



Sistema medidor de flujo de agua como mesa de pruebas para sistema IoT didáctica, orientado al ahorro del recurso en aplicaciones domésticas

Water flow meter system as a test table for educational IoT system, aimed at saving the resource in domestic applications

J. Ruiz_Ibarra¹, S. Ramirez Yocupicio², A. García Berumen, R. Perez , J. R. Aragon_Guajardo³.

¹Universidad Estatal de Sonora

²Universidad Estatal de Sonora

³<https://orcid.org/0009-0000-5836-1560>. Universidad Estatal de Sonora

DOI: <https://doi.org/10.46589/riasf.v1i42.704>

Recibido: 4 de junio de 2024.

Aceptado: 29 de noviembre de 2024.

Publicado: 29 de diciembre 2024.

Cómo citar

Ruiz Ibarra, J., Ramirez Yocupicio, S., García Berumen, A., Perez Cruz, R. A., & Aragon Guajardo, J. R. (2024). Sistema medidor de flujo de agua como mesa de pruebas para sistema IoT didáctica, orientado al ahorro del recurso en aplicaciones domésticas . *Revista De Investigación Académica Sin Frontera: Facultad Interdisciplinaria De Ciencias Económicas Administrativas - Departamento De Ciencias Económico Administrativas-Campus Navojoa*, 1(42). <https://doi.org/10.46589/riasf.v1i42.704>

Resumen

Es necesario optimizar el consumo de agua en entornos domésticos. Los esquemas de monitoreo tradicionales cumplen únicamente con la medición general del domicilio. Se requiere aprovechar el desarrollo tecnológico, presente en el estado del arte, para proponer una solución plausible que permita no solo la captura de grandes cantidades de datos sobre consumo individual de servicios dentro de un hogar, sino además la posibilidad de procesarlos y encontrar patrones de consumo, que lleven a el diseño de estrategias o mecanismos de ahorro de agua eficientes. En este trabajo se propone una mesa de pruebas para el desarrollo de data loggers orientados a la optimización del consumo de agua en una casa habitación.





Palabras clave: IoT, Medidor de flujo, NodeMCU

Abstract

Domestic water wastage occurs through various household activities, such as using toilets, showers, laundry, landscaping, and dishwashing. Traditional water meters generally provide a cumulative consumption reading, overlooking the potential for optimizing individual water usage sources. Utilizing modern technology is crucial for developing effective solutions to optimize water consumption in residential settings. By capturing extensive consumption data, it becomes possible to apply advanced data science techniques to enhance optimization efforts. This study introduces a testbed designed to facilitate the collection of detailed consumption data, laying the groundwork for more efficient water use management

Keywords: IoT, Flow meter, NodeMCU

Introducción

En este artículo se estudia el estado del arte en la medición del consumo de agua en una casa habitación y las posibilidades de implementar sistemas de análisis de datos para encontrar patrones que permitan definir mecanismos de ahorro de agua. Se logra proponer una mesa de pruebas que permite el desarrollo de sistemas data loggers individuales para cada tipo de servicio. Se analiza el consumo de la ducha en dos horarios matutino y vespertino, carga de lavado, lavado de platos, riego de jardín, descarga de inodoro y lavado de carros.

Gracias a la individualidad y practicidad del módulo propuesto, se obtuvieron mediciones de consumo independientes de cada servicio y se correlacionaron con otros parámetros como el horario y eventos puntuales sucedidos durante el mes de Mayo de 2024.

Se presenta una serie de gráficas que muestran que el servicio de regaderas es el que consume más agua con un 60.5% seguido del servicio de riego de jardín (13.4%) y Lavandería (13.2%). Esta propuesta define un banco de pruebas para generar grandes cantidades de datos de consumo, que promuevan el uso de estrategias como ciencia de datos para encontrar correlaciones que permitan desarrollar estrategias de ahorro de agua en una casa habitación promedio.

Material y método



Un medidor de agua permite cuantificar la cantidad de agua que ha pasado por una tubería. Esta medición puede ser tan precisa como sea necesario para su aplicación. Desde cuantificar el número de tinacos de 1100L que se han acabado en un período de tiempo, hasta medir cuantos mililitros consume un electrodoméstico. A continuación se presentan algunas soluciones comerciales de medidores de agua.

Medidor IX4020.

Medidor mostrado en la figura 1 cuenta con certificación ANCE, tipo multijet, cuerpo plástico, tubería de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Soporta una presión máxima de 150psi, una temperatura de operación de 40 grados centígrados y da la lectura en metros cúbicos de agua. Cumple con la norma oficial mexicana NOM 012 SCFI 1994. Es el más comúnmente utilizado a nivel residencial por su cuerpo plástico que evita tentaciones de robo por vender el metal. (Alpha Omega, 2024 y Instrutek, 2024).



Figura 1.- Medidor IX4020 con cuerpo de plástico.

Medidor DOROT, modelo LXSJ.

Medidor para agua tipo chorro múltiple, se muestra en la figura 2.

Cuerpo de bronce, opera bajo el principio de medición de velocidad. Dentro de su cámara de medición posee una turbina cuyo eje es perpendicular al flujo la cual rota por el impulso de varios chorros de agua que se introducen tangencialmente por la parte baja de la cámara y salen tangencialmente ascendiendo por la parte alta, el movimiento de la

turbina se transmite magnéticamente al registro de medición y a la carátula que están sellados herméticamente al vacío y no tienen contacto con el agua. Cumple la Norma Internacional ISO 4064 y está certificado bajo la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCFI-1994. Características: Clase metrológica B, presión máxima de trabajo 10 BAR, temperatura máxima 50°C, conexiones roscadas NPT, diámetros disponibles: ½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½" Y 2". (RIME, 2024).



