

Análisis de las características de un sistema de control ambiental inteligente para un campus universitario

Jairo Geovanny Veintimilla Andrade
<https://orcid.org/0000-0002-2841-2344>
jairo.veintimillaa@ug.edu.ec
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador

Jennifer Gabriela Bajaan Egas
<https://orcid.org/0000-0003-1874-9370>
jennifer.bajanae@ug.edu.ec
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador

Miguel Ángel Veintimilla Andrade
<https://orcid.org/0000-0001-6741-9349>
miguel.veintimillaa@ug.edu.ec
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador

Karen Liseth Sánchez Ortiz
<https://orcid.org/0000-0003-3949-3984>
karen_lis85@hotmail.com
ESPOL
Guayaquil, Ecuador

Recibido (18/03/22) Aceptado (05/04/22)

Resumen: Diariamente, las universidades realizan un conjunto de actividades dentro de sus distintos campus, los cuales eventualmente generan un impacto ambiental. Debido a esto, es necesario un cambio de visión por parte del entorno universitario, generando una conciencia social efectiva tomando en cuenta aspectos sociales, ambientales y económicos. Se propone el análisis de una propuesta técnica general de los componentes que debe incluir un sistema de gestión ambiental, basándose en ideas propias de un campus inteligente, tomando en cuenta indicadores ambientales que pueden ser obtenidos mediante la implementación de tecnología. Finalmente, se realiza un vistazo a las normativas y modelos actuales sobre gestión ambiental y se establece un conjunto de etapas que deberá cursar el propio sistema para poder establecer objetivos alcanzables a corto y largo plazo, mediante la implementación de indicadores como calidad de aire, gestión de energía entre otros, haciendo uso complementario de la propuesta técnica.

Palabras Clave: Universidad, contaminación ambiental, sistema de control ambiental.

Analysis of the characteristics of an intelligent environmental control system for a university campus

Abstract: On a daily basis, universities carry out a set of activities within their different campuses, which eventually generate an environmental impact. Due to this, a change of vision is necessary as part of the university environment, generating an effective social conscience taking into account social, environmental and economic aspects. The analysis of a general technical proposal of the components that an environmental management system must include is proposed, based on ideas of an intelligent campus, taking into account environmental indicators that can be obtained through the implementation of technology. Finally, a look at the current regulations and models on environmental management is made and a set of stages is established that the system itself must go through in order to establish attainable objectives in the short and long term, through the implementation of indicators such as air quality, management among others, making complementary use of the technical proposal.

Keywords: University, environmental pollution, environmental control system.



I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es de vital importancia la inclusión de un sistema de gestión ambiental (SGA) cuando se habla de la realidad universitaria. La idea de un SGA debe estar estrechamente ligada al quehacer diario de las instituciones de educación superior, de manera que se genere conciencia ambiental en los usuarios que hacen uso del mismo.

Dentro de este estudio se verifica el impacto ambiental negativo que generan diariamente las gestiones universitarias, llegando a interferir en el bienestar de los estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicio de un campus universitario sin saberlo, ya que este problema se presenta de manera silenciosa.

Si se tiene en cuenta el constante desarrollo de las ciudades y aterrizando directamente en conceptos como smart city, se puede tomar en consideración un enfoque más particular de estas ideas y aplicarlo directamente a entornos más específicos como es un campus universitario [1]. De esta forma se puede hacer uso de la tecnología para lograr monitorear muchos procesos y actividades que impactan en el ambiente. Por consiguiente, se genera una propuesta tecnológica donde se expone un marco de referencia sobre un sistema de control ambiental, se identifican puntos a tener en cuenta y se establece un modelo de acciones fundamentales que componen un SGA de un campus universitario.

Tomando como referencia la presente problemática, se incluye una comparación de normas, elementos y tecnología en general que favorezcan a una futura implementación, tomando en cuenta recomendaciones y características fundamentales a estar presentes en un sistema de gestión ambiental (SGA).

