

Tipo de artículo: Artículo de revisión

## Revisión del estado del arte de sistemas IoT para optimizar el riego

### *Review of the state of the art of IoT systems to optimize irrigation*

George Ney Cedeño Patiño<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-9497-855X>

David Fernando Zambrano Montenegro<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-8833-1546>

<sup>1</sup> Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí. [gcedeno1877@utm.edu.ec](mailto:gcedeno1877@utm.edu.ec)

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, Departamento de Tecnologías de la Información y comunicaciones, Facultad de Ciencias Informáticas. [david.zambrano@utm.edu.ec](mailto:david.zambrano@utm.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [gcedeno1877@utm.edu.ec](mailto:gcedeno1877@utm.edu.ec)

#### Resumen

Este artículo contiene la revisión del estado del arte de un sistema IoT para optimizar el riego, donde se detallan los procesos realizados en este trabajo y de trabajos relacionados que contribuyan de manera directa ya sea en la investigación o el desarrollo, para ello aplicamos la metodología de Revisión sistemática de la literatura (SLR). Haciendo una búsqueda cautelosa usando las cadenas de búsquedas como: IoT; Huerto; Sistema de riego; Agricultura de precisión, teniendo como objetivo principal obtener un sistema IoT para optimizar el riego en el museo de Raíces y Sueños de San Isidro. y como resultado la definición de la tecnología a utilizar para la realización de este trabajo.

**Palabras clave:** Iot; Huerto; Sistema de riego; Agricultura de precisión

#### Abstract

This article contains the review of the state of the art of an IoT system to optimize irrigation, which details the processes carried out in this work and related works that contribute directly either in research or development, for this we apply the methodology of Systematic Review of the literature (SLR). Doing a cautious search using search strings such as: IoT; Orchard; Irrigation system; Precision agriculture, having as main objective to obtain an IoT system to optimize irrigation in the museum of Roots and Dreams of San Isidro and as a result the definition of the technology to be used for the realization of this work.

**Keywords:** IoT; Orchard; Irrigation system; Precision agriculture

**Recibido:** 11/02/2022

**Aceptado:** 26/06/2022

**En línea:** 01/07/2022



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

## Introducción

Lo que conocemos como IoT no es más que la creación de una conexión entre objetos del mundo cotidiano, procesos, internet y personas, logrando una interconexión en la cotidianidad, permitiendo compartir información y almacenarla si se desea en bases de datos propiamente creada para tal fin, así teniendo un control y acceso a esta información desde cualquier parte en la que se encuentre una persona.

Los sistemas de riego son estructuras que en algunos casos pueden ser complejas según el terreno en el que estén o donde se los vaya a implementar para su funcionamiento. Estos sistemas de riego son usados especialmente en el sector de la agricultura, no obstante, también pueden ser usados como una alternativa a la hora de regar jardines o huertos como es el caso de la fundación raíces y sueños de San Isidro. La gran mayoría de los sistemas de riego están compuestos por diferentes elementos como mangueras o tuberías, según sea el caso es estos.

La mayoría de los sistemas agrícolas son muy inestables y están desarrollados en sistemas subdesarrollados, lo que limita la eficiencia de la ingeniería. Por lo tanto, se encontró que la optimización de los recursos y la mejora de las condiciones del campo mejoran la producción y la eficiencia del proceso agrícola al combinar las TIC y la agricultura de precisión (Aceros 2020).

El riego es una de las actividades agrícolas más importantes que permite el desarrollo agrícola de los cultivos al aumentar los rendimientos. Sin embargo, dado que los recursos hídricos son cada vez más escasos y se desperdician, es necesario establecer sistemas de riego que optimicen el uso del agua de riego para aumentar la productividad (Ramírez Díaz y Vergara Sierra 2020).

La automatización es un sistema en el que las operaciones de producción, generalmente realizadas por humanos, se transmiten como un conjunto de elementos de ingeniería que aplican sistemas mecánicos, electrónicos e informáticos al control operativo y desde la producción (Salazar y Silvestre 2017).

