveniente y útil. (Iglesias Sanchez, 2017)

- **Plataforma informática móvil.**

En informática, una plataforma es un sistema que sirve como base para hacer funcionar determinados módulos de hardware o de software con los que es compatible. (TEC, 2017)

- **Tanque de agua privado (en vivienda).** (Beccar, 2012)

Elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable cuando se encuentran al interior de las viviendas, o en el terreno de un edificio de apartamentos, y sirven exclusivamente a los moradores de este.

- Enterrados (subterráneos).
- Apoyados sobre el suelo (de superficie).
- Elevados (por encima del nivel de los techos).

- **Android.**

Es un sistema operativo basado en el núcleo Linux. Fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil. (IIEMD, 2016).

- **iOS.**

Es un sistema operativo móvil originalmente desarrollado para el iPhone (iPhone OS), después se ha usado en dispositivos como el iPod touch y el iPad. (Apple Inc., 2017).

- **App. (Aplicación).**

Abreviatura de la palabra en inglés application. Es decir, una app es un programa. Pero con unas características especiales, puede ser instalado en dispositivos móviles y computadores para que el usuario realice distintos tipos de tareas; las apps suelen ocupar poco espacio en la memoria, se instalan en poco tiempo y se caracterizan por su dinamismo. (IIEMD, 2016).

- **Framework.**

Es un esquema (un esqueleto, un patrón) para el desarrollo y/o la implementación de una aplicación. (Sánchez, 2006).

- **Web.**

Web, en inglés significa telaraña y se refiere a la red de información que existe en internet. (OK Hosting, 2017)

- **Dirección de Internet.**

También dirección de E-mail, o dirección de Internet, o dirección de Red, o dirección Web, es una serie de letras, números, y/o símbolos con los que identificarte a ti mismo y por los cuáles Internet te identifica a ti (en realidad, a tu ordenador). Una dirección puede ser también un lugar donde se almacena información. (IBM, 2017)

- **Servidor web.**

Es un programa especialmente diseñado para transferir datos de hipertexto, es decir, páginas web con todos sus elementos (textos, widgets, banners, etc.). Estos servidores web utilizan el protocolo http. (Programacion Web, 2014)

- **Servidor HTTP Apache.**

El servidor Apache HTTP, también llamado **Apache**, es un servidor web HTTP de código abierto para la creación de páginas y servicios web. Es un servidor multiplataforma, gratuito, muy robusto y que destaca por su seguridad y rendimiento. (Desarrollo Web, 2014)

- **Microcontrolador NodeMCU.**

Es un kit de desarrollo de código abierto basado en el popular chip ESP8266. (Electronilab, 2016)

- **Sistema de Monitorización.**

Es aquel que tiene como objetivo, visualizar el comportamiento y fluctuaciones de una variable para posteriormente realizar una toma de decisiones. (Wallmark, 2014)

- **Sistema operativo.**

Es el conjunto de programas informáticos que permite la administración eficaz de los recursos de una computadora. Estos programas comienzan a trabajar apenas se enciende el equipo, ya que gestionan el hardware desde los niveles más básicos y permiten además la interacción con el usuario. (Definicion, 2010)

- **Windows 10.**

Última versión de Sistema Operativo de Microsoft. (Microsoft, 2016), éste sistema operativo sirvió de base para instalar y utilizar el IDE de desarrollo de Arduino versión 1.6.8 y demás programas necesarios para la configuración y programación de los componentes en la investigación.

- **Linux.**

Es un Sistema Operativo como MacOS, DOS o Windows. Es decir, Linux es el software necesario para que tu ordenador te permita utilizar programas como: editores de texto, juegos, navegadores de Internet, etc. Linux puede usarse mediante un interfaz gráfico al igual que Windows o MacOS, pero también puede usarse mediante línea de comandos como DOS. (Ciberaula, 2010)

- **Lenguaje de programación.**

Es básicamente un sistema estructurado de comunicación, similar al humano, el cual nos permite comunicarnos por medio de signos, ya sean palabras, sonidos o gestos. Refiriéndonos a los aparatos, este sistema está organizado para que se entiendan entre sí y a su vez interprete las instrucciones que debe ejecutar. (Morales, 2014)

- **Scripts.**

Un script es un archivo de órdenes o pequeño programa con el que se puede automatizar ciertas tareas o acciones en un ordenador. (ForoSpyware, 2006)

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Métodos y alcance de la investigación**

##### **3.1.1. Método**

Según el método general de investigación es científico y el método particular es el analítico sintético.

##### **3.1.2. Nivel.**

Según el nivel de investigación se trata de una investigación de Desarrollo Tecnológico, porque se ha propuesto una tecnología: sistema de monitorización mediante una Aplicación Web, para evaluar su impacto en el nivel de consumo de agua en los tanques de viviendas. (Guía para la presentación de tesis de la facultad de Ingeniería de la Universidad Continental, 2016)

##### **3.1.3. Tipo**

Investigación de tipo aplicada, tecnológica.

Según el diseño de investigación se trata de una investigación cuasi experimental porque se evaluará el efecto del sistema de monitorización en cada tanque de agua sobre el nivel de consumo de agua y luego se concluirá sobre éste efecto. (Echavarría, 2010)

Se recogerá información sobre los datos encontrados antes y después de la instalación del sistema de monitorización en los tanques de agua de las viviendas de la urbanización de Pio Pata.

Los resultados de los análisis de medición de consumo se mostrarán numéricamente.

El tipo de investigación será Aplicada y Temporal, debido a que se aplicará una optativa de solución para resolver un problema de sociedad como lo es la escasez de agua en las viviendas de la Urbanización de Pio Pata, Distrito de El Tambo; para así detectar el efecto que existe al instalar un sistema de monitorización del nivel de consumo de agua en los tanques de las viviendas; el cual fue implementado en un lapso de tiempo.

Según (Sierra Bravo, 1997) pág. 33, el tipo de investigación Aplicada, conocida también como investigación práctica o empírica, está orientadas a resolver problemas de carácter práctico a fin de mejorar la sociedad. Se caracteriza porque aplica o utiliza los conocimientos producidos en la investigación básica, de ahí el vínculo estrecho que las une.

La presente investigación según la temporalidad es de tipo longitudinal, debido a que se desea analizar los cambios de la variable dependiente (el nivel de consumo de agua) para hacer inferencia respecto al cambio que se tuvo en diversos puntos del tiempo (en este caso: mes a mes). (Sierra Bravo, 1997)

Según: (Sierra Bravo, 1997) pág. 34, el tipo de investigación Temporal conforme a este aspecto: la investigación puede referirse a un momento específico o a un tiempo único "t", o puede extender su análisis a una sucesión de momentos temporales "t1", "t2", En el primer caso recibe el nombre de seccional. Se hace, por así decirlo, un corte perpendicular, de una situación en un momento dado y se estudia su estructura. En el segundo caso, se llama investigación longitudinal. También reciben el nombre de sincrónicas las seccionales y de diacrónicas las longitudinales. Aquí el corte es transversal, lo que permite estudiar la evolución del fenómeno en el período dado. Las investigaciones longitudinales se pueden subdividir en retrospectivas, en las que la serie de momentos estudiados se refieren al pasado, y prospectivas, cuando se refieren al presente y futuro. Los estudios longitudinales se llaman también de panel, si en las investigaciones sucesivas se observan siempre los mismos individuos y de tendencia, si son diferentes.

### 3.2. Diseño de la investigación

Diseño de Investigación Cuasi Experimental, con pre y post test y grupo control no equivalente. (Cardona, 2003)

|    | Pre prueba (T1) |    | Post prueba (T2) |
|----|-----------------|----|------------------|
| GC | O <sub>1</sub>  | -- | O <sub>2</sub>   |
| GE | O <sub>3</sub>  | X  | O <sub>4</sub>   |

LEYENDA.

