



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACPYA

FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN

VinculaTégica  
EFAN

# Propuesta de prototipo para la gestión de ahorro de agua en albercas de condominios en Puerto Vallarta, Jalisco.

(Proposed prototype for water-saving management in condominium swimming pools in Puerto Vallarta, Jalisco.)

María Lizbeth Martínez-Mendoza<sup>\*1</sup>; Raúl Arzeta-Flores<sup>2</sup> y Marco Antonio Ordaz-Celedon<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Campus Puerto Vallarta (Mexico), [maria.martinez@vallarta.tecmm.edu.mx](mailto:maria.martinez@vallarta.tecmm.edu.mx)

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Campus Puerto Vallarta (Mexico), [raul.arzeta@vallarta.tecmm.edu.mx](mailto:raul.arzeta@vallarta.tecmm.edu.mx)

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Campus Puerto Vallarta (Mexico), [marco.ordaz@vallarta.tecmm.edu.mx](mailto:marco.ordaz@vallarta.tecmm.edu.mx)

\* Autor de Contacto

## Resumen

**Cómo citar:** Martínez-Mendoza, M. L., Arzeta-Flores, R., & Ordaz-Celedon, M. A. (2026). Propuesta de prototipo para la gestión de ahorro de agua en albercas de condominios en Puerto Vallarta, Jalisco. *Vinculatégica EFAN*, 12(1), 166–181. Recuperado a partir de <https://vinculategica.uanl.mx/index.php/v/article/view/1269>

El ahorro de agua a nivel local, mundial y nacional es considerado como una de las tareas más importantes en la actualidad por ser un recurso renovable de vital importancia, en nuestros días en puerto Vallarta Jalisco, día con día nace un nuevo edificio de condominios, considerando que además de tener la necesidad de agua para el uso doméstico se añade el lujo llamado alberca, estas albercas cuenta con ciertas dimensiones y le dan un valor extra a los condominios, esto conlleva a un problema, teniendo como relevancia el llamado ahorro de agua, desde el más mínimo detalle que se realice para ahorrar agua será de utilidad, desde el punto de vista tecnológico se propone un prototipo tecnológico que permite la gestión de la alberca para a través de internet de las cosas, en este artículo se describirá la propuesta de este y sus consideraciones para su implementación además de un enfoque necesario para su desarrollo de dicha propuesta en el condominio Simone de Puerto Vallarta, Jalisco. El internet de las cosas ha venido a revolucionar las interconexiones apoyando al registro de datos que permitirán tomar decisiones eficientes, en nuestro caso será en el ahorro de agua.

**Palabras clave:** Albercas, Gestión, Internet de las cosas.

**Códigos JEL:** L94 ,M15,O18.

Información revisada por arbitraje tipo doble par ciego.

**Recibido:** 6 de mayo del 2025

**Aceptado:** 4 de junio del 2025

**Publicado:** 30 de enero del 2026

## Abstract

Saving water at local, national, and global levels is currently considered one of the most important challenges, as water is a vital yet increasingly scarce renewable resource. In Puerto Vallarta, Jalisco, new condominium buildings are emerging daily. These developments not only require water for domestic use but also include the added luxury of swimming pools. These pools, often of considerable size, increase the value of the condominiums but also contribute to greater water consumption. This situation highlights the growing importance of water conservation. Even the smallest actions aimed at saving water are valuable. From a technological perspective, this article proposes a prototype that enables pool management through the Internet of Things (IoT). The proposal, its implementation considerations, and the necessary approach for its development will be described, with a specific focus on the Simone condominium in Puerto Vallarta, Jalisco. The Internet of Things is revolutionizing the way systems are interconnected by facilitating real-time data collection, enabling more efficient and informed decision-making. In this case, IoT technology will be leveraged to optimize water usage and promote conservation.

**Key words:** Management, Internet of Things, Swimming pools.

**JEL Codes:** L94 ,M15,O18



**Copyright:** © 2025 por los autores; licencia no exclusiva otorgada a la revista Vinculatégica EFAN. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo una licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Introducción

En Puerto Vallarta Jalisco, México, existe una tendencia al crecimiento en condominios, es evidente día con día, el mercado de condominios de Puerto Vallarta está cambiando a un mercado de compradores con un Aumento del 78.82% en la tasa de absorción y Aumento del 55.1% en listados activos fuerte demanda en rangos de precios medios y altos (\$ 250,000- \$ 799,999 + dólares) está conduciendo Los precios de venta suben un 27.50% y Reducción de días en el mercado en un 3.21% Los vendedores están reduciendo los precios de lista 5.75%, pero los compradores están pagando 93.6% de los precios solicitados, lo que indica un mercado competitivo y dinámico en marzo del 2025.