Sin embargo, a finales de los años 90, el Internet solo se lo usaba principalmente como herramienta para buscar información. Pero en los últimos 10 años se ha dado una mejor forma de uso al Internet, donde todo se ha convertido en social, transaccional y móvil. Después de la red de redes y del Internet móvil, la sociedad está inmersa en una tercera, y potencialmente más disruptiva, fase: el llamado Internet de las Cosas.

Lo que conocemos como IoT no es más que la creación de una conexión entre objetos del mundo cotidiano, procesos, internet y personas, logrando una interconexión en la cotidianidad, permitiendo compartir información y almacenarla



si se desea en bases de datos propiamente creada para tal fin, así teniendo un control y acceso a esta información desde cualquier parte en la que se encuentre una persona.

Los sistemas de riego son estructuras que en algunos casos pueden ser complejas según el terreno en el que estén o donde se los vaya a implementar para su funcionamiento. Estos sistemas de riego son usados especialmente en el sector de la agricultura, no obstante, también pueden ser usados como una alternativa a la hora de regar jardines o huertos como es el caso de la fundación raíces y sueños de San Isidro.

La gran mayoría de los sistemas de riego están compuestos por diferentes elementos como mangueras o tuberías, según sea el caso de estos. Por tal motivo el desarrollo de este sistema IoT diseñado en este presente trabajo se realiza con el fin de optimizar los procesos de riego en el huerto, ya que se lograría una mejor administración de los recursos humanos y naturales, cabe mencionar que en la actualidad el proceso de riego del huerto se realiza manualmente.

## Trabajos relacionados

Según el estudio realizado por (Ayers & Westcot, 1985, citado en Federico, 2017), La agricultura de riego se basa en un suministro de agua adecuado y una calidad de agua adecuada para no causar daños importantes a los cultivos. El agua se considera aceptable o de buena calidad si da mejores resultados o causa pocos problemas en el huerto.

Mientras (Barriga Pons 2019) dice que la productividad en los cultivos agrícolas es cada vez más importante dado que los suelos son menos fértiles y las necesidades de alimentos mayores. La tecnología es clave para ayudar a solventar la falta de alimentos, ya que permite optimizar los recursos y predecir la producción, mejorando así la planificación en la distribución y comercialización, evitando incluso situaciones de riesgo ante la escasez en la producción.

Para (Gujarro et al. 2018b), Estas situaciones, exige la necesidad de automatizar el proceso de riego, para asegurar que las plantas reciban la hidratación adecuada, en función de la condición que forma su ecosistema, lo que justifica el uso del sensor de humedad.

Todos estos autores afirman que el uso de tecnologías IoT ayuda y mejora la producción en huertos, porque la planta recibe la dosis indicada de agua en el momento que lo requiera, de esta manera no se desperdicia el recurso natural ni mano de obra de las personas a cargo del huerto.



## Objetivo de la investigación

El objetivo principal de esta investigación es dar solución a una problemática existente en el huerto de la Fundación Raíces y Sueños de San Isidro con un sistema IoT para optimizar el riego. y sobre todo que sirva de investigación base para futuras investigaciones relacionadas a este tema.

## Materiales y métodos

En este apartado se detallan los parámetros considerados para la realización del estado del arte para un sistema IoT para optimizar el riego de huertos. Este estudio se basó en la metodología de Revisión sistemática de la literatura (SLR), considerando las palabras claves para la búsqueda de trabajos relacionados que fundamenten esta investigación, aplicación cadenas de caracteres como: IoT, Huertos, Sistema de riego; Agricultura de precisión para que hicieran más fácil la búsqueda y obtener mayores resultados.

**Fase 1 planteamiento:** aquí vamos a definir las preguntas de investigación de manera general y de manera específica que permita llegar a un resultado, también se define las palabras clave de búsqueda, cadena de búsqueda, siempre usando conectores como “and, or, +” para una mejor búsqueda. también se define los repositorios o base de datos de donde se considerarán los artículos.