II. DESARROLLO

A. Sistema de gestión ambiental (SGA)

La idea de un sistema de gestión ambiental se defi-

ne como un conjunto de mecanismos de valoración o estimación de recursos que afecten de forma negativa al medio ambiente en un lugar determinado. Un SGA, debe ser capaz de velar por diferentes entornos como lo es la calidad de aire, agua, consumo energético y recolección de residuos.

De esta manera, un sistema de gestión ambiental, si se lo concibe desde un enfoque institucional, contempla un conjunto de procesos para reducir el impacto negativo concurrente por parte de actividades de la organización en general al medio ambiente, incentivando el correcto uso de recursos, valorando niveles de contaminación y disminuyendo residuos tomando en cuenta normativas o modelos ambientales. Con todo esto es importante que cada organización incluya un modelo de referencia para cumplir con estrategias en pro del mejoramiento de ambientes.

La principal cualidad de un SGA es la capacidad de generar prioridad a procesos que faciliten la protección ambiental alineándose con procesos propios de la organización. En otras palabras, que los objetivos ambientales se vean facilitados por los objetivos de la organización [2].

B. Normativas sobre gestión ambiental

La implementación de un SGA debe estar con concordancia con los modelos ambientales establecidos por organizaciones autorizadas. Teniendo esto en cuenta, se establece un marco de referencia brindado por una serie de modelos y normas ejecutados en función de las necesidades de entidades que desean que sus procesos se encuentren alineados con el accionar de lo propuesto por el sistema de gestión ambiental [3].

Tabla1. Análisis comparativo de normativas sobre gestión ambiental.

Característica	ISO 14001	EMAS
Reconocimiento	Estándar a nivel internacional	Modelo limitado a nivel europeo
Conceptualización	Estándar	Regulación
Objetivos	Progreso continuo del sistema de gestión	Progreso continuo de la conducta medioambiental de entidad
Nivel de registro	Puede certificar una empresa, un sitio establecido, un proceso o una actividad de la empresa	Solo puede registrar un sitio establecido
Aplicación	Se da en cualquier tipo de organización independientemente de su dedicación con el sector económico	Empresas o instituciones con actividades industriales, aunque actualmente se implementa en otros sectores
Revisión ambiental	Recomienda una valoración ambiental antes de ejecutar el modelo	Es necesario realizar la valoración ambiental antes de ejecutar el modelo
Declaración ambiental	El requisito de declaración ambiental es no carácter obligatorio	La declaración ambiental es fundamental y necesaria
Política ambiental	Compromiso del cumplimiento de la institución con la normativa y reducción del impacto ambiental sin valores establecidos	La entidad tiene que minimizar el impacto ambiental basándose en niveles establecidos por la normativa
Auditorias	No existe una frecuencia establecida para las auditorias	Las auditorias al sistema de gestión ambiental son cada 3 años
Proveedores o contratistas	No es necesario que los proveedores apliquen las leyes de protección medioambientales	Los proveedores que realicen trabajos para la entidad deben aplicar las leyes medioambientales

Elaboración: Los autores**C.Etapas de un SGA.**

Para establecer el conjunto de etapas de un SGA se debe garantizar los objetivos ambientales de la organización, seguido de la implementación de un sistema que incluya todos los aspectos ambientales tomando en cuenta objetivos. A todo esto, se debe sumar la idea de establecer auditorías internas como un sistema de acompañamiento continuo y poder verificar el cumpli-

miento del modelo [4].

Dentro de una entidad universitaria, al implementar un modelo de gestión ambiental es importante relacionar la interacción de la colaboración entre alumnos y autoridades para que, en grupo, se normen objetivos y metas realizables a corto y largo plazo, garantizando el desarrollo de los mismos por medio de proyectos y programas que involucren a la sociedad universitaria en

general.

El sistema de control ambiental debe ser estudiado y analizado para comprobar la mejora continua del plan, debido a esto es importante evaluar los procesos como

planificar, ejecutar, comprobar y ajustar para asegurar el crecimiento de la institución, por lo que se deberá cumplir con un sistema de actividades organizacionales como es mostrado en la figura 1.



