



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA  
REDES INTELIGENTES**

**TEMA  
“UTILIZACIÓN DE CONTENEDORES INTELIGENTES  
COMO ALTERNATIVA PARA LA RECOLECCIÓN DE  
RESIDUOS DOMICILIARIOS”**

**AUTOR  
GUERRERO ARIAS JEHICOB SCOTT**

**DIRECTORA DEL TRABAJO  
ING. ELECT. GALLEGOS ZURITA DIANA ERCILIA, MG.**

**GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2018**

**Declaración de autoría**

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

**Guerrero Arias Jehicob Scott**

**C.C: 0951123520**

### **Agradecimiento**

A mis padres, por guiarme, por darme la oportunidad de estudiar, por alentarme siempre a terminar lo que empiezo. Gracias porque por ustedes estoy aquí terminando una fase y empezando una nueva.

A la Universidad de Guayaquil, Facultad Ingeniería Industrial, por permitirme todos estos años de formación en sus aulas.

A la Ing. Diana Gallegos, tutora de tesis, por aceptar guiarme en este estudio, por todos los conocimientos, apoyo, tiempo y la paciencia para aclararme las dudas.

Al Lcdo. Steven León, por su amistad, por sus consejos, por su colaboración y darme su apoyo humano y académico.

A mi hermana y a mí sobrino, gracias por su amor, por las risas, porque sé que siempre que lo necesite estarán ahí. Gracias a nuestro ángel que siempre nos cuida.

A Lidia, mi novia, gracias por apoyarme, por estar ahí cuando más las necesito y por su apoyo incondicional siempre.

Y finalmente a todos que de una manera directa e indirecta me acompañaron en este camino y contribuyeron para darle un cierre a este ciclo.

.

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres como una pequeña retribución a su amor, su apoyo, su esfuerzo, sus valores, por ser mi fortaleza.

A mi hermana y mi sobrino Ezequiel, por su apoyo incondicional, por confiar en mí y darme ánimos de que siempre siga adelante.

A Lidia mi novia, por alegrar mi vida e incentivar mis ganas y fuerzas de seguir adelante en este camino.

A los profesores que han aportado con un granito de arena a mi formación académica

## Índice general

N°	Descripción	Pág.
	<b>Introducción</b>	1

## Capítulo I El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	2
1.2	Formulación del problema	3
1.3	Sistematización del problema	3
1.4	Objetivos de la investigación	3
1.4.1	Objetivo general	3
1.4.2	Objetivos específicos	3
1.5	Justificación	3
1.6	Delimitación del problema	4

## Capítulo II Marco teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de la investigación	5
2.1.1	Historia	5
2.1.2	Proyectos internacionales	6
2.1.3	Ciudad de Guayaquil	7
2.2	Marco teórico	8
2.2.1	Smart City	8
2.2.2	Tecnologías de la información y comunicación (TIC)	9
2.2.3	Internet de las cosas (IoT)	10
2.2.4	Big Data	10
2.2.5	Recolección de residuos	11
2.2.6	Estado del clima en la ciudad de Guayaquil	12
2.2.7	Contenedores de residuos	14
2.2.8	Material de los contenedores	15
2.2.9	Contenedores de residuos en la ciudad de Guayaquil	15

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.2.10	Contenedor inteligente	16
2.2.11	Componentes de un contenedor inteligente	16
2.2.11.1	Capa física	17
2.2.11.1.1	Sensores ultrasónicos	17
2.2.11.1.2	Sensor de nivel de llenado FLS MOBA	18
2.2.11.2	Capa de procesamiento	19
2.2.11.2.1	Redes de telecomunicaciones	19
2.2.11.2.2	GPRS	20
2.2.11.2.3	Redes de sensores inalámbricos	20
2.2.11.2.4	Base de datos	20
2.2.11.3	Capa de presentación	21
2.2.11.3.1	MAWIS U3	21
2.2.11.3.2	Funciones y ventajas de software MAWIS U2	22
2.2.12	Residuos	23
2.2.12.1	Acumulación de residuos	23
2.2.12.2	Acumulación de residuos durante las lluvias	24
2.2.12.3	Los residuos y la salud	25
2.3	Marco contextual	25
2.4	Marco legal	26

### **Capítulo III**

#### **Metodología de la investigación**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1	Desarrollo de la investigación	28
3.1.1	Modalidad de la investigación	28
3.2	Tipo de investigación	28
3.2.1	Investigación exploratoria	28
3.2.2	Investigación descriptiva	28
3.3	Población y muestra	29
3.4	Instrumentación de la investigación	30
3.4.1	Encuestas	31
3.5	Procedimiento de la investigación	31

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.6	Análisis de los resultados obtenidos por la encuesta	31

## **Capítulo IV**

### **Desarrollo de la propuesta**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.1	Análisis de la aceptación por parte de los habitantes del sector Nueva Guayaquil	39
4.2	Recomendación de un tipo de contenedor	39
4.3	Conclusiones	42
4.4	Recomendaciones	43
	Anexos	44
	Bibliografía	49