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control

O<sub>1</sub>: Pre test al grupo control

O<sub>2</sub>: Post test al grupo control

O<sub>3</sub>: Pre test al grupo experimental

O<sub>4</sub>: Post test al grupo experimental

T1: Tiempo 1 – mes mayo

T2: Tiempo 2 – mes julio

X: Intervención.

**El diseño que se realizará en la investigación es el siguiente:**

**Primero** se realizó el pre test: observación 1 del nivel de consumo de agua al **grupo control** en un tiempo 1 (mes mayo), no se instaló el sistema de monitorización y se realizó una observación 2 (post test) del nivel de consumo posterior en un tiempo 2 (mes julio).

**Segundo**, se aplicó el pre test: observación 3 del nivel de consumo de agua al **grupo experimental** en un tiempo 1 (mes mayo), se instalará el sistema de monitorización y se realizó una observación 4(post test) del nivel de consumo de agua en un tiempo 2 (mes julio). Validando el objetivo, que el sistema si tenga un efecto positivo en cuanto a reducir el nivel de consumo de agua en las viviendas.

### 3.3. Población y muestra

Se consideró como población a la urbanización de Pio Pata, porque reunía las siguientes características, como lo recomienda (Kerlinger, 2002).

- Viviendas con tanque de agua instaladas.
- Viviendas con acceso a internet.
- Viviendas enfrentando escasez de agua.

La muestra se obtuvo a través de la siguiente fórmula.

Fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{E^2(N - 1) + Z^2 * \sigma^2}$$

Descripción:

Z = 1.96 (tabla de distribución normal para el 95% de confiabilidad)

N = cantidad de viviendas en la urbanización de Pio Pata (1331)

n = tamaño de la muestra requerido.

$\sigma$  = desviación estándar.

Cálculo:

Cantidad mínima de consumo de agua = 17 m<sup>3</sup>

Cantidad máxima de consumo de agua = 25 m<sup>3</sup>

$$\sigma = (25-17)/4 = 2$$

e = error de estimación, equivale a un 24.95% de la desviación estándar = 0.499

*Al desarrollar la fórmula para determinar la muestra, se obtiene el resultado:*

$$n = 60 \text{ viviendas}$$

**NOTA:** La cantidad total de la muestra se subdivide en 2 grupos; 30 viviendas para el grupo experimental, las cuales fueron seleccionadas por aleatoriedad, y 30 viviendas para el grupo control; haciendo una muestra total de 60 viviendas

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

- **Variable Dependiente**

Consumo de agua.

- **Variable Independiente**

Sistema de monitorización del consumo del agua.

|                           | <b>TECNICA</b>                              | <b>INSTRUMENTO</b>   |
|---------------------------|---|--|
| NIVEL DE CONSUMO DE AGUA  | Análisis documental                         | Hoja de análisis – datos en Excel (Ver Tabla 8)<br>(Ver anexo 4)                               |
| SISTEMA DE MONITORIZACION | Observación<br>Configuración e Instalación. | Guía de observación<br>(Ver Anexo 2)<br>Sistema de monitorización.<br>(Capitulo II: G,H,I,J,K) |

Para la toma de datos se revisaron los recibos de agua de las viviendas que formaron parte de la muestra, el cual indica en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) la cantidad total de agua consumida en un mes. Estos datos servirán para realizar el análisis estadístico que requiere esta investigación. Se registraron en una hoja de datos en Excel, del cual se toman los datos totales por mes en las 30 viviendas estudiadas.

Los datos se tomaron en el mes de mayo y julio del año 2017.

### 3.5. Técnicas de procesamiento de datos.

- a. Recabar la información del nivel de consumo de agua en metros cúbicos de los domicilios y estos datos ingresarlos en una hoja de Excel.
- b. Se ha obtenido la diferencia entre el consumo de agua posterior y anterior de los domicilios, armándose la data.
- c. Se aplica la estadística inferencial.
- d. En cuanto a la estadística inferencial, se escoge para este proyecto, una prueba paramétrica T para muestras independientes, cuyas variables son: consumo de agua y sistema de monitorización del consumo del agua.

Se desea demostrar que efecto tiene el uso de un sistema de monitorización de agua, con respecto al consumo de tal líquido vital en las viviendas; en cuanto influye

de manera positiva contar con un sistema que controla el consumo apropiado de agua minimizando el estrés hídrico actual en la región. Esto conllevará a verificar la veracidad de la Hipótesis planteada en esta investigación

Se escoge un análisis de correlación entre variables para determinar el grado de influencia de una en otra, también podría dar el caso en que no exista correlación, lo que indica que la Hipótesis no es válida y se deberá considerar otra.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del tratamiento de la Información (tablas y figuras)

Desde el punto de vista económico y con fines para la presente investigación, se realizó una propuesta de comercialización del sistema de monitorización DEPO SHUÏ para ello se establecería un precio base, del costo total de componentes necesarios para el desarrollo de dicho sistema, el cual será de s/. 150.00 y se descompone en:

**Tabla Nro. 4. Costo de los componentes para el desarrollo del sistema de monitorización DEPO SHUÏ**

| Ítem | Descripción                            | Cantidad | Costo Unitario (S/.) | Costo Total (S/.) |
|------|--|----------|----------------------|-------------------|
| 1    | Pc desktop / Laptop (personal)         | 02       | 00.00                | 00.00             |
| 2    | Licencias Sistema Operativo (PC) anual | 01       | 50.00                | 50.00             |
| 3    | Servidor Web (Cloud) - trimestral      | 01       | 50.00                | 50.00             |
| 4    | IDE Arduino versión 1.6.8              | 01       | 00.00                | 00.00             |
| 5    | IDE Sublime Text para Windows          | 01       | 00.00                | 00.00             |
| 6    | Microcontrolador NodeMCU ESP 8266      | 30       | 18.00                | 540.00            |

| Ítem         | Descripción                            | Cantidad | Costo Unitario (S/.) | Costo Total (S/.)  |
|--------------|--|----------|----------------------|--------------------|
| 7            | Sensor ultrasonido HC-SR04             | 30       | 8.00                 | 240.00             |
| 8            | Cable Jumper "Dupont" (docena)         | 10       | 2.00                 | 20.00              |
| 9            | Fuente de alimentación (Batería 5.0 V) | 30       | 22.00                | 660.00             |
| <b>TOTAL</b> |  |          |                      | <b>S/. 1560.00</b> |

(\*) Los montos considerados, ya incluyen los costos de IGV

La utilidad de la aplicación al consumidor estará relacionada con la cantidad de dinero ahorrado relativamente al mes, debido al nivel de consumo de agua que efectúe en la vivienda, para ello se propone un pronóstico del tiempo de recuperación de la inversión de la compra del sistema de monitorización DEPO SHUÏ, el cual se describe a continuación:

**Tabla Nro. 5. Calculo del ahorro monetario anual basado en el costo por metro cubico de agua**

| Disminución de consumo mensual en Litros | Disminución de consumo mensual en m3 | Ahorro de consumo por precio de m3 de agua | Total anual de ahorro en soles |
|--|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| 1900 lts                                 | 1.9m3                                | S/. 5.567                                  | S/. 66.804                     |

**Tabla Nro. 6. Flujo de efectivo (ingresos y egresos) por consumo anual de agua con el sistema de monitorización DEPO SHUÏ**

Considerando los datos de la Tabla Nro. 4, se procede a calcular el retorno de inversión por el pago del sistema de monitorización DEPO SHUÏ.

|                            | Año 0 | Año 1   | Año 2   | Año 3  |
|----------------------------|-------|---------|---------|--------|
| Ingreso Anual (S/.)        | -150  | 66.804  | 66.804  | 66.804 |
| Retorno de inversión (S/.) | 0     | -83.196 | -16.392 | 50.412 |
| Inversión inicial (S/.)    | 150   |         |         |        |

**Tabla Nro. 7. Calculo de VAN y TIR**

|         |     |
|---------|-----|
| 16%     | TIR |
| S/16.13 | VAN |

Se consideró un periodo de 3 años para la recuperación de la inversión del consumidor a la compra del sistema de monitorización del nivel de consumo de agua DEPO SHUÏ, demostrando que efectivamente a partir del 3er año, ya se logrará un retorno de inversión de S/.50.412 nuevos soles con un porcentaje de retorno de inversión del 10%.