Como se observa la creación de condominios es muy rápida y sobre todo enfocada en el precio de estos pero todo esto con lleva sus características de estos tenemos número de departamentos que cuentan estos con torres de edificios, servicios de luz, agua y gas, además de las áreas comunes que incluye centros de recreación y lo que nos compete en este artículo que es la alberca un lugar de recreación para los condóminos o habitantes de estos.

Estos condominios se traducen en un problema para la ciudad donde están construyéndose que al principio representa una oportunidad de negocio, a lo largo representan un problema social y de infraestructura.

Lo que acontece y en lo que se nos enfocaremos en la alberca que tiene el condominio en este caso se seleccionó uno específico condominio Simone ubicado en la colonia Versailles en la ciudad de Puerto Vallarta, las características de este condominio son 6 departamentos cuyas dimensiones son 140 m<sup>2</sup>, un *Penthouse* de 270 m<sup>2</sup> y un área común donde se encuentra la alberca cuyas dimensiones son 49 a 51 m<sup>2</sup> con una profundidad máxima de 1.50 m.

El agua es un recurso renovable por precipitación fluvial la cual en los últimos años en puerto Vallarta de acuerdo con el cambio climático ha sido muy baja debido a varios efectos del cambio climático por lo que el ahorro y administración del agua es un problema generalizado en la ciudad.

Como ya se ha visto el problema del ahorro de agua es para todos los habitantes de la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco México en el contexto local de vital importancia, por eso a partir de esta idea se plantea la propuesta del prototipo del internet de las cosas que permita gestionar todo el trabajo realizado sobre una alberca dentro de estos condominios o condominio.

En la agenda 2030 se estimula que la tecnología debe usarse a favor de la modificación de infraestructuras para apoyar al desarrollo sustentable de las mismas, el auge de internet de las cosas nos permite hacer interconexiones físicas a partir de sensores y actuadores que permiten registrar datos para la toma de decisiones en el momento o en un futuro, implementándose así también la

inteligencia artificial.

## **Marco Teórico**

La interrelación entre ecoeficiencia, el Internet de las Cosas (IoT) y la innovación tecnológica representa una convergencia estratégica en la búsqueda del desarrollo sostenible en el siglo XXI. El marco teórico de esta investigación se fundamenta en tres pilares principales: la teoría del desarrollo sostenible, la teoría de la innovación tecnológica, y el paradigma de la digitalización industrial (Industria 4.0).

El concepto de ecoeficiencia fue popularizado por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés) a principios de los años 90, con el objetivo de promover un crecimiento económico que reduzca el impacto ambiental. Según el WBCSD (2000), la ecoeficiencia consiste en “ofrecer bienes y servicios a un precio competitivo, satisfaciendo las necesidades humanas y mejorando la calidad de vida, al mismo tiempo que se reduce progresivamente el impacto ambiental y la intensidad del uso de recursos durante todo el ciclo de vida”. Esta noción se sustenta en una lógica de maximización de valor económico a través de una optimización de los recursos naturales, alineándose con la teoría de la producción limpia y la economía circular (Bocken et al., 2014).

Por otro lado, el desarrollo tecnológico ha generado condiciones inéditas para implementar soluciones ecoeficientes mediante tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT). Esta tecnología permite la interconexión de dispositivos, sensores y sistemas que recopilan y procesan datos en tiempo real, optimizando procesos industriales, urbanos y domésticos (Atzori, et.al., 2010). En el contexto de la sostenibilidad, el IoT posibilita el monitoreo eficiente de recursos naturales, la automatización energética, la gestión de residuos, entre otras aplicaciones críticas (Zanella et al., 2014).

Finalmente, la teoría de la innovación tecnológica argumenta que el cambio técnico es un motor esencial del crecimiento económico y de la transformación estructural de las sociedades. En la actualidad, esta visión se ha actualizado a través del enfoque de innovación sostenible, el cual promueve tecnologías que no solo incrementan la eficiencia económica, sino que también contribuyen a los objetivos ambientales y sociales (Boons & Lüdeke-Freund, 2013).

## **Marco Conceptual**

### ***Ecoeficiencia***

La ecoeficiencia puede entenderse como un enfoque estratégico que integra la eficiencia económica con la responsabilidad ambiental. Según UNEP (2011), su principal objetivo es “hacer más con menos”, es decir, aumentar la productividad utilizando menos recursos y generando menos residuos. Sus principales indicadores incluyen la reducción del consumo de energía, agua, materias primas, emisiones y generación de residuos por unidad de producto o servicio.