Figura 2.- Medidor Dorot. Tipo chorro múltiple.

Medidor AO-TUF-2000M de Caudal Ultrasónico, figura 3

- Alta precisión: Mejor que $\pm 1\%$
- Amplio rango de medida
- Varios tipos de transductor para la selección, tamaño de la tubería de Dn15mm a Dn6000mm
- Alta fiabilidad
- Adopta tecnología de baja tensión, multi-pulso para mejorar la precisión, la vida útil y la fiabilidad.
- Alta anti-interferencia

- Señal de doble-balance diferencial circuito receptor/conductor para evitar la interferencia del convertidor,
- Torre de televisión, línea de alta tensión, etc.
- Potente función de grabación

Los datos del totalizador de los últimos 512 días / 128 meses / 10 años. El tiempo y el caudal correspondiente de las últimas 64 veces de los eventos de encendido y apagado. El estado de trabajo de los últimos 32 días (Alpha Omega, 2024).



Figura 3.- Medidor AO-TUF-2000M

Medidor Ciglow

Indicador de flujo G1/4 pulgadas, puerto de rosca hembra a hembra, indicador de medidor de flujo para refrigeración por agua de PC, 8 impulsores (negro). (Amazon 2024).

- Indicador de flujo de agua: indicador de flujo G1/4 pulgadas, 12,9 mm Ld para refrigeración por agua de PC, 8 impulsores
- Simple y práctico, fácil de instalar, tamaño pequeño y

- El impulsor negro es conveniente para la observación, normalmente se utiliza en computadoras u otros sistemas de refrigeración por agua
- La rosca G1/4 pulgadas es ampliamente adecuada para la mayoría de tubos o conectores de refrigeración de computadora

El diseño de 8 impulsores mejora la eficiencia de refrigeración, como se muestra en la figura 4.



Figura 4.- Medidor ciglow.

En la academia es importante que el estudiante realice un complemento entre la teoría y la práctica para reforzar conocimientos que hagan que la comprensión del concepto sea mucho más rápida, para un tema particular, es común que se tenga la necesidad de que se fabriquen camas de pruebas de medidores de caudal de agua para laboratorio.



Figura 5.- Sistema medidor de flujo.

En (MSc. Ricardo Andrés García León, 2017) se tuvo como objetivo principal estudiar el efecto, funcionamiento y las aplicaciones tecnológicas de algunos medidores de flujo, como el tubo Venturi, La Tobera y la placa de Orificio, los cuales su invención data de los años 1.800 después de Cristo. La construcción del sistema de medidores de flujo se construyó en fundición de aluminio, soportado por una estructura metálica hecha en tubería cuadrada, dotado de tubería de Policloruro de Vinilo y tubería de aluminio, accesorios (Codos, uniones, machos, hembras, reducción 2 pulgadas a 1 pulgada) y una válvula que permite la conexión de una bomba centrífuga individual, permitiendo así realizar medición de caudal de un fluido para este caso se trabajara con agua, por medio de tres elementos de medida diferentes mencionados anteriormente, los datos obtenidos de los medidores se pueden contrarrestar con el dato arrojado por un Rotámetro de escala 4 – 35 Lt/min, para el registro de las presiones se instalaron cinco manómetros con rangos de 0 a 30 psi que a su vez sirven para el análisis de la relación caudal vs presión

Medir la cantidad de agua utilizada en el hogar tiene múltiples beneficios. Para poder optimizar el uso de un recurso, el primer paso es poder medirlo. En (Ferroglio, 2010) Se determinan los beneficios del sistema de tarifación volumétrico para el servicio de agua potable. La problemática de la escasez de agua potable en la provincia de Córdoba, Argentina, como consecuencia de una serie de factores tales como escenario hidrológico

severo-seco; contaminación de los embalses; consumo desmedido y régimen tarifario irracional que promueve al consumo desmedido del recurso, constituye un desafío a ser solucionado. En esta referencia se describe el esquema tarifario catastral actualmente vigente en una localidad del denominado “cordón de las Sierras Chicas”. Se analiza el nivel tarifario aplicado y se infieren los patrones de consumo y costos asociados a tal régimen, particularmente en comparación con uno en el que el sistema sea medido. Adicionalmente se efectúa la evaluación del proyecto de cambio de régimen tarifario hacia uno del tipo volumétrico. Dicha evaluación se realiza tanto desde un punto de vista económico (considerando como erogaciones la instalación de medidores y costos operativos asociados y como ingresos el ahorro de costos debido a la racionalización en el uso del recurso), como también desde un punto de vista social (incluyendo externalidades). La metodología utilizada es la del flujo descontado de proyectos.

Un ejemplo de régimen tarifario nos permite dimensionar los factores que influyen en el cobro de un recurso como el agua. En (Ferroglia, 2010) se ejemplifica la tarifa aplicada a la región de Córdoba Argentina, que aun que es una región alejada de donde se desarrolla este proyecto, nos permite identificar factores comunes a tomar en cuenta.