### Índice de tablas

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Tipo de material utilizado para la construcción de un contenedor de residuos	15
2	Porcentaje de como los habitantes del sector Nueva Guayaquil desechan los residuos de sus domicilios	32
3	Porcentaje de conocimiento sobre los contenedores inteligentes	33
4	Porcentaje de opinión sobre los horarios de recolección en la ciudad de Guayaquil	34
5	Porcentaje de opinión sobre el sistema actual de recolección de residuos en la ciudad de Guayaquil	35
6	Porcentaje de conocimiento de los habitantes sobre los efectos negativos causados por los residuos en la salud	36
7	Porcentaje de opinión sobre el uso de contenedores inteligentes en el sector Nueva Guayaquil	37
8	Porcentaje de compromiso por parte de los habitantes del sector Nueva Guayaquil	38
9	Comparativa técnica de los sensores ultrasónicos	40



## Índice de figuras

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Ilustración de una Smart City	8
2	Esquema básico del concepto de las TICS	9
3	Esquema del internet de las cosas	10
4	Esquema básico del concepto big data	11
5	Recolección de basura en la ciudad de Guayaquil	12
6	Climograma de la ciudad de Guayaquil	12
7	Precipitación de lluvia mensual promedio	13
8	Precipitación en el mes de febrero	13
9	Precipitación en el mes de marzo	13
10	Porcentaje de humedad del año 2018 en la ciudad de Guayaquil	14
11	Probabilidad de lluvias del año 2018 en la ciudad de Guayaquil	14
12	Contenedores de residuos	15
13	Contenedor de basura tipo roll-off	16
14	Contenedor inteligente	16
15	Esquema de una onda reflejada por un sensor ultrasónico	17
16	Representación de la distancia	18
17	Sensor FLS MOBA	18
18	Esquema básico de una red de telecomunicaciones	19
19	Representación de una red GPRS	20
20	Representación de las bases de datos	21
21	Interfaz web del sistema MAWIS U2	22
22	Residuos	23
23	Residuos acumulados en las calles de la ciudad de Guayaquil	24
24	Residuos acumulados en las calles durante las lluvias en la ciudad de Guayaquil	25
25	Imagen satelital del sector Nueva Guayaquil	29
26	Alternativa más utilizada por los habitantes del sector Nueva Guayaquil	32
27	Nivel de conocimiento de los habitantes del sector Nueva Guayaquil sobre la existencia de los contenedores inteligentes	33

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
28	Nivel de opinión de los habitantes sobre si se respetan los horarios de recolección en la ciudad de Guayaquil	34
29	Nivel de opinión sobre la eficiencia del sistema actual de recolección para residuos en sectores domiciliarios	35
30	Nivel de conocimiento de los habitantes de la ciudad de Guayaquil sobre los efectos negativos para la salud causados por la acumulación de residuos en sectores domiciliarios	36
31	Nivel de opinión sobre el uso de contenedores inteligentes en el sector Nueva Guayaquil	37
32	Nivel de compromiso por parte de los habitantes del sector Nueva Guayaquil con relación al cuidado de los contenedores inteligentes	38
33	Flujo de procesos referente al funcionamiento de los contenedores inteligentes	41
34	Esquema integral del funcionamiento de los contenedores inteligentes	42
35	Esquema de componentes de un contenedor inteligente	42

**Índice de anexos**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Residuos acumulados en el sector Nueva Guayaquil	45
2	Recolectores independientes en el sector Nueva Guayaquil	46
3	Formato de las encuestas	47



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**“UTILIZACIÓN DE CONTENEDORES INTELIGENTES COMO  
ALTERNATIVA PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS  
DOMICILIARIOS”**

**Autor:** Jehicob Scott Guerrero Arias

**Tutora:** Ing. Diana Ercilia Gallegos Zurita, Msc.

**Resumen**

En el presente proyecto de investigación se realizó un estudio sobre el funcionamiento de los contenedores inteligentes como alternativa para la recolección de residuos domiciliarios en la ciudad de Guayaquil. Se llevó a cabo una investigación sobre la tecnología (hardware y software) utilizada en los contenedores para dotarlos de inteligencia, así como un análisis del impacto en el sistema de recolección actual implementado en dicha ciudad si se optara por el uso contenedores inteligentes. Además, se realizaron encuestas a 114 habitantes del sector “Nueva Guayaquil” con la finalidad de analizar su opinión sobre el sistema actual de recolección en su sector, el nivel de aceptación de los contenedores por parte de los habitantes, su compromiso con el cuidado de estos, entre otros. Con los resultados obtenidos en la investigación se recomendó un tipo de contenedor inteligente que sea capaz de acoplarse a las necesidades de recolección de los sectores de la ciudad de Guayaquil.

**Palabras claves:** Contenedores, Ciudades Inteligentes, Sensores, Residuos, Internet de las cosas.



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**“USE OF SMART-CONTAINERS AS AN ALTERNATIVE FOR  
THE COLLECTION OF HOUSEHOLD WASTE”**

**Author:** Jehicob Scott Guerrero Arias

**Advisor:** EE Diana Ercilia Gallegos Zurita, Mg.

**Abstract**

In this research project was conducted a study about the performance of the smart-containers as alternative for the recollection of household waste in Guayaquil city. An investigation was carried out about technology (hardware & software) used in the containers to equip them with intelligence as well as an analysis of the impact on the current collection system implemented in this city if the use smart-containers is chosen. In addition, surveys were conducted to 114 inhabitants of the sector “Nueva Guayaquil” in order to analyze their opinion about the current collection system in their sector, the level of acceptance of containers by the inhabitants, their commitment to the care of these, among others. With the results obtained in the research, a type of smart-container was recommended to be able to satisfy the collection needs of the sectors of the city.