Según lo demostrado se pretende indicar que la adquisición del sistema de monitorización DEPO SHUÏ por parte del usuario, permitiría el ahorro monetario en base al nivel de consumo de agua ya que al invertir S/. 150.00 soles en la compra e implementación en la vivienda de dicho sistema, tendrá una recuperación de la inversión a partir del 3er año.

**Tabla Nro. 8 Muestra de consumo de agua por metro cubico por vivienda en la urbanización de Pio Pata**

| Nro. | código de recibo | Grupo Control (m3) |       | código de recibo | Grupo Experimental (m3) |       |
|------|------------------|--------------------|-------|------------------|-------------------------|-------|
|      |                  | Mayo               | Julio |                  | Mayo                    | Julio |
|      |                  | O1                 | O2    |                  | O3                      | O4    |
| 1    | 04-360-02730     | 17                 | 18    | 04-392-02890     | 10                      | 10    |
| 2    | 04-392-02600     | 17                 | 17    | 04-360-01060     | 15                      | 13    |
| 3    | 04-360-00980     | 19                 | 15    | 04-360-01225     | 14                      | 13    |
| 4    | 04-392-03160     | 19                 | 16    | 04-360-06314     | 24                      | 20    |
| 5    | 04-392-01680     | 16                 | 16    | 04-392-04350     | 18                      | 15    |
| 6    | 04-360-00680     | 16                 | 16    | 04-360-01890     | 20                      | 18    |
| 7    | 04-392-00050     | 17                 | 15    | 04-392-04190     | 17                      | 15    |
| 8    | 04-360-05800     | 19                 | 21    | 04-360-05360     | 14                      | 13    |
| 9    | 04-360-05850     | 19                 | 21    | 04-360-01530     | 22                      | 18    |
| 10   | 04-392-02130     | 16                 | 18    | 04-392-01630     | 27                      | 25    |
| 11   | 04-360-04830     | 17                 | 18    | 04-360-05630     | 30                      | 27    |
| 12   | 04-360-01850     | 17                 | 15    | 04-360-00240     | 21                      | 20    |
| 13   | 04-360-00570     | 19                 | 17    | 04-392-01830     | 16                      | 15    |
| 14   | 04-390-00265     | 19                 | 21    | 04-392-04120     | 24                      | 24    |
| 15   | 04-392-04570     | 16                 | 18    | 04-392-00630     | 9                       | 9     |
| 16   | 04-360-01920     | 16                 | 19    | 04-390-02430     | 20                      | 17    |
| 17   | 04-360-05520     | 18                 | 16    | 04-360-01790     | 20                      | 17    |
| 18   | 04-360-01840     | 18                 | 18    | 04-392-01030     | 20                      | 17    |
| 19   | 04-392-04210     | 19                 | 18    | 04-360-00670     | 13                      | 13    |
| 20   | 04-360-1320      | 16                 | 17    | 04-360-03780     | 12                      | 12    |
| 21   | 04-392-00430     | 19                 | 25    | 04-392-01380     | 20                      | 18    |

|      |                  | Mayo               | Julio |                  | Mayo                    | Julio |
|------|------------------|--------------------|-------|------------------|-------------------------|-------|
|      |                  | Grupo Control (m3) |       |                  | Grupo Experimental (m3) |       |
| Nro. | código de recibo | O1                 | O2    | código de recibo | O3                      | O4    |
| 22   | 04-392-00860     | 18                 | 16    | 04-392-00785     | 16                      | 15    |
| 23   | 04-392-02350     | 19                 | 24    | 04-360-00075     | 20                      | 17    |
| 24   | 04-392-01540     | 18                 | 18    | 04-392-01590     | 20                      | 17    |
| 25   | 04-360-03750     | 16                 | 17    | 04-392-05270     | 12                      | 10    |
| 26   | 04-360-02820     | 17                 | 18    | 04-360-02400     | 19                      | 17    |
| 27   | 04-360-05505     | 19                 | 15    | 04-360-00180     | 10                      | 10    |
| 28   | 04-360-05110     | 19                 | 17    | 04-360-00890     | 20                      | 17    |
| 29   | 04-360-03960     | 17                 | 15    | 04-392-01350     | 20                      | 17    |
| 30   | 04-392-03450     | 17                 | 21    | 04-360-01445     | 20                      | 17    |

Fuente: SEDAM Huancayo, datos de consumo del mes de mayo y julio del año 2017.

*La cantidad total de la muestra se subdividió en 2 grupos; 30 viviendas para el grupo experimental y 30 viviendas para el grupo control; haciendo una muestra total de 60 viviendas*

**Tabla Nro. 9 Diferencia de consumo de agua del Grupo experimental con sistema DEPO SHUÍ vs Grupo control sin sistema DEPO SHUÍ**

| Código de recibo | Grupo Control (m3) | Código de recibo | Grupo Experimental (m3) |
|------------------|--------------------|------------------|-------------------------|
| 04-360-02730     | 1                  | 04-392-02890     | 0                       |
| 04-392-02600     | 0                  | 04-360-01060     | 2                       |
| 04-360-00980     | 4                  | 04-360-01225     | 1                       |
| 04-392-03160     | 3                  | 04-360-06314     | 4                       |
| 04-392-01680     | 0                  | 04-392-04350     | 3                       |
| 04-360-00680     | 0                  | 04-360-01890     | 2                       |
| 04-392-00050     | 2                  | 04-392-04190     | 2                       |
| 04-360-05800     | 2                  | 04-360-05360     | 1                       |
| 04-360-05850     | 2                  | 04-360-01530     | 4                       |
| 04-392-02130     | 2                  | 04-392-01630     | 2                       |
| 04-360-04830     | 1                  | 04-360-05630     | 3                       |
| 04-360-01850     | 2                  | 04-360-00240     | 1                       |
| 04-360-00570     | 2                  | 04-392-01830     | 1                       |
| 04-390-00265     | 2                  | 04-392-04120     | 0                       |
| 04-392-04570     | 2                  | 04-392-00630     | 0                       |
| 04-360-01920     | 3                  | 04-390-02430     | 3                       |
| 04-360-05520     | 2                  | 04-360-01790     | 3                       |
| 04-360-01840     | 0                  | 04-392-01030     | 3                       |

| Código de recibo | Grupo Control (m3) | Código de recibo | Grupo Experimental (m3) |
|------------------|--------------------|------------------|-------------------------|
| 04-392-04210     | 1                  | 04-360-00670     | 0                       |
| 04-360-1320      | 1                  | 04-360-03780     | 0                       |
| 04-392-00430     | 6                  | 04-392-01380     | 2                       |
| 04-392-00860     | 2                  | 04-392-00785     | 1                       |
| 04-392-02350     | 5                  | 04-360-00075     | 3                       |
| 04-392-01540     | 0                  | 04-392-01590     | 3                       |
| 04-360-03750     | 1                  | 04-392-05270     | 2                       |
| 04-360-02820     | 1                  | 04-360-02400     | 2                       |
| 04-360-05505     | 4                  | 04-360-00180     | 0                       |
| 04-360-05110     | 2                  | 04-360-00890     | 3                       |
| 04-360-03960     | 2                  | 04-392-01350     | 3                       |
| 04-392-03450     | 4                  | 04-360-01445     | 3                       |

Fuente: SEDAM Huancayo, datos de consumo del mes de mayo y julio del año 2017.