El cuadro tarifario actual para la prestación del servicio de distribución de agua potable en la ciudad de La Calera posee criterios centrales que hacen que resulte necesario apreciar sus efectos sobre la eficiencia de su prestación. Es decir, es necesario plantearse si el sistema alienta a que los consumidores paguen un precio representativo de su costo y, por otro lado, también resulta conveniente cuestionarse sobre la equidad de la prestación, es decir ¿pagan más quienes mayores ingresos tienen?

La fórmula utilizada (1) en la determinación de la tarifa para la facturación del servicio es la que se presenta a continuación:

$$T = TB \times K + C \times TM \quad (1)$$

La tarifa mensual T, descrita en (2), se encuentra influenciada por la tarifa básica (TB) multiplicada por un factor K que se utiliza para potenciar los efectos redistributivos y la progresividad de la tarifa (este coeficiente presenta valores diferentes según se trate de distintos zonales socioeconómicos), y la tarifa mínima (TM) multiplicada por un factor C determinado ad-hoc.

La Tarifa Básica se calcula de la siguiente manera:

$$TB = Tar SE \times CE \times SE + Tar ST \times ST \quad (2)$$



En esta ecuación, el primer término es igual al producto de tres factores: el valor unitario en pesos que se le ha asignado a cada metro cuadrado edificado en el marco tarifario (Tar SE), un coeficiente de edificación (CE) y la superficie edificada de la propiedad (SE). El coeficiente de edificación toma en cuenta el valor de dos variables: antigüedad de la vivienda y tipo constructivo de la misma. Este coeficiente presenta valores crecientes a medida que disminuye la antigüedad de la edificación y mientras mayor sea el coeficiente que refleja el tipo de la vivienda.

El segundo término se compone del producto de la tarifa de la superficie del terreno (Tar ST) por los metros cuadrados del mismo (ST).

Cabe mencionar que algunos de los componentes de la estructura tarifaria no obedecen a estrictos esquemas económicos, sino que los mismos fueron establecidos con el único objetivo de generar redistribuciones ad-hoc en la carga de la sostenibilidad del servicio.

Un aspecto a ser evaluado es saber si todos los componentes de la fórmula antes mencionada coadyuvan al logro de los objetivos de aproximación del consumo y valoración del servicio, política distributiva y simplicidad e inteligibilidad del esquema tarifario.

En lo que se refiere a la aproximación del consumo, las variables superficie de terreno y superficie cubierta brindan unas primeras estimaciones de la cantidad de habitantes y de los usos del recurso y, por ende, se pueden considerar como buenas variables proxy del consumo. No obstante, al no disponerse de una medición, la elasticidad precio de la demanda de agua no juega ningún papel en las elecciones de los consumidores. Sería de esperar, sin embargo, una especie de elasticidad cobranza. Es decir, ante incrementos en la tarifa del servicio, los usuarios no reducirían su consumo ya que la base sobre la que se calcula la factura del servicio es la superficie de la vivienda y no la cantidad de agua utilizada, pero sí podrían afectar su patrón de pagos.

Con relación a la política distributiva, una cuestión a analizar es ver si la prestadora del servicio debe hacerse cargo de dicha política o si tiene la facultad de discriminar en función del ingreso, ya que no necesariamente un mayor nivel de renta de los usuarios representa una mayor valoración del recurso. Por otra parte, los valores de los zonales en caso de corresponder su aplicación ↓ deberían reflejar la estructura de ingresos de la población en cuestión, medidos por ejemplo por las Encuestas Permanentes de Hogares, y no constituir unos parámetros fijos determinados ad-hoc.





En síntesis, el marco tarifario actual presenta un esquema de tarifación de índole catastral. Ello implica que el monto que paga el consumidor no se encuentra necesariamente relacionado con los m³ de agua que éste efectivamente utiliza durante el período correspondiente; este último aspecto característica de un sistema no medido habitualmente genera un “sobre-consumo” (derroche de agua), asociado a un elevado nivel de ineficiencia.

En (Meza, 2018) citan que la digitalización de los medidores analógicos de agua permiten modernizar a bajo costo el sistema de suministro de agua potable. Integrar sensores remotos inteligentes en esta red, permite simplificar y mejorar la operación y supervisión de la distribución de agua. Esta referencia presenta una propuesta de solución para reutilizar los medidores analógicos, convirtiéndolos en medidores digitales y agregándolos a una red de datos mediante la incorporación de un subsistema de captura de imagen de la carátula del medidor de agua analógico y la transmite a otro sistema que se encarga de identificar el valor medido.

En este trabajo se propone una mesa de trabajo que permita probar diferentes soluciones de redes de sensores de flujo de líquido, en el contexto de Internet de las Cosas (IoT)

En el anexo 1 se incluye el código base del caudalímetro, donde se monta un servidor web en el puerto 80, accediendo a éste por medio de la IP asignada al módulo ESP32 en el que se carga el código.

Los datos generados por esta cama de pruebas, se pueden someter a algoritmos de análisis y detección de metadatos. Estos algoritmos aprovechan las grandes cantidades de información generada para identificar y ubicar fugas a lo largo de toda la tubería del sistema, en este caso de casa habitación. Esta mesa de pruebas permite implementar mecanismos que originalmente habían sido abstraídos para simulación como el propuesto en (Chavez 2022).