**Keywords:** Containers, Smart cities, Sensors, Waste, Internet of things.

## **Introducción**

La acumulación de residuos en la actualidad es un problema que afecta a diversas ciudades del mundo debido a factores como: la mala gestión de recolección, la cultura de sus habitantes y la posible falta de espacios para desechar los residuos, causando que dichos residuos queden muchas veces al aire libre en las vías públicas provocando efectos colaterales como la emanación de los ya conocidos gases de efecto invernadero, así como daños graves para la salud de los ciudadanos.

Por lo tanto, es necesario brindar soluciones que se apoyen en la tecnología ya que de esta forma se podrá convertir un sistema de gestión lineal en uno dinámico, es decir utilizar las bases de los sistemas de recolección actuales potenciándolos mediante el uso de los contenedores inteligentes como herramienta para mejorar la gestión de los residuos, debido a que su volumen de desechos no es igual todos los días y debe ser tratada como tal.

El presente proyecto trata sobre la utilización de los contenedores inteligentes en los sectores de la ciudad de Guayaquil como una alternativa para dar solución al problema de acumulación de residuos, y de esta forma potenciar el sistema actual de recolección implementado en dicha ciudad para evitar la acumulación no deseada de residuos mejorando la calidad de vida de sus ciudadanos.

Se investigó el estado actual del sistema de recolección implementado en la ciudad de Guayaquil, así como el nivel de aceptación del uso de los contenedores inteligentes por parte de los ciudadanos del sector Nueva Guayaquil, donde se utilizaron las encuestas como instrumento de esta investigación, analizando los datos obtenidos en dicho sector, presentando un análisis de cada pregunta mediante un gráfico de pastel.

El concepto de internet de las cosas es donde se basa el funcionamiento de los contenedores inteligentes, por lo que se buscó obtener un dispositivo capaz de cumplir con esta premisa, evitando usar el menor número de dispositivos para realizar sus operaciones de recolección, interconexión y transmisión de datos, así también un software de gestión en tiempo real que sea capaz de estar presente sin necesidad de estar ligado a un tipo de sistema operativo.

Se investigó también: los horarios de recolección establecidos por la empresa encargada del servicio, su cultura concerniente al despojo de sus residuos, el volumen de residuos que generan los habitantes del sector, así como el clima de la ciudad con la finalidad de recomendar un tipo de contenedor inteligente que se acople a estas necesidades de recolección, tanto en tamaño y material de construcción adecuadas para dicho sector.

## **Capítulo I**

### **El problema**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

Uno de los problemas más inherentes de las sociedades en crecimiento radica en la acumulación y recolección de sus residuos debido a que mientras más crecen en número de habitantes, más residuos generan y la gestión de dichos residuos se vuelve costosa y casi imposible de sobrellevar.

La gestión de residuos domiciliarios mediante el uso de contenedores surgió como alternativa a la recolección de residuos manual o también denominada de puerta a puerta, la que consistía en alojar los residuos en calles o ubicaciones separadas por sectores destinados para la acumulación de dichos residuos, esta gestión produce que estos se acumulen en lugares de tránsito urbano en los cuales las personas aledañas se ven afectadas ya que el principal problema de esta gestión radica en lo poco amigable con el medio ambiente debido a que la acumulación de residuos provoca la emanación de CO<sub>2</sub> los cuales provocan el conocido “Efecto invernadero”.

Si bien esta alternativa es viable en sectores domiciliarios donde la acumulación de residuos no es de gran magnitud, cuando el volumen de habitantes empieza a crecer en dichos sectores en los cuales se aplica la gestión a través de contenedores para residuos domiciliarios, esta no podrá efectuarse de una manera efectiva ya que los residuos no se acumulan de la misma manera todos los días.

En la ciudad de Guayaquil los habitantes alojan sus residuos en fundas plásticas que son ubicadas en zonas de tránsito urbano, dando lugar a que dichas fundas con residuos queden a la intemperie hasta el momento de su recolección. En la actualidad existe un grupo de personas que realizan el trabajo de recolección de residuos de forma independiente en los sectores domiciliarios, denominados popularmente como “chamberos”, dichas personas se centran en los residuos de tipos plásticos, como consecuencia los residuos de otro tipo de composición no son recogidos y las fundas plásticas en las cuales fueron alojados dichos residuos quedan expuestas al aire libre junto a su contenido debido al daño que sufren, prolongando a largo plazo la acumulación no deseada de residuos y la emanación de malos olores.

Por esto la necesidad de dotar de inteligencia a los contenedores, ya que si la gestión se realiza de manera dinámica de tal forma que se adapte a las necesidades de los habitantes en cuanto a la acumulación de residuos podrá convertirse en una alternativa viable y amigable con el medio ambiente.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo dotar de inteligencia a los contenedores de residuos domiciliarios para que se conviertan en una alternativa para la recolección de residuos?

## **1.3 Sistematización del problema**

¿Cuál es la gestión que se utiliza en la actualidad para la recolección de residuos a domicilios mediante contenedores?

¿Qué componentes de hardware y software deberían utilizarse para dotar de inteligencia a los contenedores?

¿Cuál sería el impacto en el sistema de recolección de residuos a domicilios si se optara por contenedores inteligentes?

¿Qué tipo de contenedor es el más indicado para la recolección de residuos a domicilios?