*La cantidad total de la muestra se subdividió en 2 grupos; 30 viviendas para el grupo experimental y 30 viviendas para el grupo control; haciendo una muestra total de 60 viviendas*

## 4.2. Prueba de Hipótesis

### A. Hipótesis Estadística

H1: El sistema de monitorización a través de una aplicación web, **reduce** el nivel de consumo del agua en las viviendas en la urbanización de Pio Pata – El Tambo.

Ho: El sistema de monitorización a través de una aplicación web, **no reduce** el nivel de consumo del agua en las viviendas en la urbanización de Pio Pata – El Tambo.

Según el diseño de pre test y post test se propone hacer el análisis de diferencia de medias y para efectos de análisis estadístico se traduce en:

H1:  $\mu_{GE} < \mu_{GC}$  (**Si** reduce el nivel de consumo de agua)

Ho:  $\mu_{GE} \geq \mu_{GC}$  (**No** reduce el nivel de consumo de agua)

Para ello se realiza una prueba de normalidad a la diferencia del pre test y post test de cada grupo.

## B. Prueba de Normalidad

### a) Hipótesis de prueba de normalidad.

- i. Ho: La distribución de los datos de los grupos **es** normal.  
(Tabla Nro. 4)
- ii. H1: La distribución de los datos de los grupos **no** es normal.  
(Tabla Nro. 4)

*La prueba de normalidad que se utiliza para los datos es de Shapiro-Wilk debido a que la cantidad de datos es menor a 50 en cada grupo.*

### b) Resultados

**Tabla Nro. 10 Prueba de normalidad de los datos**

|           | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------------|
|           | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.        |
| GRUP_EXP  | ,207                            | 30 | ,002 | ,887         | 30 | <b>,051</b> |
| GRUP_CONT | ,149                            | 30 | ,089 | ,959         | 30 | <b>,294</b> |

Fuente: Investigación propia.

El valor de significancia = "Sig."

Para el Grupo Experimental = 0.051.

Para el Grupo Control = 0.294

En este caso se considera el nivel de confianza del 95%

- Sig. (Grupo control) = 0.294 > alfa=0.05
- Sig. (Grupo experimental) = 0.051 > alfa=0.05

### c) Decisión

Al hacer la prueba de distribución normal, se evidencia que los datos tienen un comportamiento normal, entonces se realiza una prueba F de Fisher para verificar si las varianzas son iguales o no.

### C. Varianza

Se realizó la prueba F(Fisher) en el software MegaStat que representa lo siguiente:

$$H_0: \sigma^2_{GE} = \sigma^2_{GC}$$

$$H_1: \sigma^2_{GE} \neq \sigma^2_{GC}$$

#### *Prueba F para igualdad de varianza*

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 6.19  | varianza: Grupo 2 |
| 1.61  | varianza: Grupo 1 |
| 3.84  | F                 |
| .0005 | p-value           |

- Sig. = 0.0005 < alfa=0.05

Lo cual indica que rechazo la hipótesis nula y acepto la hipótesis alterna, validando que las varianzas son diferentes y por lo cual se realizará una prueba estadística "T de student", ya que es una prueba paramétrica que exige: que los datos tengan un comportamiento normal y la cantidad de la muestra, para ambos grupos, sea menor a 50 viviendas, ambos requisitos cumplidos en la investigación.

### D. Significancia

Nivel de confianza:  $1 - \alpha = 0.95$  , significancia:  $\alpha=0.05$  (error tipo1)

### E. Tipo de Prueba

Prueba T Student cuya fórmula es:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

## F. Resultados

**Tabla Nro. 11 Prueba de hipótesis T de Student**

**Grupos independientes (prueba t student, varianza desigual)**

| Grupo 1 | Grupo 2 |                                      |
|---------|---------|--------------------------------------|
| 1.90    | -0.23   | mean                                 |
| 1.27    | 2.49    | dev. std.                            |
| 30      | 30      | n                                    |
|         |         | 43 df                                |
|         |         | 2.133 diferencia (Grupo 1 - Grupo 2) |
|         |         | 0.510 error estándar de diferencia   |
|         |         | 0 Diferencia de hipótesis            |
|         |         | 4.19 t                               |
|         |         | .0001 p-value (one-tailed, upper)    |

Fuente: Investigación Propia.

Sig. = 0.0001 <  $\alpha$  = 0.05 → Entonces acepto la Hipótesis alterna y rechazo la Hipótesis nula

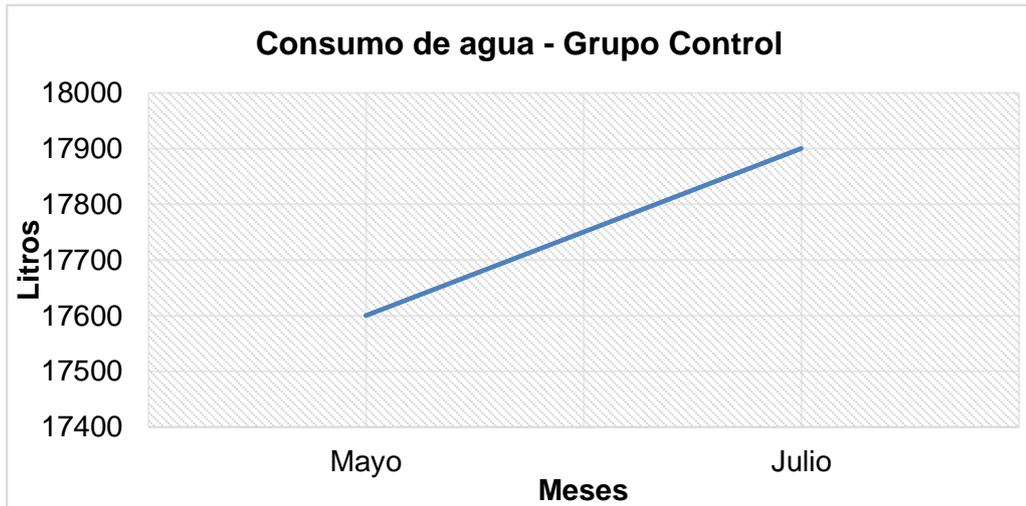
T calculado > T tabla → se acepta la hipótesis alterna

$T_c = 4.19 > T_t = 1.6973$

### 4.3. Discusión de Resultados

**Tabla Nro. 12 Grupo Control, variación de consumo promedio de agua anterior y posterior de la implementación del sistema de monitorización DEPO SHUÍ.**

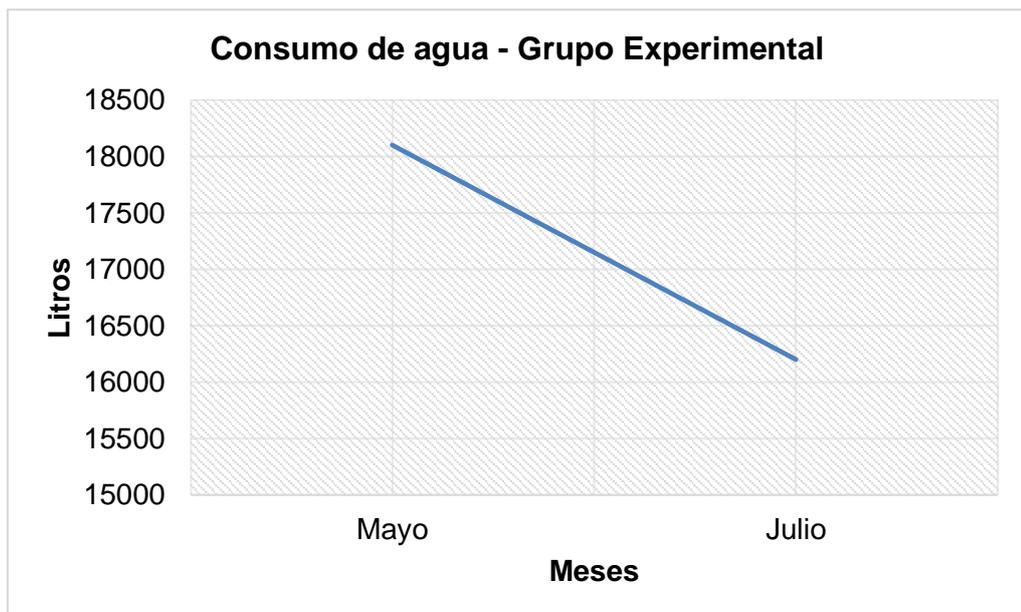
| Nro. de viviendas<br>Grupo control | Promedio de consumo de agua<br>(mes mayo - 2017) | Promedio de consumo de agua<br>(mes julio - 2017) | Disminución de consumo de agua |
|------------------------------------|--|---|--------------------------------|
| 30                                 | 17600 Lts  | 17900 Lts   | 300 Lts                        |