Fig. 1. Pirámide organizacional de gestión Ambiental

Tomando en cuenta esto, las etapas que deberá cursar el sistema de gestión ambiental serán como se muestra a continuación:

Planificar

- Establecer el compromiso ambiental de la entidad educativa.
- Definir objetivos y metas (corto y largo plazo).
- Identificar aspectos ambientales a considerar dentro de plan ambiental.
- Planificar programas de gestión medioambiental.

Ejecutar

- Documentación correspondiente de gestión ambiental.
- Control de la operación del proceso.
- Control de la documentación a realizar.
- Estructura organizacional sobre operadores.
- Asignación de tareas para el proceso.

Comprobar

- Auditorías internas para verificar sistema de gestión ambiental.
 - Monitoreo para controlar la desviación de objetivos
- Registros.
- Acciones correctivas y preventivas.
- Ajustar
- Revisión de dpto. De alta dirección para verificar eficacia del sistema.
 - Establecer enfoques para mejora continua, en caso de que se requiera.

III.METODOLOGÍA

Una vez revisado el apartado bibliográfico que permite establecer un marco de referencia teórico sobre los conceptos e ideas que forman un SGA, se procede a realizar un análisis descriptivo sobre experiencias en la implementación de programas y planes de sostenibilidad ambiental de distintas universidades, así como también se logra esquematizar una serie de indicadores para generar una propuesta tecnológica basada en objetivos.

A.Gestión ambiental en universidades

La concepción de un sistema gestión ambiental en un campus universitario parte de las distintas actividades que se realizan en la institución, las cuales son realizadas por todo el personal que constituye la comunidad universitaria [5].

Estas actividades incluyen desde el uso de recursos como el agua, hasta la recolección de desperdicios e implementación de edificios verdes.

Existen experiencias positivas de campus universitarios que mantienen certificación ambiental o implementaciones de sistemas guiados por normativas ambientales como:

Universidad autónoma de Occidente (Cali, Colombia): Actualmente contempla la visión de finalizar la implementación del programa “Campus sostenible”, orientado a la norma ISO 14000 y el cual espera concluirlo en el año 2030 [6].

Universidad de Harvard (Cambridge, Massachusetts): Desarrolló en conjunto con docentes y estudiantes un plan de sostenibilidad para reducir el impacto ambiental cuyo tiempo de acción es activo desde el

año 2015 y mantiene certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) en 50 edificios dentro del campus. El plan considera aspectos como la reducción de emisiones de CO₂ con la cual se espera eliminarlas en un 80% para el año 2050 [7].

Universidad autónoma de Madrid (Madrid, España): Mantiene un programa denominado Ecocampus cuyo objetivo es mejorar la calidad ambiental que se mantiene dentro del campus. Entre sus componentes más importantes se encuentra la gestión del agua, la contaminación del aire y la gestión de residuos [8].

B.Sistema de gestión ambiental inteligente.

La gestión ambiental es de esencial trascendencia en un lugar definido o de una localidad completa, debido a que esta evalúa y estima los impactos negativos de los procesos que se hacen dentro del sitio para desarrollar programas o procedimientos con el fin de conservar un espacio sustentable ambientalmente [9].

Cuando se introduce el término “inteligente” a un sistema de gestión ambiental, se contempla la idea de monitorear y controlar las actividades que se realizan en una organización por medio de la implementación tecnológica de sensores, sistemas de adquisición de datos,

medidores, entre otros, con el fin de evaluar un balance ecológico. También se contempla la idea de la optimización del uso de recursos y la generación de energía como es el caso de la implementación de módulos fotovoltaicos.

Teniendo en cuenta las experiencias de otras universidades en torno a los distintos aspectos en los cuales toma acción el sistema de gestión ambiental, es imperante hacer uso del aspecto tecnológico que permita facilitar las tareas y objetivos propuestos en el sistema de gestión ambiental.

C.Indicadores del sistema de gestión ambiental inteligente.