### ***Internet de las Cosas (IoT)***

El IoT se define como una red de objetos físicos interconectados mediante sensores, software y otras tecnologías que les permiten recopilar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet (Gubbi et al., 2013). En el marco de la sostenibilidad, el IoT habilita una gestión inteligente de recursos en sectores como la agricultura, la energía, el transporte, la manufactura y las ciudades inteligentes.

### ***Innovación Tecnológica***

La innovación tecnológica hace referencia a la introducción de nuevas tecnologías o la mejora sustancial de las existentes con el fin de generar ventajas competitivas, mejoras de productividad o reducción de costos (OECD, 2005). En el contexto actual, esta innovación se relaciona estrechamente con la transformación digital, la automatización de procesos y la adopción de tecnologías habilitadoras como inteligencia artificial, big data, blockchain y el propio IoT.

### ***Innovación Sostenible***

Un subcomponente esencial es la innovación sostenible, definida como aquella que promueve simultáneamente beneficios económicos, ambientales y sociales (Adams et al., 2016). Esta perspectiva considera la sostenibilidad no como una restricción, sino como una fuente de oportunidad estratégica para el desarrollo tecnológico.

## **Marco Referencial**

Diversos estudios han demostrado que la integración del IoT en procesos productivos puede mejorar significativamente la ecoeficiencia. Por ejemplo, en la industria manufacturera, sensores inteligentes pueden monitorear el uso de energía en tiempo real, identificar desperdicios y ajustar automáticamente los parámetros operativos para minimizar el consumo energético (Miorandi et al., 2012). Empresas como Siemens, Bosch y General Electric han desarrollado plataformas de IoT

industrial orientadas a aumentar la eficiencia operativa y reducir el impacto ambiental.

En el sector agrícola, soluciones de agricultura de precisión basadas en IoT permiten optimizar el riego, reducir el uso de fertilizantes y pesticidas, y mejorar la trazabilidad de la cadena de suministro (Wolfert et al., 2017). En este contexto, la ecoeficiencia se logra mediante una mejor toma de decisiones informadas por datos en tiempo real.

A nivel urbano, las ciudades inteligentes utilizan sensores IoT para gestionar el tráfico, controlar la iluminación pública, medir la calidad del aire y monitorizar el consumo de agua y energía (Batty et al., 2012). Estas prácticas no solo mejoran la calidad de vida, sino que reducen significativamente la huella ecológica de las ciudades.

En cuanto al vínculo entre innovación tecnológica y sostenibilidad, estudios recientes han identificado que las organizaciones que incorporan prácticas de innovación verde logran mejores rendimientos a largo plazo, tanto económicos como reputacionales (Chen et al., 2006). Esto refuerza la tesis de que la sostenibilidad puede convertirse en una ventaja competitiva si es abordada desde un enfoque de innovación estratégica.

## **Convergencia De Los Conceptos**

La convergencia entre ecoeficiencia, IoT e innovación tecnológica implica una transformación estructural de los modelos de producción y consumo hacia esquemas más inteligentes, adaptativos y sostenibles. Esta sinergia está en el centro de la llamada Industria 4.0, donde las fábricas inteligentes utilizan tecnologías ciberfísicas para maximizar la eficiencia y minimizar los impactos negativos (Lasi et al., 2014).

Asimismo, la digitalización posibilita una nueva gobernanza ambiental basada en datos (data-driven environmental governance), donde las decisiones se sustentan en información precisa, oportuna y georreferenciada. Esta lógica no solo incrementa la transparencia y la trazabilidad, sino que también empodera a los actores sociales para promover cambios sostenibles.

## **Método**

Se realizó una investigación mixta tanto cuantitativa y cualitativa con la finalidad de hacer una investigación aplicada, en lo referente a lo cuantitativo se obtuvieron datos numéricos de los registros de los sensores de agua, profundidad, cloro y pH, en la parte cualitativa el diseño y la arquitectura del sistema prototipo de manera bibliográfica y documental con enfoques deductivo e inductivo por el tipo de investigación con base a la metodología Rup de programación y el manejo de bases numéricas de la estructura para la elaboración de la propuesta del prototipo.

Hipótesis en la medida que se logre diseñar adecuadamente la propuesta del prototipo con el Internet de las cosas (IoT) y con el procedimiento Rup de programación se obtendrá como beneficios lograr: el monitoreo, control y el ahorro del agua.