**Fase 2 realización:** en esta parte se define que contribuye a la investigación aplicando filtros de selección, par de esta manera usar los artículos más relevantes y que estén dentro de los parámetros establecidos.

**Fase 3 informe:** llevar los resultados deseado aplicando los parámetros de investigación que permitan dar solución a los regios de huertos

## Definición de las preguntas de investigación (RQ)

**P1:** ¿Tipos de tecnologías que usan en huertos?

**P2:** ¿Tecnologías que contribuyen al regio de huertos?

**P3:** ¿Lugares que usan zigbee para regio de huertos?



**Tabla 1.** Preguntas de investigación

Preguntas	Objetivo
<b>P1:</b> ¿Tipos de tecnologías que usan en huertos?	Identificar las tecnologías que se usan en huertos para el regío.
<b>P2:</b> ¿Tecnologías que contribuyen al regío de huertos?	Definir la tecnología que más contribuye en el regío de huertos.
<b>P3:</b> ¿Lugares que usan zigbee para regío de huertos?	Identificar la forma que usan la tecnología zigbee para el regío de huertos.

## Definición de tecnología a utilizar

**Tabla 2.** Definición de tecnología

	Wifi	Bluetooth	Zigbee
<b>Bandas de Frecuencias</b>	2.4 Ghz – 5 Ghz	2.4 Ghz	2.4 GHz, 868/915 Mhz
<b>Tipos de datos</b>	Digital	Digital, Audio	Digital
<b>Rango de nodos</b>	100m	10m – 100m	10m – 100m
<b>Números de dispositivos</b>	32	8	255 / 65535
<b>Requisitos de alimentación</b>	Media – Horas de batería	Media – Días de batería	Muy Baja – Años de batería

Se definió utilizar la tecnología zigbee por las características de este como la optimización de recursos, ya que tiene una batería duradera, por la comunicación entre dispositivos ya que cuenta con comunicación de punto a punto y punto a multipunto, tiene baja latencia para dispositivos, un alcance de hasta 75 metros y tiene un rango de efectividad muy bueno.

## Resultados y discusión

En este apartado mostramos los resultados obtenidos en la revisión sistemática de la literatura científica, donde comparamos tecnologías y elegimos la más accesible que cumple con los parámetros a considerar en esta investigación, misma que nos permitirá la realización del sistema planteado basándonos en estudios anteriores.

**Resultado de la fase 1:** una vez definida las preguntas, palabras y cadenas de búsqueda se realizó la investigación de los resultados que observamos en la tabla 3 de resultados.

**Tabla 3.** Definición de cadena de búsqueda

Cadenas de Búsqueda
Sistema de Riego + IoT
Sistema de Riego Y IoT



Sistema de Riego or IoT
Sistema de Riego and IoT
Sistema de Riego + IoT + zigbee
Sistema de Riego + IoT + wifi
Sistema de Riego + IoT + bluetooH

**Resultado de la fase 2:** una vez aplicado el filtro en la cadena de búsqueda se fueron definiendo los que aportarían de manera positiva a esta investigación y los que no se fueron descartando como observamos en la tabla 4 de resultado. también en la tabla 5 podemos observar los estudios considerados para guiarse en la investigación, teniendo como base sus resultados.