Es importante para un SGA lograr identificar indicadores, estos van a permitir evaluar las distintas áreas de acción del sistema de gestión ambiental, de manera que se pueda establecer una métrica del impacto ambiental.

Estos indicadores cubren desde procesos como la recolección o manejo de desechos hasta aspectos como el nivel de consumo de recursos que están presentes en las actividades que realiza la universidad. Teniendo en cuenta el presente análisis se presentan indicadores ambientales para un SGA en un campus universitario.

Tabla 2. Objetivos basados en indicadores para un SGA inteligente

Indicador	Objetivos
Calidad del aire	Disminuir la huella de carbono
	Monitorear los niveles de gases tóxicos
	Controlar el ruido en el aire
Gestión de energía	Usar eficientemente la energía
	Medir el consumo de energía/edificio
Gestión y consumo del agua	Optimizar el consumo del agua
	Usar eficientemente el agua
	Identificar zonas de pérdidas de agua
Gestión de residuos	Separar los tipos de residuos
	Reciclaje
	Capacitación para la separación de residuos

Elaboración: Los autores

Los indicadores de un SGA, deben cumplir con objetivos que permitan tener una referencia con respecto al compromiso ambiental de la organización (universidad), de esta manera se logra cumplir con un marco mínimo de referencia que permita establecer metas a corto y largo plazo.

Habiendo realizado un estudio comparativo con respecto a universidades con un SGA activo y manteniendo un análisis en el impacto ambiental de cada indicador, se describen los objetivos de cada uno de los aspectos previstos en el sistema de control ambiental adecuado para un campus universitario como se muestra en la tabla 2.

Para lograr que los objetivos presentes en el SGA sean alcanzables, se debe considerar una previa planificación de estrategias y accionares que permitan impulsar el bienestar ambiental y la conciencia ecológica-ambiental de los usuarios en la universidad.

IV.RESULTADOS

Teniendo en cuenta los indicadores proyectados para un SGA inteligente, se realiza una serie de propuestas tecnológicas generales tomando en cuenta los objetivos y el alcance del SGA.

A.Propuesta tecnológica para evaluar la calidad del aire

El indicador que calidad del aire es prioritario dentro del estudio de un sistema de gestión medioambiental, tomando en cuenta la relación que existe entre calidad de aire y la salud del personal que trabaja dentro de la comunidad universitaria [10]. Se establece los siguientes enfoques a revisar o impulsar dentro del indicador calidad del aire:

- Reducir la huella de carbono
- Monitorear los niveles de gases tóxicos
- Controlar el ruido del aire

Por todo esto, se logra proponer una red inalámbrica sensorial con la cual se permita definir los índices de concentración sobre gases contaminantes.

Las redes inalámbricas sensoriales por lo general presentan una estructura similar entre ellas. Esto facilita la compatibilidad entre desarrolladores independientemente de su implementación. Su estructura general está definida por los siguientes elementos:

- Nodo sensorial
- Gateway (Puerta de enlace)
- Estación base

En esta estructura, los nodos sensoriales conforman la conexión entre un módulo inalámbrico y un sensor detector de CO₂, todo esto por medio del microcontrolador encargado de procesar la información. Esta información es recolectada por el sensor para posteriormente ser enviada por el estándar del módulo inalámbrico hacia un gateway. En este caso el gateway está directamente conectado a la estación base para valorar los porcentajes del censo y presentar los resultados finales brindados por los nodos sensoriales previamente ubicados de forma estratégica en un área determinada. [11].

Para la presente propuesta se recomienda el uso de módulos Zigbee, gracias a su amplia compatibilidad y capacidad de integración con distintos módulos de censo.