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Realizar un estudio del funcionamiento de los contenedores inteligentes mediante la investigación de la tecnología aplicada en los mismos para la recolección de residuos en los sectores domiciliarios de la ciudad de Guayaquil.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

1. Investigar el estado actual del sistema de recolección de residuos domiciliarios en la ciudad de Guayaquil
2. Identificar que componentes de hardware y software deben utilizarse para los contenedores inteligentes.
3. Realizar un análisis de aceptación de los contenedores inteligentes en el sistema actual de recolección del sector Nueva Guayaquil.
4. Recomendar un tipo de contenedor inteligente que se acople a las necesidades de recolección de residuos para el sector Nueva Guayaquil.

## **1.5 Justificación**

La gestión tradicional para la recolección de residuos domiciliarios con contenedores es efectiva mientras el volumen de habitantes por sector no sea de gran magnitud, cuando los sectores empiezan a crecer en número de habitantes conlleva a una relación directamente proporcional, es de decir que mientras más habitantes tenga el sector más residuos generará



en él. Por lo tanto, las gestiones deben adaptarse a las necesidades de cada sector ya que la manera en que las personas desechan sus residuos no se realizara de la misma forma todos los días, debido a esto, una alternativa dinámica y amigable con el medio ambiente es la opción más factible.

La inserción de los contenedores inteligentes en los sistemas de gestión actuales para la recolección de residuos, brindaran esa solución dinámica para cubrir las demandas de recolección para cada sector, ya que utilizan la tecnología como punto de partida para la mejora de los procesos ya establecidos, así como el concepto de internet de las cosas como base para dotar de inteligencia mediante sensores a objetos cotidianos como lo es un contenedor de basura.

Realizando encuestas se podrá obtener la opinión de los habitantes sobre el uso de las tecnologías para el mejoramiento continuo de sus ciudades, de esta forma se podrá analizar si están satisfechos con los sistemas de gestión establecidos por los municipios, así mismo como la aceptación de los contenedores inteligentes como herramientas para gestionar sus desechos.

### **1.6 Delimitación del problema**

El presente proyecto está basado en dar a conocer el funcionamiento de los contenedores inteligentes, destinado a sectores domiciliarios, en primer lugar, realizando una investigación del estado actual de la recolección de residuos en la ciudad de Guayaquil, luego se realizara la identificación de los componentes hardware y software como : sensores ultrasónicos, dispositivos de interconexión inalámbrica para cada contenedor y un sistema que gestione todos estos datos para presentar rutas que se acoplen a las necesidades de recolección en los sectores domiciliarios, analizando también la aceptación de estos contenedores inteligentes en el sistema actual de recolección de residuos del sector Nueva Guayaquil para recomendar un tipo de contenedor inteligente que se acople a las necesidades de recolección de dicho sector.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Historia.**

El termino internet de las cosas fue empelado por el pionero británico Kevin Ashton en 1999 perteneciente a un grupo denominado AUTO-ID CENTER, el cual utilizo el termino para describir un sistema donde todos los objetos cotidianos pudieran estar interconectados entre sí por medio de sensores. Aunque este término pueda sonar relativamente nuevo, ha existido desde la década de 1970 ya que combinar computadoras y redes para monitorear y controlar distintos dispositivos ya era una realidad en ese entonces. En la década de 1990 los avances en tecnologías inalámbricas permitieron brindar soluciones corporativas e industriales. Durante los siguientes años se fueron dando avances en conexiones IP, como lo fue la máquina de refrescos de la Universidad Carnegie Mellon en Estados Unidos, luego de estos avances se inició una era robusta en el área de investigación y desarrollo destinado a “redes de objetos inteligentes” esto fue una parte fundamental para conocer al internet de las cosas como lo es en estos tiempos. En la actualidad una amplia gama de sectores de la industria, están interesados en el potencial beneficio que puede aportarle la implementación del internet de las cosas, ya que objetos de uso cotidiano pueden ofrecer más características a los usuarios. (Karen Rose, 2015)

Desde un punto de vista histórico las TIC han marcado un punto crucial en la historia de la humanidad, pues ha logrado estar presente en todas las áreas de la vida humana, no como un agente externo, si no como el motor capaz de generar un flujo de interrelaciones sociales. Si bien la historia de las TIC se remonta desde la invención del telégrafo en 1833, en la década de los 70 se inició la llamada revolución electrónica que constituyo el punto de partida para el crecimiento de la era digital, donde las TIC comenzaron a formar parte de la llamada sociedad de la información y en la cual desarrolla un papel decisivo para el cambio del dinamismo cultural, social y económico. Las investigaciones realizadas en las décadas de los 80 permitieron la convergencia de las telecomunicaciones haciendo posible la interconexión entre redes de esta forma las TIC fueron encaminadas hacia el sector estratégico. En la actualidad las TIC han abierto un territorio donde la mente humana es la fuerza productiva de mayor importancia. (Bonilla, 2012)

El big data tiene su origen en el uso del Data Mining (minería de datos) principalmente por grandes empresas tecnológicas, con la popularización del WORLD WIDE WEB a finales de la década de los 90 y a inicio del año 2000 el problema al que se enfrentaban las

empresas era el de comparar la dimensión de los datos, mientras que antes era posible procesar esta información usando las herramientas de las máquinas convencionales, cada vez los datos fueron creciendo en proporciones que hacían inviable el procesamiento mediante técnicas tradicionales, como más claro ejemplo se tiene a la empresa GOOGLE que tuvo que inicialmente enfrentarse a este problema debido a la gran cantidad de información que debía procesar de manera efectiva su algoritmo. GOOGLE optó por desarrollar una solución propia buscando una estrategia diferente mediante la automatización eficiente de gran parte del trabajo que suponía repetir tareas de grandes volúmenes lo cual creó las bases de lo que se conoce como “sistemas de archivos distribuidos” que permite gestionar el almacenamiento de grandes cantidades de datos de una manera segmentada con la capacidad de ser replicado entre un conjunto de máquinas (nodos de un clúster). Gracias a este modelo el big data se facilita el proceso y análisis de los datos cuando su tratamiento o volumen de complejidad es excesivamente grande para una computadora tradicional. (Mikel Niño, 2015)