Resultados

Se realizaron mediciones de consumo de agua, utilizando el sistema que aquí se propone, logrando aislar las cantidades de agua utilizadas por diferentes actividades en un hogar. El hogar sujeto de estudio es una casa de dos pisos, con 144 metros cuadrados, ubicada al norte de la ciudad de Navojoa, Sonora, México. Cuenta con dos servicios y medio de



baños, lavaplatos, lavadero, cuarto de lavado y jardín como los servicios que consumen agua. Se tiene un reservorio de 1100lts. En esta casa habitan dos adultos y dos niños.

Se aislaron los consumos de agua de diferentes servicios y horarios como se muestra a continuación:

- Uso matutino de regadera.
- Uso vespertino de regadera.
- Cuarto de lavado.
- Lavaplatos.
- Jardín.
- Inodoros.
- Usos adicionales como lavar vehículos.

A continuación se muestra en la Figura 6, el consumo de agua en la regadera, en horario matutino, durante el mes de Mayo de 2024.

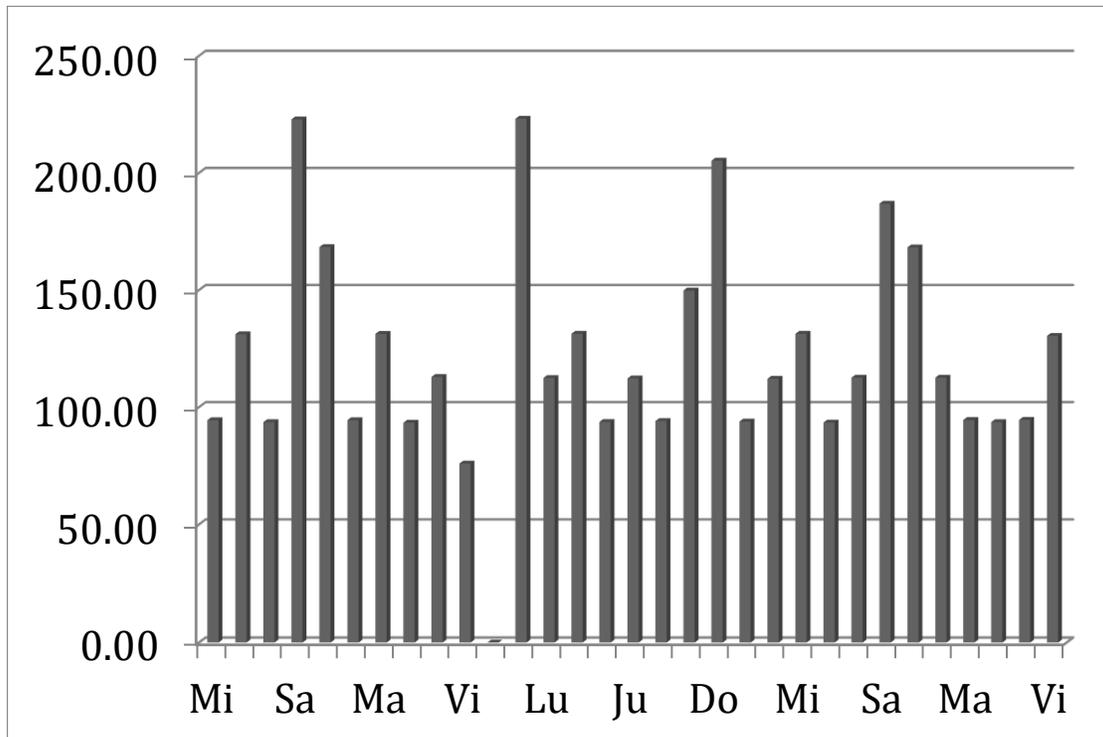


Figura 6.- Litros de agua, ducha matutina

El prototipo propuesto logró aislar el agua consumida por las dos regaderas durante el turno matutino, contabilizando un total de 3764.1 L de agua consumida durante el mes de Mayo de 2024. Se observa un consumo promedio de 121.42 Litros diarios y una desviación estándar de 45.9L que nos permite ver qué tanto varía de una ducha a otra durante este horario.

De este modo lo podemos comparar con las mediciones obtenidas durante el horario vespertino (de 12:01pm a 11:59pm).