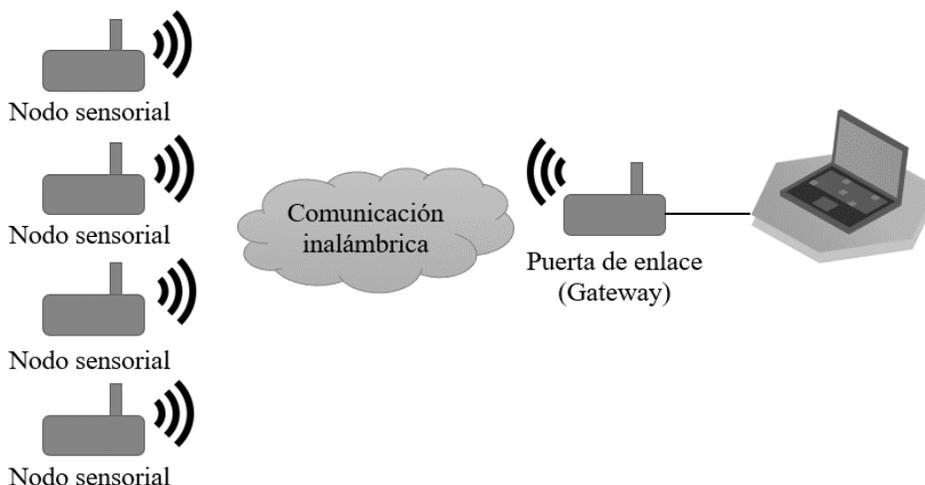


Fig. 2. Esquema de red inalámbrica sensorial para detección de CO₂

B. Propuesta tecnología para la gestión de energía

El consumo energético de un campus universitario suele ser bastante elevado tomando en cuenta el número de actividades que requieren de equipos eléctricos y la cantidad de personas que laboran desarrollando gestiones y tareas las cuales requieren de energía eléctrica para su ejecución. Para poder evaluar en qué nivel se despliega la gestión energética de un campus universitario, se tiene que obtener una métrica del consumo de energía en cada edificio midiendo aspectos como la alimentación energética de los centros de cómputo, iluminación y acondicionamiento de aires, consideradas como las variables que generan mayor consumo energético en un campus universitario.

Teniendo esto en cuenta, es importante tener presente el porcentaje de iluminación aplicado en tecnología LED, ya que tiene sus ventajas como brindar mayor iluminación con una menor potencia, mayor durabilidad y su material es reciclable. Para disminuir el impacto ambiental en torno al consumo energético se propone un sistema fotovoltaico solar, el mismo mantendrá unidades instaladas de manera estratégica para poder aprovechar la luz solar.

La función principal de un sistema fotovoltaico es convertir la energía solar en energía eléctrica. Un ambiente limpio se puede ver beneficiado al aprovechar la energía solar natural, disminuyendo los desechos o fluctuaciones nocivas que la energía eléctrica eventualmente podría generar, facilitando una mejor calidad ambiental.

Es necesario ampliar el sistema fotovoltaico poco a poco para reducir el impacto ambiental que puede producir el consumo de energía dentro de un campus universitario. Instalando los módulos de recolección de energía solar estratégicamente en puntos para aprovechar los rayos solares.

Los componentes para implementar un sistema fotovoltaico solar se definen en los siguientes:

- Módulos fotovoltaicos
- Inversor DC-AC
- Medidor
- Puntos finales de alimentación de energía
- Acumulador (opcional)

Los módulos fotovoltaicos propuestos recolectan los rayos solares y los convierten en corriente directa, seguido de esto, la energía es transportada a una unidad llamada inversor la misma que se encarga de transformar la corriente directa a corriente alterna. Esta energía es entregada a los diferentes puntos de alimentación de energía con el fin de ser consumida por usuarios finales.

El exceso de corriente alterna es monitoreado por un medidor, de esta manera, la misma puede ser enviada eventualmente a un acumulador de energía que permite alimentar el sistema eléctrico interno cuando no hay luz solar directa y no es posible el proceso de transformación. De otra manera podría ser enviada al sistema eléctrico externo para ayudar en puntos finales adicionales.