**Gráfico 05** Variación de consumo de agua anterior y posterior del grupo control.

**Tabla Nro. 13** Grupo Experimental, variación de consumo promedio de agua anterior y posterior de la implementación del sistema de monitorización DEPO SHUÏ.

| Nro. de viviendas<br>Grupo experimental | Promedio de consumo de agua<br>(mes mayo - 2017) | Promedio de consumo de agua<br>(mes julio - 2017) | Disminución de consumo |
|---|--|---|------------------------|
| 30                                      | 18100 Lts  | 16200 Lts   | 1900 Lts               |



**Gráfico 06** Variación de consumo de agua anterior y posterior del grupo experimental.

Al inicio del proceso de investigación, el grupo experimental tuvo un consumo medio de 18100 litros y el grupo control una media de 17600 litros. Después de aplicar el sistema de monitorización DEPO SHUÏ durante un periodo de 1 mes, los resultados fueron: en el grupo experimental, una media de 16200 litros y en el grupo control de 17900 litros. Como se puede apreciar, el nivel de consumo de agua del grupo experimental descendió en 1900 (ver tabla 12), este ahorro significativo podría cubrirá la necesidad de 95 personas, del que sus viviendas estén ubicadas en mayor vulnerabilidad referente a la salud y calidad de vida litros. Y el grupo control aumento en 300 (ver tabla 13) litros lo que demuestra el efecto positivo del uso del sistema de monitorización DEPO SHUÏ en disminuir el nivel de consumo de agua.

El tema del agua es una preocupación real y pertinente, según (Guillermo Carlos, y otros, 2012) se proyecta que para el año 2030 la escasez de agua tendrá un impacto ambiental negativo y la población de Huancayo excederá la demanda de agua, del mismo modo en la investigación de (Mekonnen, y otros, 2016) indica que dos tercios de personas en el mundo enfrentan una grave escasez de agua, mientras que medio millón de la población mundial enfrentan una severa escasez de agua, lo cual indica que la cantidad de agua por persona está por debajo de los 800 metros cúbicos anuales. La (Organización Mundial de la Salud, 2018) indica que para el año 2025, cerca de 2000 millones de personas vivirán en países o en regiones donde la escasez de agua será absoluta y los recursos hídricos por persona estarán por debajo de los 500 metros cúbicos anuales recomendados, cantidad de agua que necesita una persona para llevar una vida sana e higiénica. Ambos datos coinciden en determinar que es sumamente necesario preservar este líquido vital a través de un control y/o monitorización del nivel de consumo del mismo en las viviendas, nuestra investigación responde a dicha necesidad.

Sobre el tema de control se tiene investigaciones como la de (Arroyo, 2015), el cual utiliza un sistema metrológico de control sobre la cantidad exacta que consume en el aeropuerto Jorge Chávez, para así realizar acciones que intervengan en el consumo adecuado y beneficiar a los usuarios; de similar objetivo, (Aquize Palacios, 2011) propuso la implementación de un sistema backstepping multivariable que ejecuta un control de nivel y de temperatura de un tanque de agua enfocado industrialmente, dicha investigación carece de un complemento monitorizador, nuestra investigación si cuenta con un módulo de monitorización el cual puede ser visto desde una Aplicación Web; (Calero, y otros,

2016) desarrollaron un sistema de control automático de llenado y vaciado de agua en un tanque a cualquier escala y con la característica de poder calentar el líquido a una temperatura deseada, el cual contó con un indicador detallado para que muestre la cantidad exacta del líquido en el contenedor; esta investigación está basado en tecnología FPGA, haciendo uso de tarjetas de desarrollo como lo es la “NEXYS2”, en nuestro sistema de monitorización DEPO SHUÏ al igual de Calero, se tiene un indicador automático detallado sobre el nivel de agua, el cual puede ser visualizado desde una Aplicación web y a diferencia se utiliza un microcontrolador y un sensor de ultrasonido.

(Morales, 2014) desarrolló un sistema para el llenado automático de líquido a un tanque con el trabajo de circuitos y sistemas automáticos y de un sensor de nivel alto y bajo para iniciar el funcionamiento, el cual tiene un carácter de “sistema de control”. (Mercedes, y otros, 2015) desarrollo un sistema cerrado de control donde el usuario puede ingresar el valor del nivel de agua deseado en el tanque y el sistema podrá realizar dicha operación por medio de un microcontrolador y un teclado matricial. Ambos coinciden en diseñar sistemas de control automáticos o manuales, en contraste con nuestra investigación que se basa en la monitorización del nivel de agua en los tanques.

(Bautista Solórzano, 2013) utiliza un sistema de adquisición de datos (DAQ) y de un sensor ultrasónico Q445ULIU64ACR que emite una señal de voltaje y es enviado a la tarjeta DAQ 6009 para recolección de datos; conjuntamente con una aplicación en computadora se podrá procesar los datos adquiridos y llegar a la medición y control del nivel de líquidos enfocado directamente hacia el ámbito industrial. Bautista utiliza una Aplicación de escritorio y nosotros hacemos uso de una Aplicación web, un microcontrolador y un sensor de ultrasonido; ambos requerimos de componentes para la toma de datos y monitorización del nivel de agua en un tanque que fue implementado en las viviendas en la urbanización de Pio Pata – El Tambo que cuentan con servicio de internet fijo, tanque de agua instalado y servicio de agua potable.

El sistema de monitorización DEPO SHUÏ consta de: un microcontrolador NodeMCU ESP 8266 y un sensor de ultrasonido HC-SR04, los cuales estarán empaquetados estratégicamente y fueron instalados en los tanques de agua de las viviendas para que continuamente recopilen los datos del nivel de agua; como monitor se tiene una Aplicación web que tendrá comunicación con el sistema en el tanque y por el cual se podrá visualizar en tiempo real el nivel de agua que

existe en el mismo, además cuenta con otros beneficios: en primer lugar, se tiene un mensaje de alerta que se activará cuando se presente un consumo excesivo, segundo, se puede visualizar un reporte donde se detalla el consumo del mes anterior y actual; y finalmente se mostrará un gráfico de la evolución del consumo de agua, en donde el usuario podrá verificar la cantidad de litros que utilizó los últimos 5 meses.

Para la programación del sistema de monitorización se utilizó una IDE de desarrollo de Arduino versión 1.6.1. La metodología que se utilizó para el desarrollo de la Aplicación web fue la XP (eXtreme Programming)

Se ha escogido a la Urbanización de Pio Pata porque presentan el problema de escasez de agua, de tal modo que a partir de las 19 horas no se cuenta con el suministro.

Se consideró para la investigación un diseño Cuasi Experimental con un grupo control con pre y post test, el grupo experimental y el grupo control no fueron equivalentes. Se trabajó con una muestra de 60 viviendas, 30 para cada grupo. Los cuales se monitorearon durante tres meses considerando el tiempo para las pruebas de pre y post test; se aplicó el estadístico "T de Student" que nos ha demostrado, a un nivel de confianza de 95% que existe evidencia suficiente para afirmar que la presencia de un Sistema y una Aplicación Web ayuda a monitorear el consumo del nivel de agua que se da en cada una de las viviendas, de la urbanización de Pio Pata - El Tambo; permitiendo disminuir el nivel de consumo de agua que se refleja en un ahorro anual de S/. 66.804 soles en cada vivienda.