### ***Participantes***

La investigación que aquí se propone involucra al internet de las cosas aplicada en el contexto de los condominios de Puerto Vallarta Jalisco, México, en este caso se considera el condominio Simone cuyo domicilio se encuentra en la colonia Versalles de esta ciudad, las dimensiones de este condominio son consideraciones necesarias para la implementación que se desea hacer por lo tanto se cuenta con 6 departamentos con un tamaño de 140 m<sup>2</sup> además de contar con un Penthouse de 270 m<sup>2</sup>, por que considerar esto porque a partir de estas consideraciones se detonante para la implementación de la propuesta del prototipo que se considera aquí.

El internet de las cosas es nombre que reciben los equipos, objetos o “cosas” que tienen la capacidad de detectar, recopilar, e intercambiar información de su entorno, a través de protocolos de red, los cuales posibilitan que estos sean controlables mediante conexiones inalámbricas o por cable (Kaur, 2021). Las tecnologías IoT se basan en una arquitectura tecnológica compuesta por capas que determinan la forma de comunicación de sus componentes, la manera en que se integra cada módulo y la variación de configuraciones necesarias para su implementación.

### ***Técnica e Instrumento***

El instrumento utilizado en esta investigación es la propuesta de la arquitectura del prototipo tecnológico que se pretende desarrollar. A su vez se siguió como herramienta la metodología RUP que se basa en una serie de procedimientos para el desarrollo del prototipo de desarrollo de software pero se adaptó al trabajo del desarrollo del prototipo por las fases de la metodología que se pueden adaptar al desarrollo del prototipo y sus entregables que engloba la metodología.

El ciclo de vida de RUP está estructurado en dos dimensiones, dinámica y estática: (i) estructura dinámica (horizontal), representa la dimensión del tiempo del proceso. Muestra el proceso expresado en ciclos, fases, iteraciones e hitos; (ii) estructura estática (vertical); describe cómo los elementos del proceso (actividades, disciplinas, artefactos y roles) se agrupan lógicamente. (Vallejo, 2020)

Por lo que se consideró ajustar esta metodología al desarrollo del prototipo este artículo detallara hasta la fase de arquitectura y en futuros artículos se detallaran el desarrollo y la implementación del prototipo.

### ***Procedimiento***

El ciclo de vida de RUP está estructurado en dos dimensiones, dinámica y estática: (i) estructura dinámica (horizontal), representa la dimensión del tiempo del proceso. Muestra el proceso expresado en ciclos, fases, iteraciones e hitos; (ii) estructura estática (vertical); describe cómo los elementos del proceso (actividades, disciplinas, artefactos y roles) se agrupan lógicamente.

Para desarrollar este prototipo de internet de las cosas se procedió a utilizar la metodología RUP que indica cuatro fases que son:

Fases de Inicio y Elaboración: En esta fase se analizó las necesidades para implementar el prototipo sus características y el tipo de tecnología que usara en cuanto internet de las cosas, además de analizar químicos de la alberca y volumen de la misma. También se identificó la necesidad de realizar una aplicación móvil para gestionar la base de datos con la información del censo y registro de datos tomados por los sensores que se utilizan en el internet de las cosas. Definiendo la tecnología sobre la que trabajará la aplicación en cuyo caso será para Android en esta iteración del ciclo del desarrollo del prototipo.

Fase de elaboración: Después de identificar Las iteraciones se orientan al desarrollo de la baseline de la arquitectura, abarcan más los flujos de trabajo de requerimientos, modelo de negocios (refinamiento), análisis, diseño y una parte de implementación orientado a la baseline de la arquitectura.

Fase de construcción: Se lleva a cabo la construcción del producto por medio de una serie de iteraciones. Para cada iteración se selecciona algunos Casos de Uso, se refina su análisis y diseño y se procede a su implementación y pruebas. Se realiza una pequeña cascada para cada ciclo. Se realizan tantas iteraciones hasta que se termine la implementación de la nueva versión del producto en este caso del prototipo.

Fase de transición: Se pretende garantizar que se tiene un producto preparado para su entrega a la comunidad de usuarios. Implementación del prototipo.

En este artículo se muestran los resultados hasta la fase de elaboración de la metodología rup teniendo como resultado la arquitectura del mismo, parte de los requisitos que muestran en este y algunos de los resultados de la parte de requisitos además de los diagramas resultantes que nos será de utilidad.

Dentro todo este desarrollo del prototipo se pretende implementar para obtener resultados que se alineen a la agenda 2030, en el objetivo 9 pretende construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

## Resultados

Este prototipo se desarrollará a partir de los resultados de dos etapas de la metodología RUP que son fase de inicio y elaboración donde se obtuvieron los siguientes resultados como son los requisitos, diagrama UML, el diagrama de la base de datos, la arquitectura del mismo para reflejar la interacción entre el internet, los sensores, actuadores y base de datos para el registro de la información para la futura toma de decisiones haciendo implementación de inteligencia artificial.