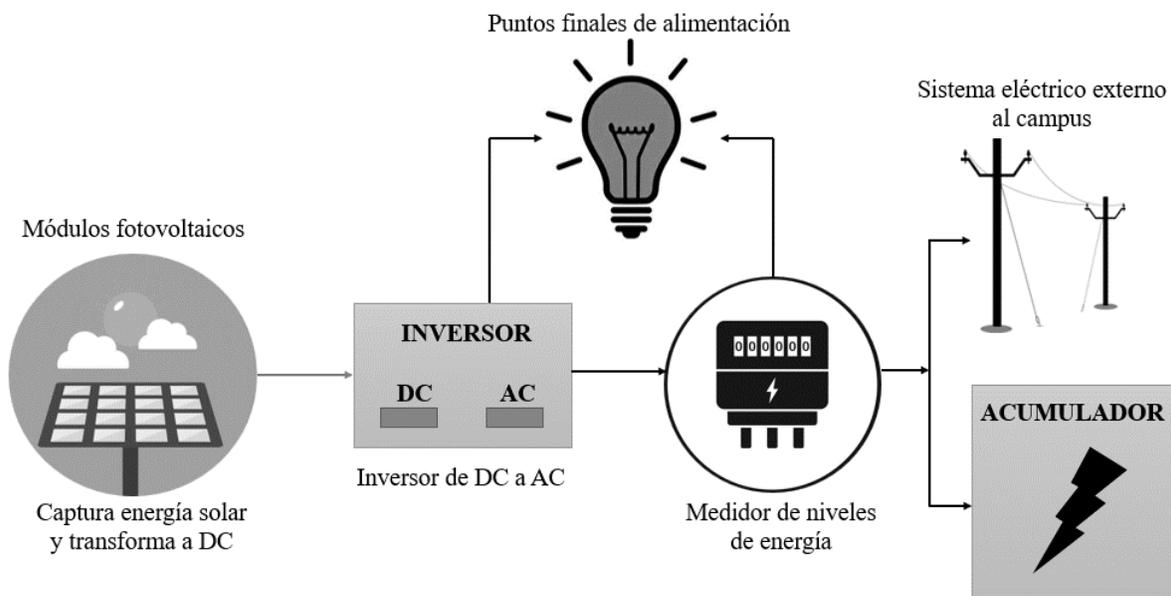


Fig. 3. Esquema de un sistema fotovoltaico solar.

C. Propuesta tecnología para la gestión y consumo del agua.

Dentro de un campus universitario el consumo del agua cubre desde las necesidades más básicas como el uso de baños hasta el riego en áreas verdes. Gestionar el consumo eficiente del agua se encuentra de los objetivos principales dentro de un sistema de control ambiental.

Para poder desplegar la gestión de consumo del agua, es necesario realizar una proyección de los edificios o áreas de alto consumo y de esta forma realizar la planificación de medidas preventivas o correctivas con el fin de hacer un uso adecuado del recurso. Se propone los siguientes enfoques a revisar o impulsar dentro del indicador gestión de agua:

- Tratamiento de agua (procesos de filtraciones)
- Recolección de agua lluvias
- Implementar elementos inteligentes (grifos, inodoros)
- Identificar zonas de pérdidas de agua

Para el proceso de tratamiento de agua se propone hacer uso de controladores como el ADI-P que convierten los procesos de filtración tradicional en filtración inteligente, todo esto se lo puede realizar por medio de un conjunto de sensores para medir la presión de aguas en el filtro.

Para la administración del agua se debe implementar elementos inteligentes dentro de baños como grifos inteligentes evitando de esta manera el despilfarro de agua. Otra opción incluye la recolección de agua que proviene de las lluvias, implementando un sistema de recolección desde los edificios o puntos de interés, recolectando y haciendo uso de la misma en el riego de áreas verdes.

El recurso de aguas lluvias puede ser destinado a distintas áreas de un campus universitario, desde el riego de áreas verdes hasta el uso en inodoros. Implementar un sistema de recolección de aguas lluvias, contempla ventajas ya que está en la capacidad de realizar funciones automáticas según su

diseño, eliminando el uso del recurso humano. Este proceso debe cursar por varias etapas como la captación, transporte, almacenamiento, filtrado y control.