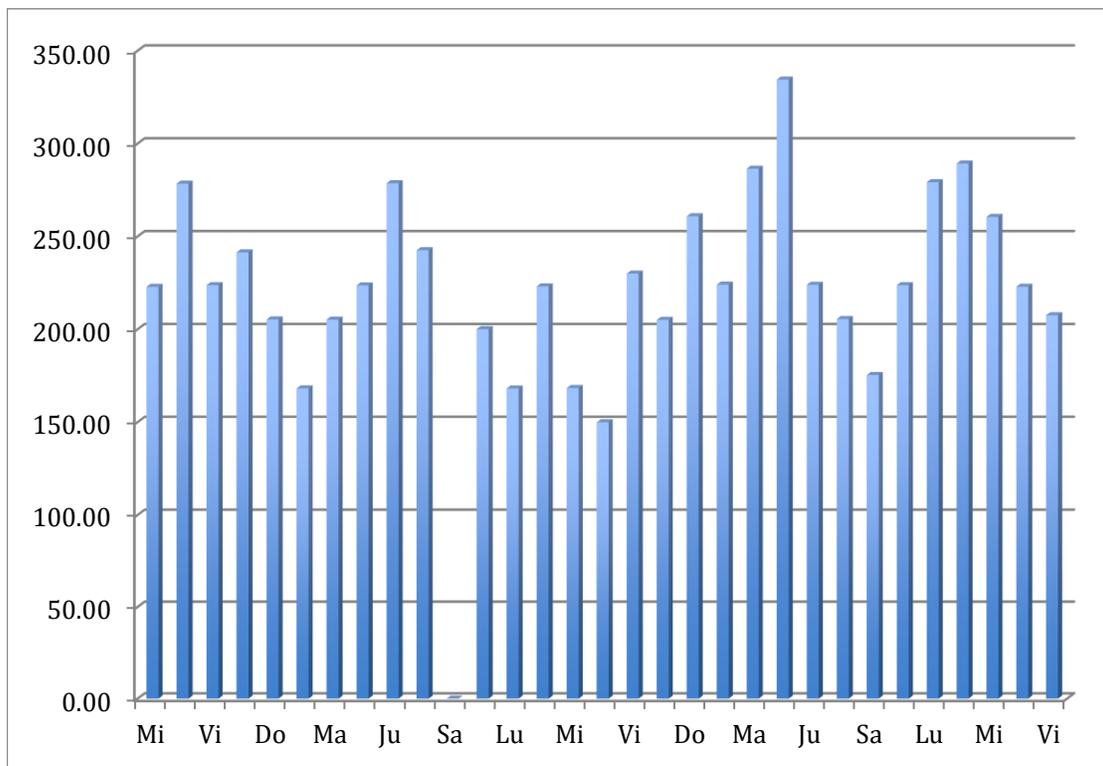


Figura 7.- Litros de agua, ducha vespertina.

En la Figura 7 se observa un consumo de agua de 6829.2 L durante el horario vespertino en el mes de Mayo. Se tiene un promedio de 220.3 L diarios y una desviación estándar de 58.29 L. En esta casa se consume casi el doble de agua en el horario vespertino que matutino. Esta relación tan básica parece dar poca información pero aunado al resto de resultados se verán correlaciones más complejas que permitirán el diseño de estrategias de planeación y ahorro de agua.

La Figura 8 muestra el consumo día a día por la actividad de lavar trastes. Esta actividad se realiza en forma manual, no se cuenta con una lavavajillas. Se consumen 700L lavando platos, con un promedio de 22.58 L diarios y una desviación estándar de 16.72 L.

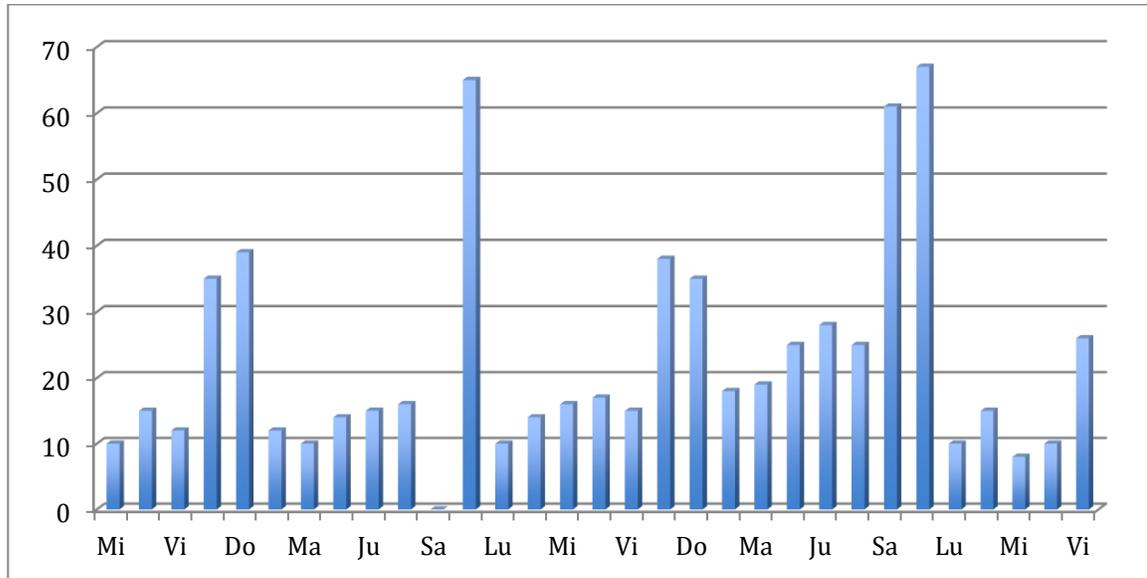


Figura 8.- Consumo de agua por lavar platos.

Se observa una mayor variabilidad a la hora de lavar platos que de ducharse, por lo que si se estandariza el proceso de lavado de platos pudiera ser una oportunidad para optimizar su consumo de agua.