## Requisitos

Los requisitos de un sistema son la de importancia si en esta etapa se tiene una visión clara de lo que se quiere construir y desarrollar se tendrá éxito en lo que se genere, por lo tanto, se deberá tener mucha atención a estos.

A partir de los casos de uso se identificó lo siguiente que se necesitan los siguientes sensores:

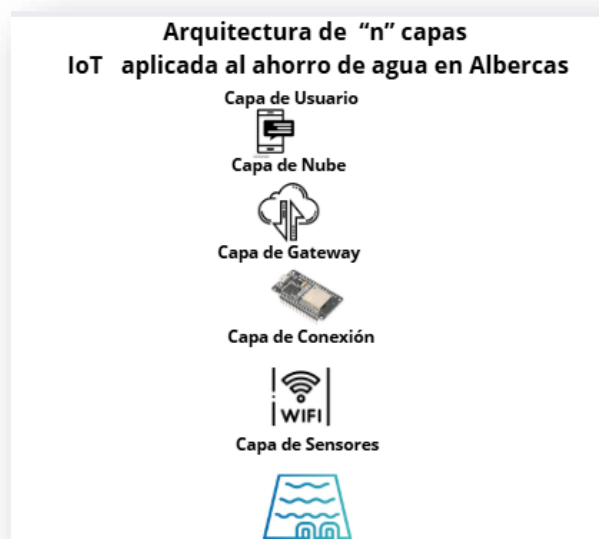
- Sensor de ph
- Sensor de cloro
- Sensor de profundidad
- Sensor de temperatura

El diseño de cómo quedará implementado en la alberca nos permitirá tener una idea de cómo se puede hacer esto. Además, se debe lo que dependen del tamaño de la alberca es como se puede implementar porque en futuros artículos se detallara este tipo de situaciones.

Las dimensiones de este la alberca de caso de estudio de que nos ayudó para este artículo cuyas dimensiones son 49 m<sup>2</sup> a 51 m<sup>2</sup> con una profundidad máxima de 1.50 m consideraciones para este tipo de albercas, la situación que se plantean en estos requisitos es ahorrar agua una de las necesidades apremiantes en estos tiempos de cuidado más extremo del agua ya que empieza a escaecer debió a los efectos del cambio climático.

En la siguiente figura 1, se muestra un esquema general se representa la arquitectura del prototipo de internet de las cosas para el ahorro de agua.

**Figura 1.** *Arquitectura de n capas Propotipo IoT, se obtuvo del diseño a partir de los requisitos.*



En la arquitectura que aquí se muestra se puede observar que la primera capa es la de sensores donde se consideran los sensores ph, profundidad, cloro y temperatura que permitirán estar cesando toda la información necesaria para ser almacenada, en la capa de conexión se considera la conexión inalámbrica por medio de wifi que tiene incluido el dispositivo sp32 que se encuentra en la capa Gateway que conecta con la capa de nube donde se encuentra la base de datos para almacenar y poder comunicarse a la capa de usuario donde se encontrará la aplicación móvil que el usuario manipulara llamada albercaIoT.

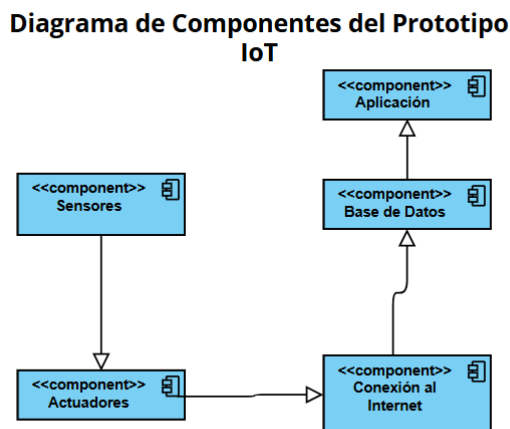
### ***Diagrama UML del prototipo IoT***

Para considerar bien hecho un diagrama UML (Lenguaje Unificado de Modelado) se debe considerar que tengan implementadas estándares de calidad correctos y para garantizar estos estándares se deben seguir ciertos modelos o métricas de calidad para considerar un software eficiente con respecto a sus resultados mediante el estudio de sus atributos. (Méndez, 2021)

En la figura 2 se muestra el diagrama de componentes que tiene relación con la arquitectura que se mostró en la figura 1, donde se describe la relación entre las diferentes capas y su interacción entre las mismas, desde la capa que se conecta entre la alberca, sensores y su comunicación además de la conexión con la base de datos y la aplicación móvil.

A continuación, se muestra la figura 2 describiendo los componentes del sistema que representa el prototipo.