**Tabla 4.** Resultados obtenidos

Cadena de búsqueda	Fuente	Total de Búsqueda	Filtro de 5 años	Seleccionados
Sistema de Riego + IoT	Google	3050	2510	14
Sistema de Riego Y IoT	IEEE	438	2510	1
Irrigation iot system	IEEE	438	18	5

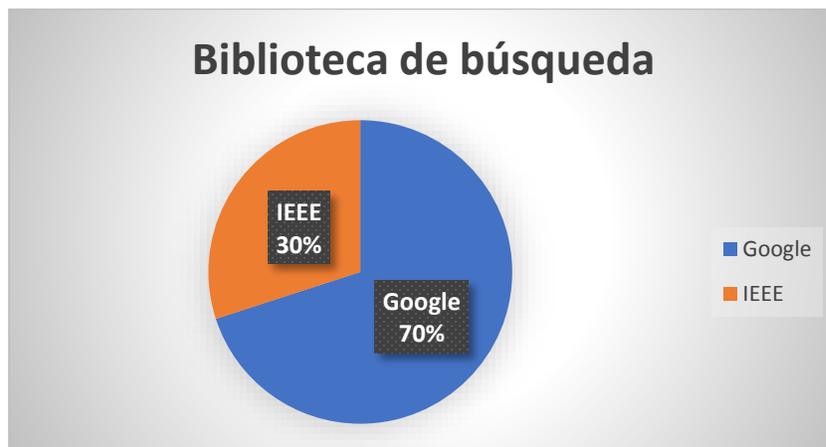
**Tabla 4.** Estudios considerados en la investigación.

Cita	Tema
(Aceros 2020)	Prototipo de una ruta tecnológica para el IoT, enfocada en las tecnologías de riego, para los agricultores de pequeña escala en COLOMBIA.
(Aibar Lete 2021)	Solución IoT para promoción del turismo en Smart cities mediante técnicas de visión por computador en entornos Cloud.
(Arduino 2018)	¿Qué es Arduino?
(Barriga Pons 2019)	Solución IoT para análisis inteligente en la producción de uva. 85.
(Bernhard 2018)	Business Process Management
(Castro 2016)	Sistema de riego autónomo basado en la Internet de las Cosas.
(Correa y Valiente 2012)	La Gestión de procesos en la evaluación institucional del Hospital Militar de Holguín
(Díaz 2013)	Diseño de una solución basada en fuentes de Energía Solar y el Internet de las Cosas (IoT) para el control del consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros.
(Federico 2017)	Calidad de agua utilizada para riego de huertos de aguacate en Michoacán y Jalisco.



(Garcés 2017)	Redes de Área Extensa para aplicaciones de IoT: modelado de comunicaciones Sigfox.
(Gujarro et al. 2018a)	Sistema de riego automatizado con Arduino,
(Herger y Bodarky 2015)	Engaging students with open-source technologies and Arduino.
(Larrañaga Fuerte 2016)	IoT con IBM y NI.
(Ochoa Ávila, Soa y Aballe 2007)	Innovación, tecnología y gestión tecnológica. Acimed,
(Schilling 2011)	Gestión tecnológica en la empresa: definición de sus objetivos fundamentales Technological Management in Business
(Silva 2017)	Mejora del proceso de “cambios de domicilio y actualización de datos” de una institución pública de gestión electoral, aplicando la especificación técnica ISO/TS 17582.
(UIT 2006)	UIT-GSI-Internet de las Cosas.
(Salazar, Saravia y Rafael 2010)	Sustentabilidad y Autogestión de Sistemas de Riego. Cochabamba-Bolivia. PROAGRO

**Resultados de la fase 3:** una vez que se completaron las fases anteriores ya se obtuvo un resultado final como observamos en el grafico 1 de resultados, que permite la realización de este trabajo y cumplir con el objetivo de crear un sistema de IoT para el riego en huertos.