## CONCLUSIONES

- El experimento y el procesamiento estadístico dan razones plausibles, para evidenciar que el sistema de monitorización tiene un efecto positivo al reducir en 1900 litros el nivel de consumo de agua del mes de mayo a julio del año 2017 en los domicilios; existiendo además otras variables que tienen relación con el consumo de agua: actitud de la persona frente al uso racional del agua, actividades familiares en el día y la influencia de factores climáticos.
- Se ha empleado una Aplicación web de tipo “responsive”, el cual puede ser vista en los navegadores web: Chrome, Mozilla e Internet Explorer que estén actualizados con los parámetros de la W3C aplicados a partir del año 2009; a través de un dispositivo smartphone, laptop o tablet.
- El trabajo en conjunto entre el sistema de monitorización y de la Aplicación web conlleva a una correcta monitorización del nivel de consumo de agua en los domicilios de la urbanización de Pio Pata – El Tambo.

## RECOMENDACIONES

- A través de SEDAM Huancayo, se recomienda que se instale masivamente el sistema de monitorización DEPO SHUÏ en todas las viviendas que cuenten con tanques de agua.
- Considerar los navegadores: Chrome, Mozilla e Internet Explorer para la correcta visualización de la Aplicación Web.
- Aplicar el microcontrolador NodeMCU en la fabricación del sistema de monitorización DEPO SHUÏ, porque se ha comprobado su funcionalidad.
- Aplicar en conjunto el sistema de monitorización y de la Aplicación web en el proceso de fabricación a gran escala del sistema DEPO SHUÏ.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, Herson. 2016.** *Presión y escasez de agua, un dolor de cabeza para población de Huancayo* . 2016.
- Alegsa, Leandro. 2016.** *Definición de sistema*. 2016.
- Aliexpress. 2015.** *Element14: Raspberry Pi 3 Modelo B*. s.l. : Aliexpress, 2015.
- Aliexpress. 2016.** *Nuevo Wireless módulo CH340 NodeMcu V3*. s.l. : Aliexpress, 2016.
- Angel, Miguel. 2018.** *¿Qué es el diseño responsive?* Barcelona : SocialMood, 2018.
- Apple Inc. 2017.** *Sistema operativo iOS*. s.l. : Apple Inc., 2017.
- Aquize Palacios, Rubén Darío. 2011.** *Implementación de un sistema de control no lineal backstepping multivariable para la planta piloto tanque con agua*. Lima : Universidad de Ingeniería, 2011.
- Arduino Store. 2015.** *ARDUINO UNO REV3*. s.l. : Arduino , 2015.
- Arroyo, Luis Miguel Juarez. 2015.** *Elaboración del Sistema de Control Metrológico de Agua Potable en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
- Arzabal, Marga. 2017.** *¿Qué porcentaje del planeta Tierra es agua?* s.l. : VIX Inc, 2017.
- Atencio, Roberto. 2014.** *Huancayo crece y carece de agua*. Huancayo : Diario Correo, 2014.
- Bautista Solórzano, Milton Javier. 2013.** *Medición y control del nivel de líquido un sistema Scada*. Riobamba-Ecuador : Instituto Tecnológico superior "Carlos Cisneros", 2013.
- Beccar, Marconi. 2012.** *Tanques de Agua*. San Isidro, Buenos Aires : Constructora Buenos Aires, 2012.
- Brotos, Alvarez. 2004.** *¿Qué es un Sistema de control?* s.l. : Tesinaglobal, 2004.
- Calero, Morales, y otros. 2016.** *Control Automático de Llenado y vaciado de tanque con Ajuste de temperatura*. 2016.
- Canós, José H., Letelier, Patricio y Penadés, M. Carmen. 2003.** *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*. 2003.
- Cardona, Angela María Segura. 2003.** *Diseños cuasiexperimentales*. Antioquia : Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia, 2003.
- Castillo, Germán. 2015.** *Según el INEI hay más mujeres que varones en Junín*. Junín : Diario Correo, 2015.
- Ciberaula. 2010.** *Sistema operativo Linux*. s.l. : Ciberaula.com, 2010.
- Definicion. 2015.** *Definición de Monitoreo*. s.l. : Definicion.de, 2015.

- Definicion. 2010.** *Definición de Sisetma Operativo.* s.l. : Definicion.de, 2010.
- Desarrollo Web. 2014.** *Apache HTTP Server: ¿Qué es, cómo funciona y para qué sirve?* 2014.
- Echavarría, J. D. L. 2010.** *El método analítico como método natural.* s.l. : Nómadas, 2010.
- El Comercio. 2016.** *Escasez hídrica afecta regiones agroexportadoras del norte.* 2016.
- El Comercio. 2017.** *San Juan de Lurigancho: vecinos denuncian que siguen sin agua.* Lima : Diario El Comercio, 2017.
- El Comercio. 2015.** *Estados Unidos: ¿Agua de inodoro reciclada?* Texas : Diario El Comercio, 2015.
- Electronilab. 2016.** *Electronilab Ingeniería y Diseño Electrónico.* 2016.
- Enciclopedia Medioambiental. 2017.** *El consumo de agua en porcentajes: Consumo de agua percapita.* Costa Rica : s.n., 2017.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Continental. 2016.** *Guía para la presentación de tesis de la facultad de Ingeniería de la Universidad Continental.* Huancayo : Universidad Continental, 2016.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO). 2016.** *Deposito de documentos de la FAO.* 2016.
- ForoSpyware. 2006.** *¿Qué es un script?* Bogota : ForoSpyware, 2006.
- García Ruiz, M. 2017.** *La Problemática del Agua en la Región de Ancash (Perú). Perspectivas en la Educación Primaria desde la Cooperación Internacional.* Ancash : RIUMA, 2017.
- Garcia, Jesús. 2016.** *¿Qué es LAMP Stack? aprende a instalar los componentes para crear servidores web en Ubuntu.* s.l. : Rootear, 2016.
- Guillermo Carlos, Gómez y Roy, Grijalva Santos. 2012.** *Riesgo de escasez de agua en la ciudad de Huancayo al año 2030.* Huancayo : s.n., 2012.
- Guitierrez Rosa, Mariana. 2011.** *La educación en el consumo de agua.* 2011.
- Hernández, Luis del Valle. 2017.** *NodeMCU el kit de desarrollo para el IoT.* España : Programafacil, 2017.
- IBM. 2017.** *Direcciones de Internet.* Nueva York : IBM, 2017.
- Ierusalimschy, Roberto, Figueiredo, Luiz y Celes, Waldemar. 2008.** *Manual de Referencia de Lua 5.1.* Gran Bretaña : PUC-Rio, 2008.
- Iglesias Sanchez, Angel Luis. 2017.** *PC. Definición y características.* s.l. : AboutEspañol, 2017.
- IIEMD. 2016.** *¿Qué son Apps y Android?: Definicion.* España : IIEMD, 2016.
- INEI. 2013.** *Día mundial de la población.* Lima : INEI , 2013.

**Instructables. 2015.** *Water Level Sensor Module for Arduino AVR ARM STM32 STM8.* 2015.

**Jácome, Nancy. 2015.** *EL AGUA.* 2015.

**Jimenes Morales, Juan. 2011.** *La reutilización y recuperación del agua en el ambiente.* 2011.

**Junta Municipal de Agua potable y Alcantarillado de Mazatlán(JUMAPAM). 2016.** *Distribución de Agua en el Planeta.* 2016.

**Kerlinger, Fred N. 2002.** *Investigación del comportamiento.* 2002.

**Leyton, Fernando. 2017.** *Otro día de fuertes lluvias, desbordes e inundaciones en el norte peruano.* Tumbes : Diario La República, 2017.