**Figura 2.** Diagrama UML de componentes del Prototipo IoT, se obtuvo del diseño a partir de los requisitos.



El desarrollo de este prototipo está determinado por sus componentes como se ve en la arquitectura, la interacción entre los sensores que conectan estratégicamente nos permite el monitoreo de los que están conectados con la alberca para censar primeramente la profundidad de esta, en cuanto se refiere a el agua, este permite tomar la medida de esta que nos ayudara tomar la medida del llenado de la alberca, se activará el sensor de cerrado de la válvula esta permitirá que se deje de llenar la alberca, mediante este monitoreo se pretende con esto el ahorro de agua por que cuando los alberqueros llegan por lo general y abren la llave y se olvidan de cerrar la llave que está llenando la alberca.

Los siguientes sensores que se activaran y que permitirá el monitoreo de alberca es el sensor de pH este se utilizara para identificar que tan limpia o sucia está el agua, cloro, temperatura, todos estos como ya se ha dicho anteriormente se están comunicando por medio del Internet a una aplicación móvil que permitirá el uso adecuado del funcionamiento de estos, se pretende que todo se esté almacenando en una base de datos que permita guarda la información del monitoreo para tomar decisiones referente a la alberca, es de vital importancia el cuidado y ahorro del agua en una alberca ya que puede tener muchas fugas desde la evaporación del agua siendo este un ciclo natural a hasta perdida de este mediante errores humanos como son dejar abierta la llave de llenado, grietas en la alberca por el tiempo sin ser atendidas lo que se traduce en fisuras por donde se puede tener fugas.

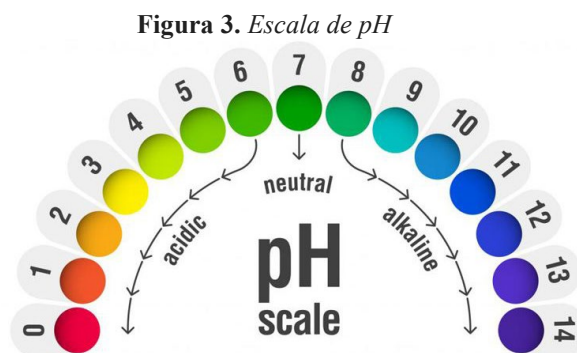
En esta investigación se ha observado que tener una alberca es un lujo para algunos Puerto Vallarta, Jalisco, es un destino turístico que los último años ha crecido mucho en el tema de condominios por que se no hace una necesidad apremiante tener cuidado con este lujo ya que impacta en uno de los recursos más vitales que es el agua en este caso dulce, los gobiernos pretende implementar estrategias como desalineación del agua ya que contamos con una costera de mar que es bahía de banderas pero es asunto para otra investigación, por lo tanto esta investigación se enfoca en

el monitoreo de una las albercas para el ahorro del agua, gestionar el ahorro del agua siempre es difícil por el cuidado del agua.

El sensor de Ph cuidara que el agua no esté turbia o cómo podemos decir sucia la calidad de este en el agua nos permite hacer un monitoreo para tomar una acción de inyectar los químicos que permitan mantener el Ph equilibrado para tener una alberca saludable y que también esto se traduzca en ahorro de agua.

El nivel de ph en la alberca de ser  $ph=7.4$  y  $ph= 7.8$  que es un nivel neutro no nos podemos arriesgar a decir que es pureza, pero sí que esta equilibrada el agua, esto nos ayuda a monitorear el agua y su estado de limpio a turbio, el nivel de ph puede variar por factores externos como son el uso de ropa por parte de los usuarios, el ambiente si hace calor o frio son factores que influyen en el ph de alberca.

En la siguiente figura 3, se muestra el nivel de ph que se puede manejar para el monitoreo del agua de la alberca.



El ph del agua se mide en una escala de 0 a 14. Un pH inferior a 7,0 indica que el agua es ácida. Un pH de 8,0 significa que el agua es básica o alcalina. Precisamente entre estos dos puntos se encuentra el nivel de pH adecuado para una piscina: de 7.4 a 7.8.

El sensor de cloro realizara el monitoreo de los niveles de cloro en la alberca para guardar su información en la base de datos para su posterior análisis del comportamiento y en puede aportar el cloro al ahorro de agua que es nuestro objetivo principal en esta investigación.

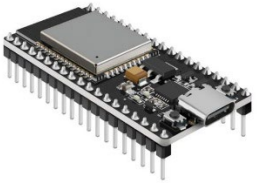
La cantidad de cloro que consume una piscina variará según la época del año. El consumo del cloro está relacionado con la temperatura y los agentes contaminantes que entren en el agua. En la época invernal, el consumo del cloro es mínimo y se mantendrá con unas pocas pastillas durante semanas. En verano, el consumo de cloro rondará los 10 grs. por cada metro cúbico de agua. (Sala, 2023).