En la Figura 9 se muestra el consumo de agua por lavar ropa con una lavadora automática de 20 Kg. Se consumió un total de 2313 L en el mes de Mayo de 2024. En promedio se consumieron 121.74 L por día de lavado, sin contar los días que no se lavó. Una desviación estándar de 42.33 L

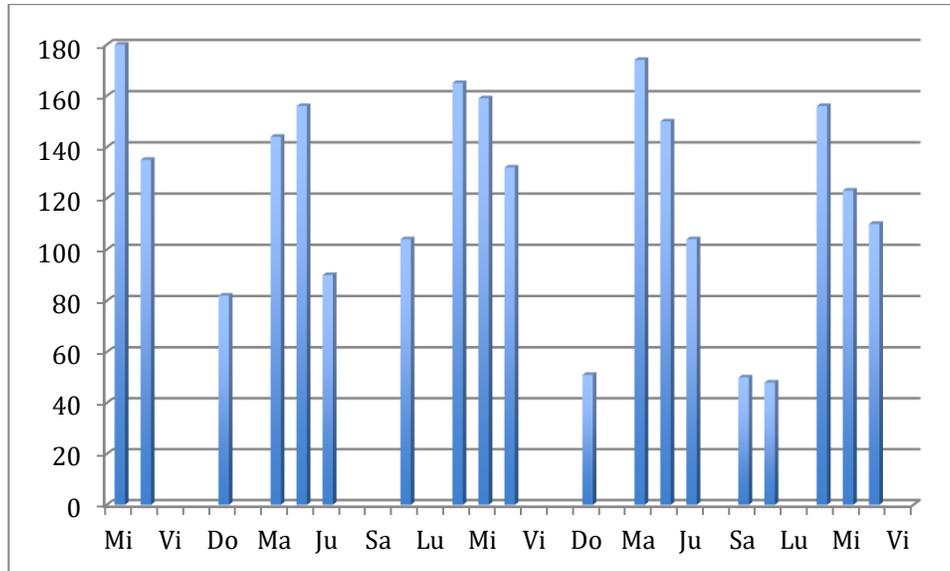


Figura 9.- Consumo de agua en L por lavar ropa.

Se puede observar que la actividad de lavado de ropa es predominante a tres días en particular de la semana, debido a la organización interna del hogar. La variabilidad entre los consumos se observa en las barras de la Figura 9, pudiendo notar que durante el fin de semana se realizan menores cargas de lavado de ropa que entre semana.

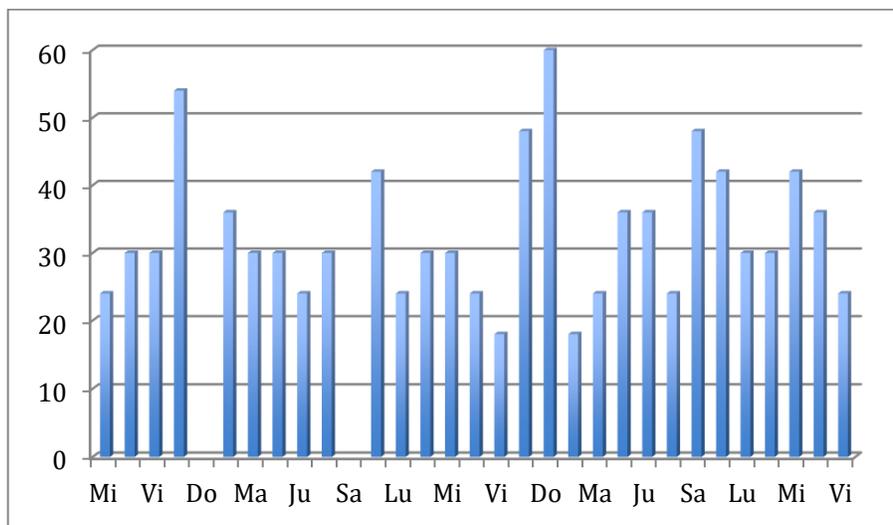


Figura 10.- Consumo de agua de inodoros.

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Atribución No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional

La Figura 10 muestra el consumo de agua debido a las descargas de los inodoros. El sistema propuesto tiene la versatilidad de aislar el consumo individual de cada servicio y sumarlo en la estadística mostrada. Se contabilizó un consumo total de 954 L de agua consumidas por las descargas de inodoros durante el mes de Mayo. Un promedio diario de 30.77L y una desviación estándar de 12.94L. Este consumo obedece no solo al uso que le dan los cuatro habitantes habituales de este hogar sino además las visitas y eventuales trabajadores.

La Figura 11 muestra el consumo de agua para el jardín. Éste es un espacio de 3x3m y un conjunto de dos parras de 70x40x40cm y cuatro masetas de 60cm de diámetro y 50cm de alto. Los hábitos de riego son matutinos y se tiene una tubería dedicada al riego por lo que se abre la llave durante un tiempo heurístico durante la rutina diaria. Se observa un consumo total de 2355L, con un promedio diario de 112.14L y una desviación estándar de 10.01L. Se puede observar una baja variabilidad en el riego de las plantas debido a la rutina establecida para ello. Este tipo de información es útil para determinar hábitos benéficos para el ahorro de agua en el hogar.