El objetivo del sistema será entonces, reducir gastos por el consumo del agua en instalaciones del campus, optimizando el uso del recurso.

D. Propuesta tecnológica para la gestión de residuos

La generación de residuos sólidos dentro de un campus universitario es un problema habitual, por esto es necesario mitigar y controlar el impacto ambiental que este problema implica. Es necesario generar estrategias intuitivas y amigables con el medio ambiente, entre las que se puede encontrar la clasificación de residuos, así como el uso de la automatización de presencia de residuos por medio de sensores inteligentes.

Los tipos de desechos sólidos presentes en un campus universitario se podrían clasificar de la siguiente manera:

- Desechos orgánicos
- Desechos de cartón/papel
- Desechos de vidrio
- Desechos de plásticos

Incentivar el reciclaje por medio de la clasificación de desechos haciendo uso de distintos contenedores es una de las formas más eficientes de realizar la separación de residuos.

La clasificación de desechos por contenedores de colores tiene que ir de la mano con una recolección oportuna de los desechos. Si la recolección no es realizada a tiempo, los contenedores eventualmente llegarán a su tope lo que afectará la clasificación de desechos.

Se propone el uso de contenedores inteligentes mediante un control de recolección por aviso por medio del uso de sensores volumétricos.

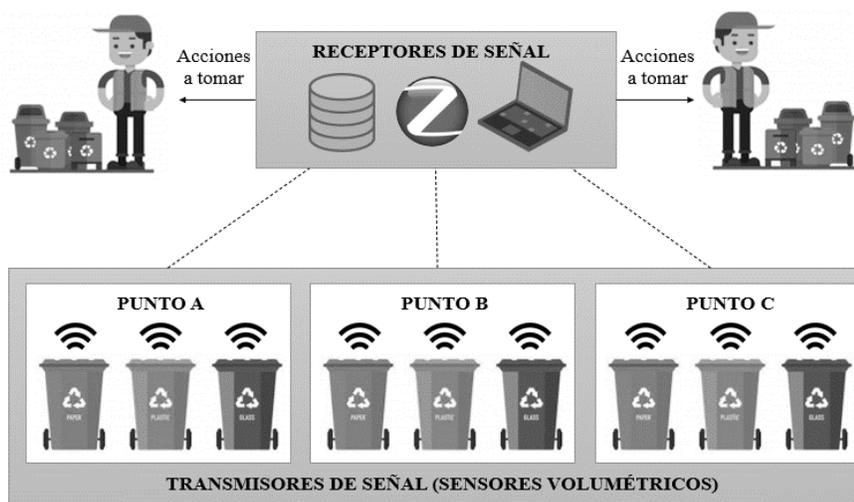


Fig. 4. Esquema de un contenedor inteligente.

Los contenedores inteligentes envían señales a un sistema de recepción para alertar que están llenos, el mismo solicita ser retirado por el personal de mantenimiento del campus.

Una propuesta técnica podría contemplar el uso del sensor HC-sr04, el cual es compatible con la plataforma Arduino. Este sensor es capaz de analizar la distancia hasta un objeto final ubicado frente a él, desde aquí envía una onda ultrasónica hacia el objeto para luego rebotar nuevamente hacia el sensor. Gracias a esto, el sensor puede calcular el tiempo tomado por la onda desde el momento en que es enviada, rebota y vuelve a su lugar de emisión [12].

El funcionamiento de este sensor básicamente es la utilización de la siguiente fórmula:

$$Velocidad (v) = \frac{Distancia (d)}{Tiempo (t)} \quad (1)$$

Donde, al despejar la variable desconocida, la cual es distancia que existe entre el sensor y el objeto, se transforma en la siguiente fórmula:

$$Distancia(d) = Velocidad(v) \times Tiempo(t) \quad (2)$$

Dado, que el sonido viaja a una velocidad de 343 metros/segundo, el sensor tomara la fórmula:

$$Distancia(d) = (343 \frac{m}{s}) \times Tiempo(t) \quad (3)$$

V.CONCLUSIONES

Actualmente, la sostenibilidad ambiental es de vital importancia en el mundo universitario, la implementación de nuevos paradigmas que faciliten la gestión ambiental, son parte del proceso de transformación de una institución en rumbo a una conciencia ambiental inteligente.