El sensor de temperatura nos permitirá monitorear esto en la alberca para tomar decisiones en el cloro y el pH de esta. La temperatura de la alberca como ya se vio es importante ya que nos da para calcular como manipular el cloro que contiene la alberca.

En la siguiente graficas se describen los sensores que se utilizaran y sus características físicas además como se conectan a los actuadores como son lo relay's o switches que permiten interactuar entre el sensor, la alberca y el actuador que se conectan a la nube del internet.

La tarjeta que se utilizara para comunicarnos con el sensor o sensores es la interfaz llamada sp32, a continuación, se muestra la en la siguiente tabla además de su configuración, además esta incluye la conexión inalámbrica para acceder al internet.

**Tabla 1:** Características de la tarjeta SP32

Tarjeta SP32	Características
	Rango de alimentación: USB 5Vcc, Vin: 5.0 Vcc
	GPIO: 32 pines
	SPI flash: 32M bit
	Bluetooth: 4.2 BR/EDR, BLE estándar
	Wi-Fi: 802.11b/g/n
	Interfaz de soporte: UART, SPI, SDIO, I2C, PWM, 12S, IR, ADC, DAC
	Velocidad serie: 115 200 bps
	Espectro de frecuencia 2 412 ~ 2 484 MHz
	Tipo de antena: PCB integrada, ganancia de antena: 2 dBi
	Seguridad: WPA/WPA2/WPA2-enterprise/WPS
Temperatura de trabajo: -20~85 °C	
Ambiente de almacenamiento -40~90 °C <90% RH	
Dimensiones: 25.6 x 50 mm	

### **Sensor de Ph**

El sensor de ph que se utilizara en la alberca contiene las siguientes características que nos permiten utilizarlo insertado del lado de la bomba de bombeo de agua para no mantener en forma estancada el agua de la alberca. Ese se interconectará a través de la tarjeta sp32 y su actuador que permitirán la conexión a internet y registrar los datos que se censan.

**Figura 4:** *Sensor de Ph*

Fuente: La figura permite ver las herramientas tomadas de (LoraWan, 2025).

### ***Sensor de Cloro***

El sensor de Cloro permitirá que censar los niveles de este para su monitoreo y registro dentro de la base de datos y así tomar las decisiones pertinentes también que le sirvan al alberquero para su uso de forma correcta y en futuro implementar un algoritmo que prevea el análisis de este.

**Figura 5:** *Sensor de Ph*

Fuente: Esta figura es tomada de (LoraWan, 2025) que ilustran los sensores utilizados en el prototipo de esta investigación.

Se puede considera describir los demás sensores, pero estos son los más relevantes e importantes con esto se puede ver los registros que se tienen que hacer para lo más importante la toma decisiones por parte de las personas involucradas en el mantenimiento de albercas. El de profundidad nos dará paso a lo que ha repetido en este trabajo la toma de decisiones como con este que es cerrar el flujo del agua.

A continuación, se muestra un aproximado de la base de datos que se utilizara para el registro

de los sensores se puede considerar que se mysql en la nube donde se registraran los datos, esto se utilizara para el análisis de la información y encontrar un algoritmo de inteligencia artificial que pueda tomar decisiones en un futuro.

**Figura 6:** Base de Datos, proit, integrada por tablas:1,2 y 3.

<b>1.-Sensor</b>			<b>2.-Bitácora</b>		
<b>PK</b>	<i>Idsensor</i>	<i>Integer</i>	<b>PK</b>	<i>Idregistro</i>	<i>Integer</i>
	<i>Nombre</i>	<i>Varchar</i>		<i>Registro</i>	<i>Varchar</i>
	<i>Descripcion</i>	<i>Varchar</i>		<i>Censo</i>	<i>Vachar</i>
				<i>Fecha</i>	<i>Date</i>
				<i>Hora</i>	<i>Date</i>
				<i>Minutos</i>	<i>Date</i>

<b>3-Usuario</b>		
<b>PK</b>	<i>Idusuario</i>	<i>Integer</i>
	<i>Nombre</i>	<i>Varchar</i>
	<i>Username</i>	<i>Varchar</i>
	<i>Contraseña</i>	<i>Varchar</i>

Fuente: Elaboración propia con base a metodología de diseño de base de datos Rup.