### **2.1.2 Proyectos internacionales.**

La empresa LIPASAM es una empresa municipal encargada de la recolección de residuos urbanos en Sevilla – España, a través del proyecto LIFE EWAS propusieron la implementación de las TICS como punto de mejora para la empresa encargada de la recolección de residuos en dicha ciudad. Utilizando el sensor de medición QUAMTRA este dispositivo dota de inteligencia a los contenedores, lo cual les permite obtener datos de su estado en tiempo real mediante un haz de ultrasonidos que puede ser configurado dependiendo de la distancia a la cual se desea que se notifique la recolección, transmite los datos de manera inalámbrica hacia la plataforma encargada de la gestión y análisis para la recolección municipal de los residuos. De esta manera el gestor encargado de la recolección obtiene información útil sobre las rutas que se deben realizar.

El proyecto startup FLEXBIT implementado en la ciudad de Buenos Aires – Argentina nacido en el centro de emprendedores de la UTN en 2015, buscaron soluciones para la recolección de residuos mediante el IoT (internet de las cosas) utilizando la tecnología cognitiva de IBM WATSON, el cual conecta a internet los contenedores de residuos lo que permite el monitoreo en tiempo real del nivel de llenado de dichos contenedores con el objetivo de optimizar la gestión de recolección. Posee un sensor autoinstalable capaz de conectarse con una laptop o smartphone apareándose a la red wifi de la compañía permitiendo su gestión mediante una aplicación móvil enviando alertas de nivel de llenado

y mediante su plataforma web monitorea su ubicación con el api de Google Maps. (Argendustria, 2018)

BIGBELLY empresa encargada de la gestión de residuos en New York – Estados Unidos, implementó contenedores solares con señal inalámbrica, es decir utilizan paneles solares y un sensor ultrasónico capaz de detectar la altura de llenado del contenedor, cuando este nivel comienza a incrementarse activan el sistema de compactado de basura lo cual permite ingresar hasta ocho (8) veces más residuos que un contenedor tradicional, mediante las señales inalámbricas (Wi-Fi) son capaces de notificar cuando está muy lleno o empieza a emanar malos olores para su respectiva recogida, también permitiendo que los ciudadanos se puedan conectar a las redes Wi-Fi y navegar con un ancho de banda de 50 a 75 megabits.

### **2.1.3 Ciudad de Guayaquil.**

La acumulación de residuos en los sectores domiciliarios siempre ha sido un problema latente en la ciudad de Guayaquil, siendo su principal factor el irrespeto a las ordenanzas municipales vigentes (El telégrafo, 2018), ya que los ciudadanos desechan sus residuos en las calles o en horarios no establecidos por la empresa encargada de brindar el servicio de recolección, causando que durante la temporada de lluvia estos residuos obstruyan el sistema de alcantarillado de la ciudad provocando que se creen aguas empozadas que contienen una alta cantidad de bacterias provocando problemas graves para la salud como la presencia del mosquito (*Aedes aegypti*) portador del dengue en los sectores aledaños.

Consorcio Puerto Limpio es la empresa encargada de ofrecer el servicio de recolección, barrido y transporte de desechos sólidos en la ciudad de Guayaquil, empezando sus actividades desde octubre del 2010 hasta la fecha del presente proyecto, su equipo humano está compuesto por más de 2.300 colaboradores, ofreciendo múltiples modelos para la recolección de residuos como la industrial, domiciliaria, institucional, mercados, operativos especiales, mingas comunitarias, áreas verdes y lavado de calles. Cuentan con una flota operativa de más de 160 unidades entre los cuales disponen de: volquetas, barredoras mecánicas, carros cisternas, carros de lavado de calles, entre otros. Para realizar las labores de recolección de residuos han separado la ciudad de Guayaquil en 24 subzonas, las cuales a su vez se dividen en 200 micro rutas, brindando un servicio 24/7 (24 horas, 7 días a la semana) los 365 días del año mediante la separación de los horarios por sectores, dividiéndose en 4 grandes sectores en los cuales el sector 1 y 2 tendrán un horario diurno, mientras que los sectores 3 y 4 tendrán un horario nocturno. Recogiendo más de 4.200

toneladas diarias de desechos cubriendo un total de 2.500 kilómetros aproximadamente. (Consortio Puerto Limpio, 2016).

Los horarios establecidos para la recolección de residuos por parte de la empresa Puerto limpio en el sector Nueva Guayaquil, son los siguientes: lunes, miércoles y viernes, en el turno diurno (Consortio Puerto Limpio, 2019), debido a que los residuos no son desechados en la misma frecuencia en el sector, se pudo observar durante el transcurso de la investigación que aproximadamente se botan entre 15 a 20 fundas de basuras las cuales son colocadas en las esquinas del sector durante los días antes mencionados, percibiéndose que los días viernes de la semana esta frecuencia aumenta hasta llegar a un máximo de 25 fundas aproximadamente.