**Figura 1:** Resultados de biblioteca

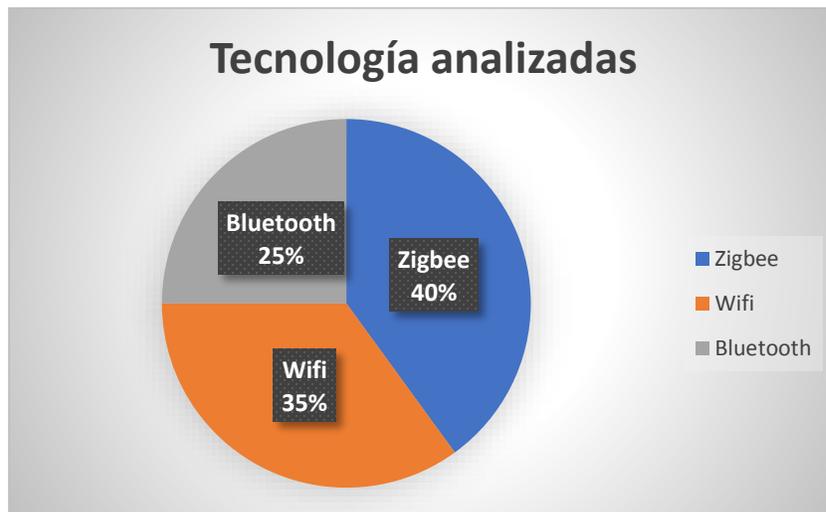
Una vez obtenido todos los resultados se puede apreciar en el grafico 1 de resultados todos los trabajos encontrados por las cadenas de búsqueda aplicada en los diferentes buscadores, donde Google académico se consideró el 70% de los resultados y de IEEE se obtuvo un 30% de esta manera se lleva a cabo esta investigación.



Ya definido los estudios a considerar de los autores especificados en la tablas 5 de resultados de selección de estudios, también se define la tecnología a utilizar en este estudio, donde se analizaron 3 tecnologías como lo son: bluetooth, wifi y zigbee, como observamos en la gráfica 2 de resultados zigbee tiene un 40% de aceptación ya que es la tecnología más idónea para aplicar considerando la locación del terreno y las condiciones, mientras que las otras tecnologías se dificultan aplicar por diversos factores que carece la zona donde se va a aplicar el estudio.

**Tabla 5.** Resultados de selección de estudios

Tecnología	Biblioteca	Filtro
Wifi	Google	5
Bluetooth	Google	4
Zigbee	Google	5
Wifi	IEEE	2
Bluetooth	IEEE	1
Zigbee	IEEE	3



**Figura 2:** Resultados de tecnologías

## Conclusiones

Una vez analizada la comparativa de varias tecnologías nos permitió determinar cuál es la más accesible para la realización de esta investigación, tomando a consideración sus características, su funcionamiento y aportación que



realiza la misma, aplicándola en este caso la tecnología seleccionada es Zigbee ya que cumple con los parámetros más antes mencionado, debido a que nos permitirá llevar a cabo la investigación de una manera sencilla brindándonos los datos que nos permitirán mejorar la producción en el huerto de la fundación, ahorro de recursos humano, disminución de los recursos económicos, ahorro del tiempo en realizar esta actividad, todo esto se consigue aplicando estas tecnologías.

## Conflictos de intereses

Autor sin conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: George Cedeño
2. Curación de datos: George Cedeño
3. Análisis formal: George Cedeño
4. Investigación: George Cedeño
5. Metodología: George Cedeño
6. Administración del proyecto: David Zambrano
7. Recursos: George Cedeño
8. Software: George Cedeño
9. Supervisión: David Zambrano
10. Validación: George Cedeño
11. Visualización: George Cedeño
12. Redacción – borrador original: George Cedeño, David Zambrano
13. Redacción – revisión y edición: George Cedeño, David Zambrano

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externo.

## Referencias

Aceros, d., 2020. Prototipo de una ruta tecnologica para el iot, enfocada en las tecnologías de riego, para los agricultores de pequeña escala en Colombia. *Orphanet journal of rare diseases*, vol. 21, no. 1, pp. 1-9. Issn 11107243.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