En la base de datos se puede observar cómo se pretende registrar lo más información del censo o registro para su futuro análisis y uso para predecir el mantenimiento de la alberca ya sea preventivo o correctivo todo esto con el fin de ahorrar agua o como dice la agenda 2030 que se deben usar las infraestructuras para el mejoramiento de todo y sobre todo de forma sustentable.

Los registros que se harán en la base datos permitirán que podamos analizar la información y poder hacer big data o inteligencia artificial.

Se tendrá que trabajar más en mejorar todo lo que se plantea en los resultados todo con el objetivo de hacer el prototipo de Internet de las cosas que permita el ahorro de agua, desde el punto de vista de la tecnología se busca una solución factible y practica además de sustentable cuidando nuestro planeta.

La sustentabilidad es uno de los enfoques que permiten a la tecnología hacer su aporte para mejorar el entorno y que más que el ahorro de agua, son muchas formas de ahorrar como ya se dijo al principio puede ser desde cerrar la llave, hasta monitorear la temperatura de la alberca en diferentes estaciones que se pueden usar a favor para el ahorro del agua.

## Discusión

El prototipo de Internet de las cosas que este artículo se plantea que se enfoca al ahorro de agua, esta propuesta no es imposible de implementar pero si de mucho trabajo, tanto tecnológico como físico la instalación de este va depender a su vez de la ubicación de la alberca, su tamaño, su profundidad y demás situaciones que se tienen que considerar, la incipiente creciente de los condominios en Puerto Vallarta, Jalisco, México., nos brinda la oportunidad de implementar este tipo de proyectos tecnológicos en este se pueden relacionar muchas áreas como son la arquitectura, lo eléctrico y por su puesto lo tecnológico.

La preocupación que apremia aquí o con este tipo de proyectos es el enfoque que se le tiene que dar al ahorro del agua una preocupación tanto local, nacional o mundial, que oportunidad tan grande es que tenemos a la manos diversos recursos tecnológicos que nos conectan con la nube de internet para así hacerlo más práctico, podemos en otro artículo enfocarnos en los costos y la factibilidad de su implementación además de las experiencias de uso por las personas involucradas o los usuarios del prototipo.

El prototipo puede ser implementarse con dimensiones de albercas diferentes debemos enfocarnos en ver que tan grande puede ser la alberca o si puede ser esto una traba para la implementación y de ahí hacer un paquete tecnológico que puede ser comercial además de registrarlo en derechos de autor de México.

El desarrollo de este prototipo nos permitirá implementarlo desde se Angulo de prototipo para hacer pruebas físicas y así poder mejorar desarrollando en el futuro un paquete tecnológico que se posible implementar en cualquier alberca de la región de Puerto Vallarta, Jalisco, México, la región se presta para este tipo de planteamiento debió a lo emergente de los condominios con alberca.

Otros trabajos que involucran a internet de las cosas enfocadas en domótica podemos observar que

Podemos seguir justificando el uso o implementación del prototipo de internet de las cosas cuyo fin es monitorear una alberca para ahorrar agua es difícil pero no imposible ya que dé tienen que realizar diferentes procedimientos, acciones para obtener los resultados deseados como ya se ha dicho que es el ahorro de agua.

## Referencias

- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. (2016). Sustainability-oriented innovation: A systematic review. *International Journal of Management Reviews*, 18(2), 180–205. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12068>
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., et al. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481–518. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>
- Bocken, N. M. P., Bakker, C., & Pauw, I. D. (2014). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320.
- Boons, F., & Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 45, 9–19.
- Chen, Y. S., Lai, S. B., & Wen, C. T. (2006). The influence of green innovation performance on corporate advantage in Taiwan. *Journal of Business Ethics*, 67(4), 331–339.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- Kaur, N. S. (2021). Impact of Internets of Things (IOT) in retail sector. *Materials Today*, 1-5.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.
- LoraWan, <https://www.google.com/search/imagenes>
- Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497–1516.
- Méndez, J. A. (2021). *Sistema de Almacenamiento para las Métricas de Calidad del Software Asociadas a los Diagramas de UML*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- OECD. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* (3rd ed.). Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Sala, G. (2023, 04 12). *todohuertoyjardin*. <https://todohuertoyjardin.es/blog/la-importancia-del-cloro-en-la-piscina?srsId=AfmBOooPeuMy2W4mfJX44z1m48H8Gtbhg-ZIFpqISPmopPBCXhWqVxPW>
- UNEP. (2011). *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth*. United Nations Environment Programme.
- Vallejo, J. E. (2020). ESENCIALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA GESTIÓN DE REQUISITOS DE RUP. *Revista electrónica de Computación, Informática*, C6-1 a C-22
- WBCSD. (2000). *Eco-efficiency: Creating more value with less impact*. World Business Council for Sustainable Development.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32.