## 2.2 Marco teórico

Para efectos de esta investigación es necesario definir conceptos que se convertirán en factores claves para su correcto entendimiento, se explicarán las tecnologías utilizadas para dotar de inteligencias a los contenedores, así como la definición de residuos y sus efectos en el medio ambiente.

### 2.2.1 Smart City.

Los desarrollos de nuevas tecnologías han permitido a las ciudades diseñar y desarrollar modelos de gestión sostenibles para mejorar la experiencia de vida de sus habitantes, así como innovaciones que sean amigables con el medio ambiente, aunque el termino Smart City “ciudad inteligente” es muy amplio podría definirse como aquellas ciudades que utilizan las TICS para la creación y mejora de los sistemas que componen la ciudad.



**Figura 1.** Ilustración de una Smart City. Información tomada de [aprodelclm.blogspot.com](http://aprodelclm.blogspot.com). Elaborado por el autor.

Según el libro, La ruta hacia las Smart cities las define, como:

“... una ciudad innovadora que utiliza las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la toma de decisiones, la eficiencia de las operaciones, la prestación de servicios urbanos y su competitividad ...” (Maurício Bouskela, 2016, p.14)

También define que:

“Las ciudades inteligentes usan conectividad, sensores distribuidos en el ambiente y sistemas computarizados de gestión inteligente para solucionar problemas inmediatos...” (Maurício Bouskela, 2016, p.14)

Por lo tanto las tecnologías de la información y comunicación (TIC) tienen un rol importante en el desarrollo de una ciudad Smart City, ya que el verdadero reto está en crear proyectos que automaticen la gestión de procesos ya existentes en las ciudades, mediante la información recopilada de sus habitantes.

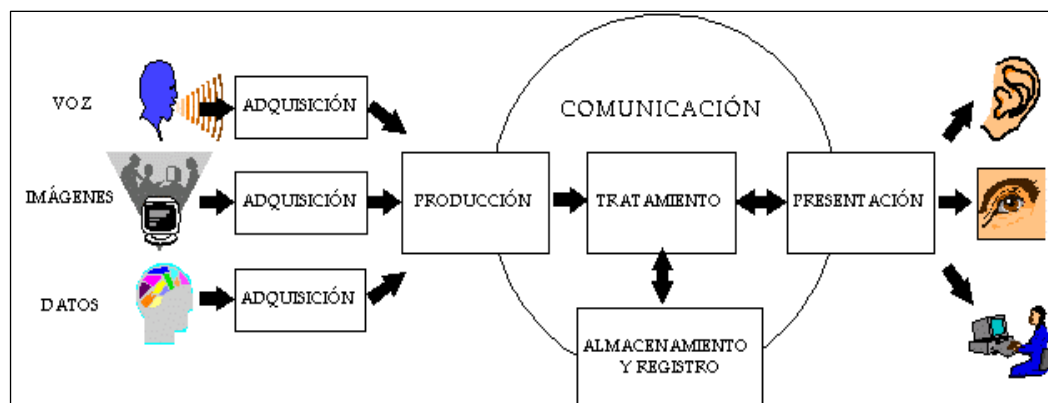
### 2.2.2 Tecnologías de la información y comunicación (TIC).

Según Consuelo Belloch docente de la Universidad de Valencia, indica que:

“ Las TIC se desarrollan a partir de los avances científicos producidos en los ámbitos de la informática y las telecomunicaciones ”(Ortiz, 2006, p.1)

Entonces las define como:

“... el conjunto de tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de la información presentada en diferentes códigos (texto, imagen, sonido, ...).” (Ortí, 2006, p.1)



**Figura 2.** Esquema básico del concepto de las TICS. Información tomada de sitio de Google.com. Elaborado por el autor.

Como se mencionó anteriormente las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son la base del concepto de ciudades inteligentes, ya que es la herramienta por la cual se pueden realizar la automatización e innovación de procesos que ya existen por medio del

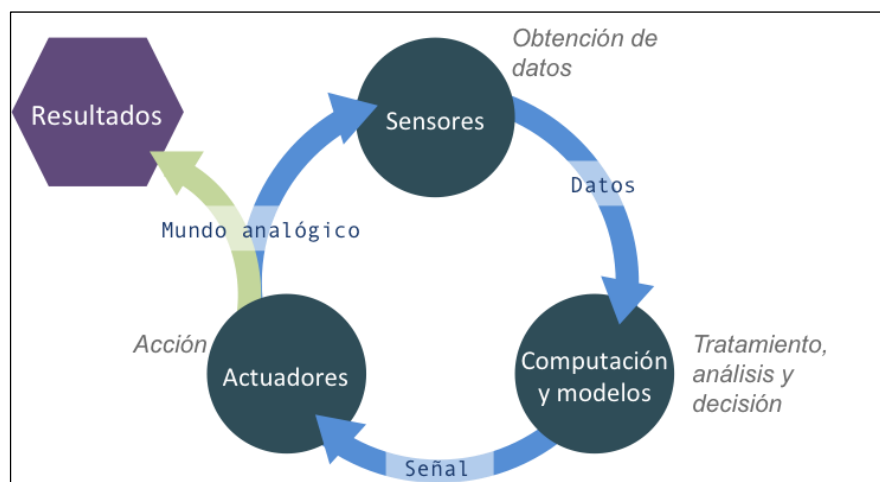
uso de las tecnologías, por esto acciones tan cotidianas que se realizan en la actualidad como la comunicación entre dos personas a largas distancias, los pagos con tarjetas electrónicas son posibles.