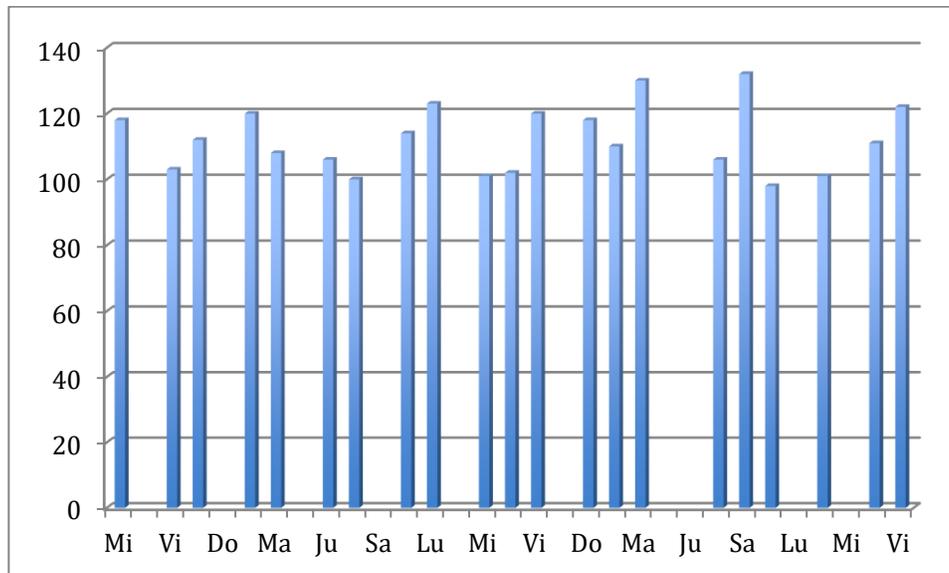


Figura 11.- Consumo de agua para jardín.

La Figura 12 muestra el consumo de agua por lavar dos vehículos en el mes de Mayo. Se consumieron 604L con un promedio de 151L por evento y una desviación estándar de 57.3L. Se suele lavar con manguera abierta sin utilizar un balde de captación que permita optimizar el consumo de agua. A pesar de no ser frecuente el lavado, la acumulación de suciedad propicia un alto consumo de agua para lavarlos. Una prueba unitaria pudiera consistir en lavados más frecuentes que consuman menos tiempo, esfuerzo y agua. O el uso de baldes que contengan una cantidad limitada de agua con la que se obligue a limpiar hasta donde esa cantidad alcance.

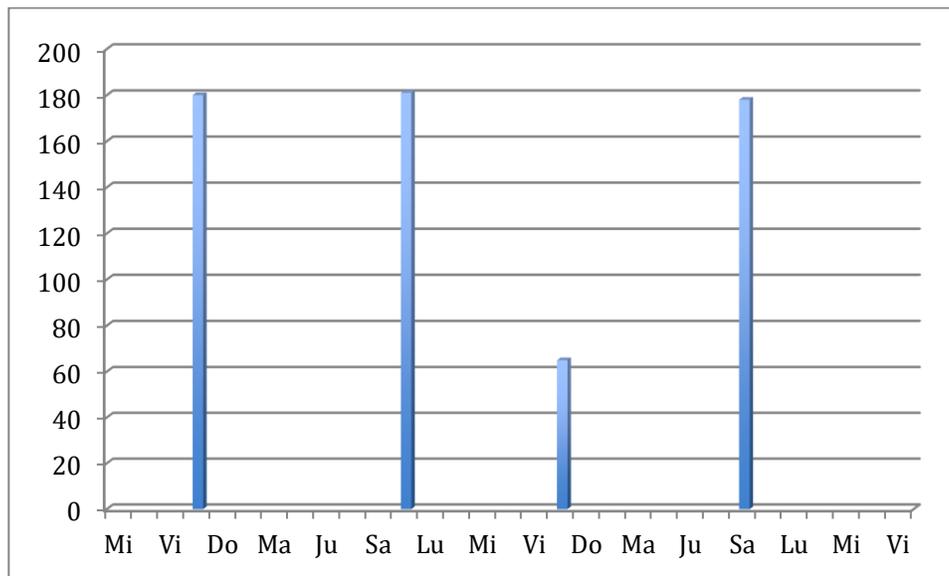


Figura 12. Lavar 2 vehículos medianos durante un mes.

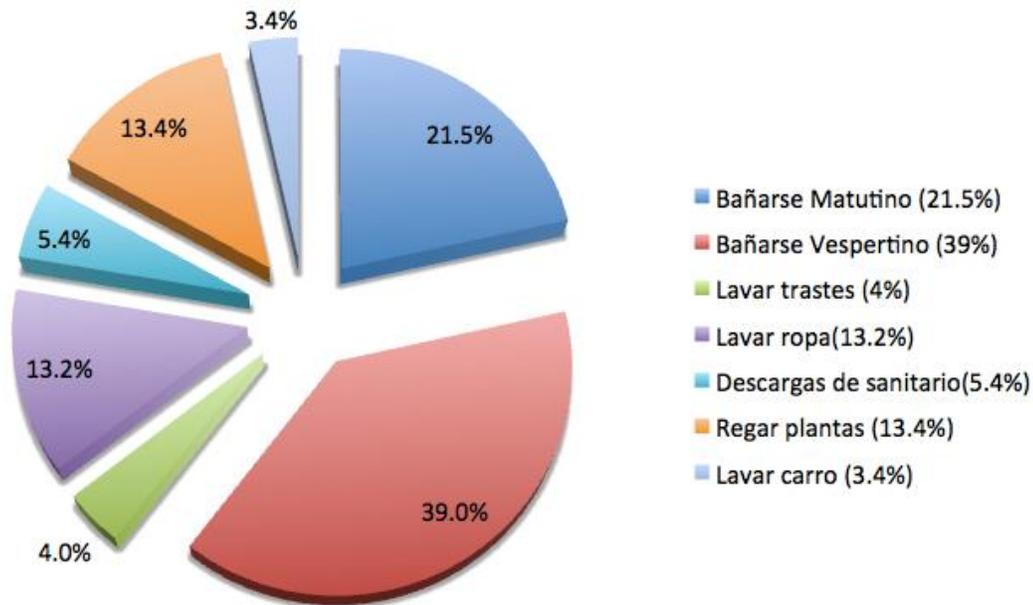


Figura 13.- Concentrado proporcional de consumos de agua en Mayo.