**Luque, Teofilo Max De La Mata. 2005.** *Análisis, diseño e implementación de un prototipo.* Lima : PUCP, 2005.

**Maddocks, Andrew, Young, Robert Samuel y Reig, Paul. 2015.** *Ranking of the world's most water-stressed countries in 2040.* s.l. : World Resources Institute, 2015.

**Manchego, Pedro Lizárraga. 2016.** *Más denuncias por falta de agua.* Huancayo : Diario Primicia, 2016.

**Mekonnen, Mesfin y Hoekstra, Arjen. 2016.** *Four billion people facing severe water scarcity.* 2016.

**Mendoza, Edith Orellana y Mendoza, Edith Orellana. 2015.** *Riesgo ambiental por pasivo de relaves.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.

**Mercedes, Nohora y Areiza, Lozano. 2015.** *Control de nivel para tanques de agua con realimentación.* Bolivia : ResearchGate, 2015.

**Microsoft. 2016.** *Sistema operativo Windows 10.* s.l. : Microsoft, 2016.

**Ministerio-Agricultura-Riego-Perú. 2016.** *Estrategia nacional para el mejoramiento de la calidad de recursos hídricos.* 2016.

**Moral, Cristina. 2015.** *¿Sabes cuántos litros de agua necesita una persona al día?* 2015.

**Morales, Oscar Castillo. 2014.** *Control de bomba de agua para llenado de un tanque.* Desamparados, Costa Rica : CTP Vocacional Monseñor, 2014.

**Morales, Ricardo. 2014.** *Lenguajes de programación: ¿qué son y para qué sirven?* 2014.

**Morguefile-Erdenebayar. 2014.** *Perú consume 250 litros por persona, casi 50% más que Madrid.* 2014.

**Municipalidad Provincial de Huancayo. 2006-2011.** *Plan de desarrollo urbano.* Huancayo : MPH, 2006-2011.

**NORMA IS 010. 2012.** *Sub-Título III.3 Instalaciones Sanitarias.* Lima : s.n., 2012.

**OK Hosting. 2017.** *¿Qué es web?* s.l. : OKHosting, 2017.

**OMEGA Engineering. 2017.** *OMEGA fuente para control de procesos.* 2017.

**Organización Mundial de la Salud. 2018.** *Domestic Water Quantity, Service Level and Health.* s.l. : OMS, 2018.

**Pascual, Esther. 2016.** *El agua como recurso natural.* s.l. : elblogverde.com, 2016.

**Peña Sandoval, Jesús. 2017.** *Sensor ultrasónico.* California : s.n., 2017.

**Pérez Porto, Julián y Gardey, Ana. 2013.** *Definicion de Agua.* 2013.

**Pérez, Javier Prado. 2016.** *¿Qué es una tableta?* s.l. : tableteduca.webnode.es, 2016.

**Piet-DuPisani. 2011.** *Tecnología de recuperación de aguas residuales industriales para el riego.* 2011.

**Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas. 2016.** *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016 Agua y Empleo.* París : UNESCO, 2016.

**Programacion Web. 2014.** *Apache HTTP Server: ¿Qué es, cómo funciona y para qué sirve?* 2014.

**Real Academia Española - RAE. 2014.** *Diccionario Lengua Española.* 2014.

**Redaccion El Comercio. 2017.** *Más de 10 distritos de Lima aún no cuentan con agua.* Lima : Diario El Comercio, 2017.

**Rojas, Yazmin. 2014.** *Perú consume 250 litros por persona, casi 50% más que Madrid.* Lima : RPP Noticias, 2014.

**RPP. 2014.** *Alrededor de 4 millones de peruanos no tienen agua potable.* Lima : RPP Noticias, 2014.

**Sánchez, Jordi. 2006.** *¿Que es un framework?* s.l. : jodrisan.net, 2006.

**Sierra Bravo, R. 1997.** *Técnicas de Investigación Social.* Mexico : Thomson, 1997.

**SODIMAC HOMECENTER. 2017.** *¿Cómo instalar un tanque elevado?* HUANCAYO : s.n., 2017.

**Soria, Kevin. 2013.** *Todo lo que tienes que saber sobre: HC-SR04 Sensor Ultrasónico.* 2013.

**TEC. 2017.** *Uso de plataformas informáticas móviles.* Perú : TEC, 2017.

**Tudela, Begoña Orive. 2010.** *El Agua y sus propiedades.* 2010.

**UN WATER. 2015.** *Agua para un mundo sostenible Datos y Cifras.* s.l. : WWDR 2015, 2015.

**UNESCO. 2016.** *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016.* París : United Nations, 2016.

**United Nations(UN) of Water. 2015.** *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015 .* Estados Unidos : UNESCO, 2015.

**UN-WATER. 2014.** *Water scarcity.* 2014.

**Vega, Elida. 2015.** *Sepa cuánto debe pagar por su consumo de agua potable.* Lima - Perú| : El Comercio, 2015.

**Vivanco, Thalia. 2017.** *Estos son los distritos de Huancayo que consumen más agua durante el día.* Huancayo : Diario Correo, 2017.

**Wallmark, Luis. 2014.** *Ventajas de los Sistemas Informaticos en el Monitoreo de Indicadores de Calidad.* Mexico : s.n., 2014.

**Worldpanel. 2016.** *Tecnología Smartphones .* España : Worldpanel, 2016.

**Zegarra M, Eduardo. 2010.** *La investigación social sobre el manejo del agua de riego en el Perú: una mirada a conceptos y estudios empíricos.* Lima : PUCP, 2010.

**Zevallos Coto, José Luis y Pariachi Romero, Rossmery. 2010.** *Equidad en el acceso al agua en la ciudad de Lima.* Lima : PUCP, 2010.

## ANEXOS

### A. ANEXO 1: Encuesta

Buen día.

Actualmente en el distrito de El Tambo, algunas viviendas no cuentan con el servicio de agua las 24 horas del día. Considerando la necesidad de dicho líquido vital y además que su falta podría influir en el desarrollo de ciertas actividades en su vivienda.

Por favor responda las siguientes preguntas

1. ¿En qué grado le afectaría la falta de agua en las viviendas de El Tambo?
  - a. Alto.
  - b. Regular.
  - c. Medio.
  - d. Poco.
  - e. Nada.
2. ¿Cuántas horas del día cuenta Ud. con el servicio de agua en su domicilio?
  - a. 1 a 3
  - b. 3 a 6
  - c. 7 a 12
  - d. 12 a 18
  - e. Todo el día
3. ¿Te preocupa la falta de agua actualmente en nuestra ciudad?
  - a. Por supuesto.
  - b. En parte.
  - c. Para nada.
4. ¿Cree usted que el uso de un tanque de agua en su domicilio reduciría la escasez de agua?
  - a. Por supuesto
  - b. En parte
  - c. Para nada

## B. ANEXO 2: Guía Observación

| Elementos                                | Funcionamiento - Rendimiento |          |          |          |
|--|------------------------------|----------|----------|----------|
|  | Semana 1                     | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| Placa NodeMCU                            | Alto                         | Alto     | Alto     | Alto     |
|  | Regular                      | Regular  | Regular  | Regular  |
|  | Medio                        | Medio    | Medio    | Medio    |
|  | Bajo                         | Bajo     | Bajo     | Bajo     |
| Cables de conexión                       | Alto                         | Alto     | Alto     | Alto     |
|  | Regular                      | Regular  | Regular  | Regular  |
|  | Medio                        | Medio    | Medio    | Medio    |
|  | Bajo                         | Bajo     | Bajo     | Bajo     |
| Sensor Ultrasonido                       | Alto                         | Alto     | Alto     | Alto     |
|  | Regular                      | Regular  | Regular  | Regular  |
|  | Medio                        | Medio    | Medio    | Medio    |
|  | Bajo                         | Bajo     | Bajo     | Bajo     |
| Conexión inalámbrica                     | Alto                         | Alto     | Alto     | Alto     |
|  | Regular                      | Regular  | Regular  | Regular  |
|  | Medio                        | Medio    | Medio    | Medio    |
|  | Bajo                         | Bajo     | Bajo     | Bajo     |
| App Web en comunicación con dispositivos | Alto                         | Alto     | Alto     | Alto     |
|  | Regular                      | Regular  | Regular  | Regular  |
|  | Medio                        | Medio    | Medio    | Medio    |
|  | Bajo                         | Bajo     | Bajo     | Bajo     |