### 2.2.3 Internet de las cosas (IoT).

El internet de las cosas o internet of things, consiste básicamente en que objetos de uso cotidiano puedan conectarse a internet, en un aspecto más técnico podría decirse que consiste en la integración de sensores hacia objetos para que puedan conectarse a internet mediante redes inalámbricas.

Según Moisés Barrio Andrés en su artículo Internet de las cosas, lo define como:

“... una tecnología basada en la *conexión de objetos cotidianos a internet* que intercambian, agregan y procesan información sobre su entorno físico para proporcionar servicios de valor añadido a los usuarios finales ...” (Andrés, 2018, p.19)

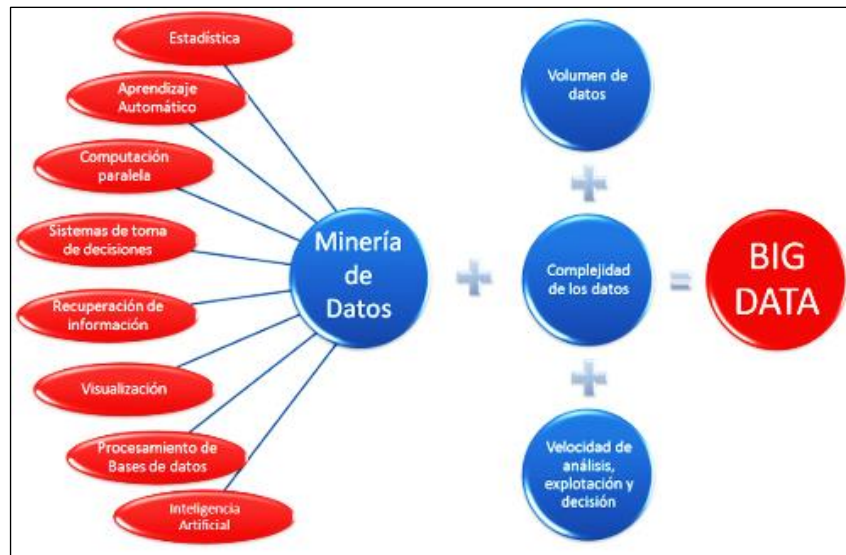


**Figura 3.** Esquema del internet de las cosas. Información tomada de windmillconsultants. Elaborado por el autor.

Sin el internet de las cosas no sería posible la idea de mejorar algo tan cotidiano como el sistema de recolección de residuos, es decir que aporta la parte vital de este proyecto, ya que los sensores que utilizan los contenedores inteligentes se basan en este concepto, lo que logra potenciar el servicio de recolección para brindar una experiencia Smart City.

### 2.2.4 Big Data.

Actualmente los requerimientos de información han cambiado de rumbo debido a la cantidad de datos que se manejan, por esto es necesario conocer tanto lo que sucede en la actualidad, como lo que pueda pasar en el futuro, es aquí el marco donde se encuentra situado el concepto de big data.



**Figura 4.** Esquema básico del concepto big data. Información tomada de incibe. Elaborado por el autor.

Ricardo Barranco Fragoso, en un artículo publicado por IBM, define al big data como:

“... la tendencia en el avance de la tecnología que ha abierto las puertas hacia un nuevo enfoque de entendimiento y toma de decisiones, la cual es utilizada para describir enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semi estructurados) ...” (Fragoso, 2012, p.1)

De acuerdo a esta definición, se podría decir que el big data no es una tecnología como tal sino más bien el planteamiento de trabajo para la obtención y manejo de grandes volúmenes de datos para lograr predecir sucesos a lo largo del tiempo.

Por lo tanto, el volumen de datos que manejan los contenedores inteligentes encaja dentro de esta definición, debido a la necesidad de poder manejar dichos datos para predecir y optimizar las rutas necesarias que se acoplaran a las necesidades de recolección de las ciudades.

### **2.2.5 Recolección de residuos.**

La recolección de residuos debe ser considerado como un aspecto importante en el mantenimiento de una ciudad, si bien en la naturaleza los residuos son aprovechados ya que se derivan de un proceso biológico, los residuos generados por los procesos que realizan las personas muchas veces no pueden serlo debido a su composición, lo que genera la acumulación no deseada de dichos residuos impactando tanto en el medio ambiente como en la salud de los ciudadanos, por lo tanto las estrategias que son dirigidas hacia la recolección de residuos deben enfocarse no tan solo en su gestión, sino en la posibilidad de reutilizar aquellos residuos que si puedan serlo.