Las instituciones de educación superior son las llamadas a implementar proyectos piloto de sistemas de gestión ambiental, sirviendo como referencia para implementaciones posteriores a mayor escala.

Es necesario analizar el impacto ambiental que producen las distintas actividades que se realizan diariamente dentro de un campus universitario, de esta manera se puede generar acciones preventivas y facilitar la implementación de políticas en pro de la gestión de ambiente.

La implementación de tecnologías para verificar o aportar en la calidad del ecosistema coloca a la universidad con un ejemplo para promover instalaciones inteligentes con el fin de optimizar el uso de recursos y la calidad de vida de sus usuarios.

La infraestructura de la edificación que compone al campus debe mantener tecnología desarrollada para el control automatizado de sistemas o proceso facilitando la calidad ambiental.

El uso no solo complementario de tecnologías inteligentes ayudará de gran forma a gestionar el uso responsable de recursos que finalmente contribuirán positivamente en el aspecto económico.

REFERENCIAS

- [1]R. Rozga Luter, «Ciudad inteligente - Un concepto en discusión,» 2017.
- [2]R. Marin, «Modelo de sistema de gestión ambiental para formar universidades ambientalmente sostenibles en Colombia,» Revista Universidad Nacional Colombia, pp. 151-162, 2015.
- [3]J. E. Rodríguez Coello, «Certificación ISO 14000 ¿Por qué?,» Revist Galega de Economía, pp. 8-15, 2014.
- [4]S. E. Cardenas, «Realidad de los sistemas de gestión ambiental,» Revista Universidad de la Rioja, pp. 68-79, 2015.
- [5]J. Vizñay, Interviewee, Gestión ambiental en campus universitario. [Entrevista]. 25 septiembre 2020.
- [6]Universidad autónoma del Occidente, «Campus Sostenible 2030,» Cali, 2015.
- [7]L. Sharp, «Harvard university sustainability,» 10 marzo 2015. [En línea]. Available: <https://green.harvard.edu/>.
- [8]Universidad Autonoma de Madrid, «Universidad Autonoma de Madrid,» [En línea]. Available:http://www.uam.es/UAM/Ecocampus_Oficina_Introduccion/1446762328616.htm?language=es&nodepath=E-cocampus.
- [9]C. Camacho, «Propuesta de implementación de un sistema de gestión ambiental para campus universitario,» Poliantea, pp. 21-43, 2015.
- [10]J. P. Soasti de la Cruz y A. O. Robles Sierra, Monitoreo de la contaminación ambiental utilizando redes de sensores inalámbricas, Quito, 2016.
- [11]Y. A. Gusqui Bejarano, Diseño de un prototipo de red WSN para el monitoreo del nivel de contaminación de CO2 en el centro de la ciudad de Riobamba, Riobamba, 2017.
- [12]Components 101, «Sensor ultrasónico HC-sr04,» 2017. [En línea]. Available: <https://components101.com/ultrasonic-sensor-working-pinout-datasheet>.

RESUMEN CURRICULAR

Jairo Geovanny Veintimilla Andrade, Magister en Administración de empresas en Telecomunicaciones. Ingeniero en Telecomunicaciones con mención en Gestión Empresarial. Docente Titular Universidad de Guayaquil.



Jennifer Gabriela Bajaan Egas, Ingeniera en Teleinformática, Universidad de Guayaquil.



Miguel Ángel Veintimilla Andrade, Magister en Administración de empresas en Telecomunicaciones. Ingeniero en Telecomunicaciones con mención en Gestión Empresarial. Docente Titular Universidad de Guayaquil.



Karen Lisseth Sánchez Ortiz, Magister en Finanzas. Economista con mención en gestión empresarial especialización finanzas.