**C. ANEXO 3: Constancia de datos sobre el nivel de consumo de agua de las viviendas de la Urbanización de Pio Pata.**



# **CONSTANCIA**

Mediante el presente documento, quien suscribe deja constancia que los datos entregados para materia de la tesis de investigación, denominado: "SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACION DEL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA EN TANQUES DE DOMICILIOS MEDIANTE UNA APLICACIÓN WEB EN EL DISTRITO DE EL TAMBO- HUANCAYO" del Sr. Diego Enrique Porras Tapia, identificado con DNI N° 72547894, Bachiller en Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Continental, son datos extraídos de nuestra base de datos del sistema comercial de la EPS SEDAM HUANCAYO S.A. Quien se compromete hacer uso de dicha información, solo para fines netamente académicos.

Los Datos entregados cuentan el siguiente detalle:

Sector 04, ruta 360 y 392, código lectura, asignación, nombres y apellidos, dirección, consumo por metro cubico por meses (Abril del 2017 a la fecha). La cantidad de registros entregados son de 1331 usuarios.

Estos datos son entregados en medio digital al interesado y a su correo personal.



Huancayo, 29 de septiembre del 2017



Ing. Pabel Manuel Zamudio Aliaga  
Jefe de Oficina General de Informática  
y Computación  
SEDAM HUANCAYO S.A.

Oficina Principal : Jr. Junín N° 967 - Huancayo  
Oficina El Tambo : Av. Mariscal Castilla Cuadra 21  
Oficina Chilca : Esq. Arterial y Torre Tagle N° 396

www.sedamhuancayo.com.pe  
LINEA GRATUITA: 0800 100 17

Tel.: (064) 233631 – Fax: (064) 237124  
Tel.: (064) 601515  
Tel.: (064) 601515

**D. ANEXO 4: Formato de recopilación de datos sobre el nivel de consumo de agua: grupo control y grupo experimental.**

| Nro. | código de recibo | Grupo Experimental (m3) |                | código de recibo | Grupo Control (m3) |                |
|------|------------------|-------------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------|
|      |                  | O <sub>1</sub>          | O <sub>2</sub> |                  | O <sub>3</sub>     | O <sub>4</sub> |
| 1    | 04-392-02890     | 10                      | 10             | 04-360-02730     | 17                 | 18             |
| 2    | 04-360-01060     | 15                      | 13             | 04-392-02600     | 17                 | 17             |
| 3    | 04-360-01225     | 14                      | 13             | 04-360-00980     | 19                 | 15             |
| 4    | 04-360-06314     | 24                      | 20             | 04-392-03160     | 19                 | 16             |
| 5    | 04-392-04350     | 18                      | 15             | 04-392-01680     | 16                 | 16             |
| 6    | 04-360-01890     | 20                      | 18             | 04-360-00680     | 16                 | 16             |
| 7    | 04-392-04190     | 17                      | 15             | 04-392-00050     | 17                 | 15             |
| 8    | 04-360-05360     | 14                      | 13             | 04-360-05800     | 19                 | 21             |
| 9    | 04-360-01530     | 22                      | 18             | 04-360-05850     | 19                 | 21             |
| 10   | 04-392-01630     | 27                      | 25             | 04-392-02130     | 16                 | 18             |
| 11   | 04-360-05630     | 30                      | 27             | 04-360-04830     | 17                 | 18             |
| 12   | 04-360-00240     | 21                      | 20             | 04-360-01850     | 17                 | 15             |
| 13   | 04-392-01830     | 16                      | 15             | 04-360-00570     | 19                 | 17             |
| 14   | 04-392-04120     | 24                      | 24             | 04-390-00265     | 19                 | 21             |
| 15   | 04-392-00630     | 9                       | 9              | 04-392-04570     | 16                 | 18             |
| 16   | 04-390-02430     | 20                      | 17             | 04-360-01920     | 16                 | 19             |
| 17   | 04-360-01790     | 20                      | 17             | 04-360-05520     | 18                 | 16             |
| 18   | 04-392-01030     | 20                      | 17             | 04-360-01840     | 18                 | 18             |
| 19   | 04-360-00670     | 13                      | 13             | 04-392-04210     | 19                 | 18             |
| 20   | 04-360-03780     | 12                      | 12             | 04-360-1320      | 16                 | 17             |
| 21   | 04-392-01380     | 20                      | 18             | 04-392-00430     | 19                 | 25             |
| 22   | 04-392-00785     | 16                      | 15             | 04-392-00860     | 18                 | 16             |
| 23   | 04-360-00075     | 20                      | 17             | 04-392-02350     | 19                 | 24             |
| 24   | 04-392-01590     | 20                      | 17             | 04-392-01540     | 18                 | 18             |
| 25   | 04-392-05270     | 12                      | 10             | 04-360-03750     | 16                 | 17             |
| 26   | 04-360-02400     | 19                      | 17             | 04-360-02820     | 17                 | 18             |
| 27   | 04-360-00180     | 10                      | 10             | 04-360-05505     | 19                 | 15             |
| 28   | 04-360-00890     | 20                      | 17             | 04-360-05110     | 19                 | 17             |
| 29   | 04-392-01350     | 20                      | 17             | 04-360-03960     | 17                 | 15             |
| 30   | 04-360-01445     | 20                      | 17             | 04-392-03450     | 17                 | 21             |

## E. Anexo 5: Resolución Decanal de cambio de título de tesis de investigación



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL**  
**DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**RESOLUCIÓN DECANAL N° 0216-2018-FI-UC**

Huancayo, 25 de enero de 2018.

**EL DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**VISTO:**

El expediente N° 319500, presentado por **PORRAS TAPIA, DIEGO ENRIQUE**, quien solicita la modificación del título de Plan de Tesis inscrito con RESOLUCIÓN DECANAL N° 01039-2017-FI-UC.

**CONSIDERANDO:**

Que, según informe N° 03-2018-DEPT, recibido con fecha 24 enero de 2018, del Docente Asesor Ing. Anieval Cirilo Peña Rojas, sobre la modificación del título del Plan de Tesis por: **“SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DEPO-SHUI MEDIANTE UNA APLICACIÓN WEB, EN EL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA EN TANQUES DE DOMICILIOS EN LA URBANIZACIÓN DE PIO PATA-EL TAMBO.”**, presentado por el referido bachiller y habiendo encontrado conformidad para su modificación.

El Decano de la Facultad de Ingeniería en uso de sus atribuciones,

**RESUELVE:**

**Primero.-** Aprobar la solicitud presentada por **PORRAS TAPIA, DIEGO ENRIQUE**, para la modificación del título de Plan de Tesis, en mérito al cumplimiento de los requisitos pertinentes.

**Segundo.-** DISPONER, la modificación de título de Plan de Tesis por: **“SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DEPO-SHUI MEDIANTE UNA APLICACIÓN WEB, EN EL NIVEL DE CONSUMO DE AGUA EN TANQUES DE DOMICILIOS EN LA URBANIZACIÓN DE PIO PATA-EL TAMBO.”**, presentado por el bachiller **PORRAS TAPIA, DIEGO ENRIQUE**.

Regístrese, comuníquese y archívese.

  
**Felipe Gutarra Meza**  
Decano  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Continental

Cc/  
Docente  
Interesado  
Archivo