- Aibar Lete, j., 2021. Solución iot para promoción del turismo en smart cities mediante técnicas de visión por computador en entornos cloud. ,
- Arduino, 2018. ¿qué es arduino? | arduino. [en línea]. [consulta: 27 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
- Barriga Pons, j.s., 2019. Solución iot para análisis inteligente en la producción de uva. [en línea], pp. 85. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/57091/>.
- Bernhard, H., 2018. Bpm: business process management: fundamentos y conceptos de implementación ... - dr. Bernhard hitpass - google libros. [en línea]. [consulta: 28 mayo 2021]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=dm4-mgay5vmc&oi=fnd&pg=pr1&dq=%22process+management%22&ots=zwjkmc\\_y2j&sig=jehwe-of0nmj3rtf\\_5tfojyhay#v=onepage&q=%22process+management%22&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=dm4-mgay5vmc&oi=fnd&pg=pr1&dq=%22process+management%22&ots=zwjkmc_y2j&sig=jehwe-of0nmj3rtf_5tfojyhay#v=onepage&q=%22process+management%22&f=false).
- Castro, S., 2016. Sistema de riego autónomo basado en la internet de las cosas. [en línea], disponible en: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/3648>.
- Correa, A. & Valiente, P., 2012. La gestión de procesos en la evaluación institucional del hospital militar de holguín, como sede universitaria / management of the processes in the institutional evaluation of the military hospital of holguín as university branch. [en línea], disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181522730003>.
- Díaz, R., 2013. Diseño de una solución basada en fuentes de energía solar y el internet de las cosas (iot) para el control del consumo de energía eléctrica de los servicios hoteleros. *Economía*, pp. 1-41.
- Federico, E., 2017. Calidad de agua utilizada para riego de huertos de aguacate en michoacán y jalisco. , pp. 275-280.
- Garcés, p.p., 2017. Redes de área extensa para aplicaciones de iot: modelado de comunicaciones sigfox. [en línea], pp. 80. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/86052/pardal-redes-de-aria-extensa-para-aplicaciones-de-iot-modelado-de-comunicaciones-sigfox.pdf?sequence=1>.
- Guijarro, A., Cevallos, l., Preciado, D. & Zambrano, B., 2018a. Sistema de riego automatizado con arduino. . S.l.:
- Guijarro, A., Cevallos, L., Preciado, D. & Zambrano, B., 2018b. Sistema de riego automatizado con arduino. *Espacios* [en línea], vol. 39, pp. 27. Issn 03781909. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>.
- Herger, L.M. & Bodarky, M., 2015. Engaging students with open source technologies and arduino. *Isec 2015 - 5th ieee integrated stem education conference*, pp. 27-32. Doi 10.1109/isecon.2015.7119938.
- Larrañaga Fuerte, j., 2016. Iot con ibm y ni. [en línea], disponible en: <https://addi.ehu.es/handle/10810/18651>.
- Ochoa ávila, M.B., SOA, M.V. & Aballe, Y.Q., 2007. Innovación, tecnología y gestión tecnológica. *Acimed*, vol. 16,



no. 4. Issn 10249435.

- Ramírez Díaz, E.J. & Vergara Sierra, J.D., 2020. Sistema de riego automatizado basado en iot utilizando variables ambientales para cultivos de berenjena en la finca la esperanza del municipio de chinú-córdoba. [en línea], pp. 135. Issn 1098-6596. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2706>.
- Salazar, J. & Silvestre, s., 2017. Internet de las cosas (iot). *Techpedia* [en línea], pp. 34. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/81581111.pdf>.
- Salazar, L., Saravia, R. & Rafael, R., 2010. Sustentabilidad y autogestión de sistemas de riego. , vol. 09, pp. 69.
- Schilling, E., 2011. Gestión tecnológica en la empresa : definición de sus objetivos fundamentales technological management in business : a definition of its fundamental objectives. *Revista de ciencias sociales*, vol. Xvii, pp. 156-166.
- Silva, M., 2017. Mejora del proceso de “cambios de domicilio y actualización de datos” de una institución pública de gestión electoral, aplicando la especificación técnica iso/ts 17582. , vol. 11, no. 1, pp. 92-105.
- UIT, 2006. Uit-gsi-internet de las cosas. *UIT*, pp. 2.