En la Figura 13 se concentra la proporcionalidad de consumos de agua con respecto un servicio de otro. Se puede observar que la actividad de la ducha en sus dos horarios son la actividad que más consume agua, seguida de lavar la ropa y regar las plantas.

Conclusiones.

El sistema que aquí se propone, tiene la capacidad de medir de manera aislada el consumo de agua de los diferentes servicios del hogar. Optimizar el consumo de agua requiere inherentemente medirlo. Este sistema permite obtener grandes cantidades de datos de consumo de manera precisa y a tiempo para procesar esa información y generar estrategias de ahorro de agua. De esta primer aproximación se logra identificar que los hábitos rutinarios permiten tener menor variabilidad en el consumo de agua, lo que a su vez ayuda a implementar estrategias que reduzcan el consumo de agua como reducir el

tiempo de baño y maximizar las cargas de lavado. La siguiente etapa de este proyecto consiste en aplicar estrategias de ciencia de datos, para identificar metadatos de valor en las grandes cantidades de datos generados por un sistema IoT como el que aquí se presenta.

Anexos:

Anexo 1. Servidor web para caudalímetro.

```
#include <WiFi.h>
#include <AsyncTCP.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>

// Configuración de red
const char* ssid = "tu wifi";
const char* password = "tu contraseña";

// Crear objeto AsyncWebServer en el puerto 80
AsyncWebServer server(80);

// Variable para mantener el estado del caudalímetro
bool hayAgua = false;

// Inicializar WiFi
void initWiFi() {
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");
  Serial.print("Connecting to WiFi...");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(1000);
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("Connected to WiFi");
  Serial.println(WiFi.localIP());
```

```
}  
  
void setup() {  
  // Inicializar la comunicación serial  
  Serial.begin(115200);  
  
  // Conectar a Wi-Fi  
  initWiFi();  
  
  // Manejar solicitudes HTTP  
  server.on("/estado", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){  
    if (hayAgua) {  
      request->send(200, "text/plain", "hay agua");  
    } else {  
      request->send(200, "text/plain", "no hay agua");  
    }  
  });  
  
  server.begin();  
}  
  
void loop() {  
  // Leer el monitor serial para cambiar el estado del caudalímetro  
  if (Serial.available()) {  
    String input = Serial.readStringUntil('\n');  
    input.trim();  
    if (input == "hay agua de la calle") {  
      hayAgua = true;  
      Serial.println("Estado del caudalímetro: hay agua");  
    } else if (input == "no hay agua de la calle") {  
      hayAgua = false;  
      Serial.println("Estado del caudalímetro: no hay agua");  
    } else {  
      Serial.println("Comando desconocido. Usa 'hay agua de la calle' o 'no hay agua de  
la calle");  
    }  
  }  
}
```



Bibliografía.

Alpha Omega electronics. (2024). *AO-TUF-2000M Medidor de Caudal Ultrasonico*. Retrieved 11 de Julio de 2024 from <https://www.alphaomega-electronics.com/es/sensores-y-sondas/2925-ao-tuf-2000m-medidor-de-caudal-ultrasonico-rs485rtu-modular-economico.html>

Amazon. (2024). *Indicador de flujo G1/4 pulgadas CIGLOW*. Retrieved 12 de Julio de 2024 from https://www.amazon.com.mx/Ciglow-Medidor-Indicador-enfriamiento-impulsores/dp/B07P5M2N7V/ref=asc_df_B07P5M2N7V/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=547164550741&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=8775782676074671623&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9130044&hvtargid=pla-1783245853324&psc=1&mcid=5238e2bb46d53aa88fe193d874b6803e

Chavez M. Monjaras Erick, Galvan R, Tolerino R. (2022). Prototipo virtual para la detección de fugas de agua potable. *Boletín científico de ciencias básicas e ingenierías del ICBI, vol 10: 52-57*.

Ferroglio, A. E. (2010). Determinación de los beneficios del sistema de tarificación volumétrica para el servicio de agua potable en la localidad de La Calera, Córdoba, Argentina. *ESTUDIOS DE ECONOMÍA APLICADA*, 28 (2), 405-422.

Instrutek. (2024). *Instrutek*. Recuperado el 17 de Julio de 2024 de <https://www.instrutek.com.mx/en/products/756494829>

Meza, A. V. (2018). Digitalización de medidores de agua analógicos para la modernización a bajo costo del sistema de suministro de agua potable en ciudades. *Ciudades Inteligentes, Instituto Tecnológico de Costa Rica.*, 337-351.

MSc. Ricardo Andrés García León, M. E. (2017). Construcción de un banco de pruebas de medidores de flujo para el laboratorio de mecánica de fluidos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *REVISTA INGENIO UFPSO p-ISSN 2011-642X*, 13 (Enero-Junio17), 19-26.

RIME. (2024). *Fluid Systems*. Retrieved 17 de Julio de 2024 from <https://www.medidoresdeaguapotable.com.mx/>





Año 17 / Núm. 42 / - julio – diciembre 2024
 Revista de Investigación Académica sin Frontera
 ISSN 2007-8870



[Neliti - Indonesia's Research Repository](#)