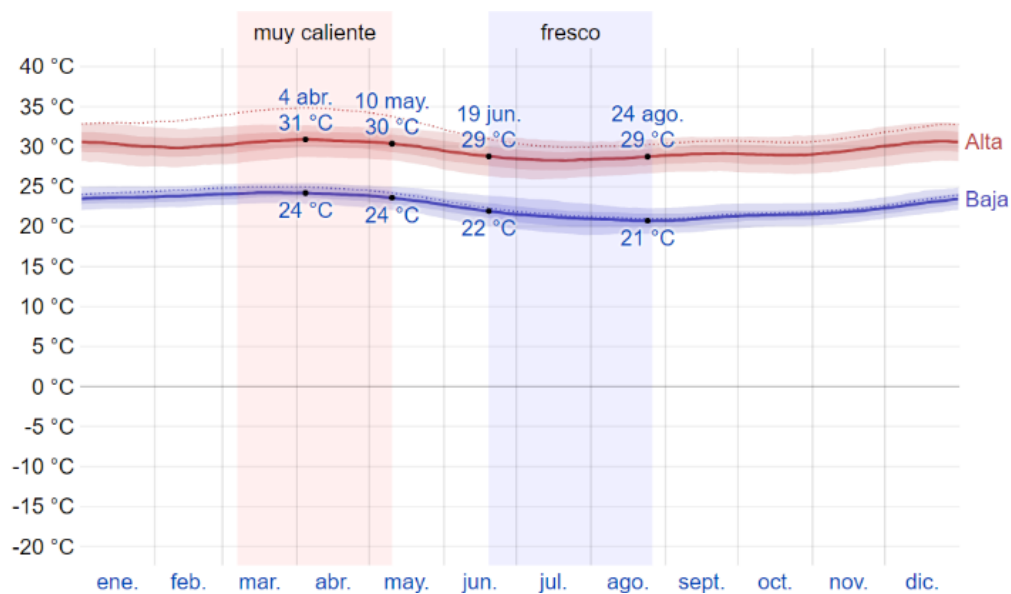




**Figura 5.** Recolección de basura en la ciudad de Guayaquil. Información tomada de expreso. Elaborado por el autor.

### 2.2.6 Estado del clima en la ciudad de Guayaquil.

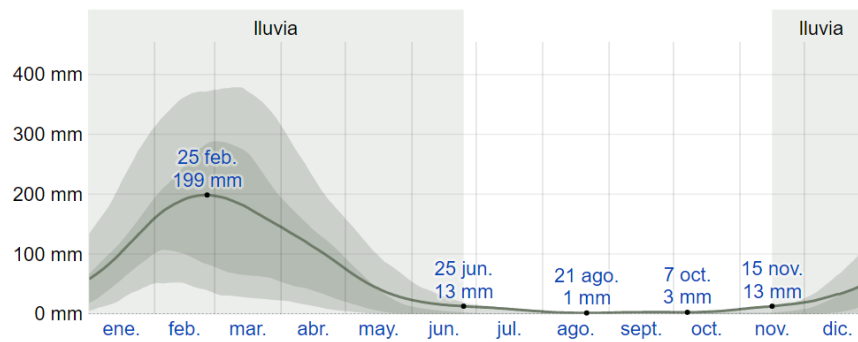
La ciudad de Guayaquil no posee temperaturas extremas, cuenta con dos estaciones invierno que dura un intervalo de enero hasta mayo, y verano que dura entre junio a diciembre, caracterizándose el invierno por la presencia de sol, humedad y una precipitación alta con presencia de lluvias, mientras que el verano se caracteriza por el descenso temperatura promedio por las noches hasta un máximo de 21° Celsius. (Guayaquil es mi destino, 2016)



**Figura 6.** Climograma de la ciudad de Guayaquil en el año 2018. Información tomada de [www.weatherspark.com](http://www.weatherspark.com). Elaborado por el autor.

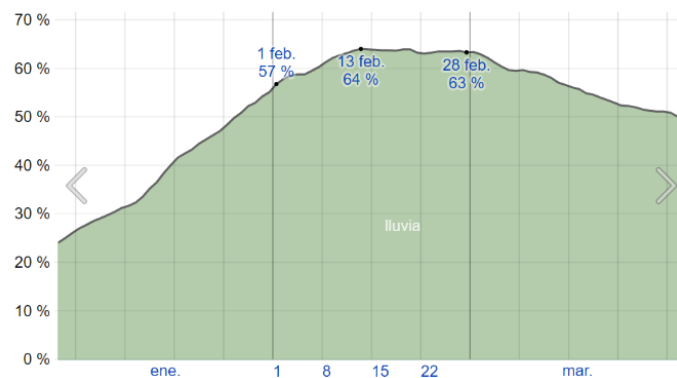
#### Invierno:

Durante los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo se caracterizan por el aumento de la precipitación y el aumento de las temperaturas, lo que indica una probabilidad alta de lluvia durante estos meses.

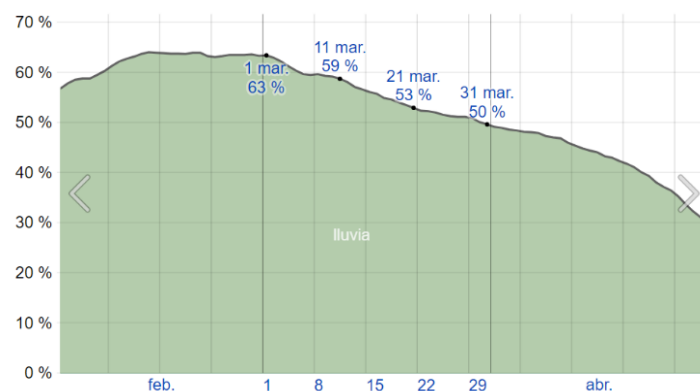


**Figura 7.** Precipitación de lluvia mensual promedio. Información tomada de weatherspark. Elaborado por el autor.

En este intervalo la mayor probabilidad de lluvias se da entre los meses de febrero y marzo, lo cuales superaron una precipitación del 50%, como se puede observar en las figuras 8 y 9.



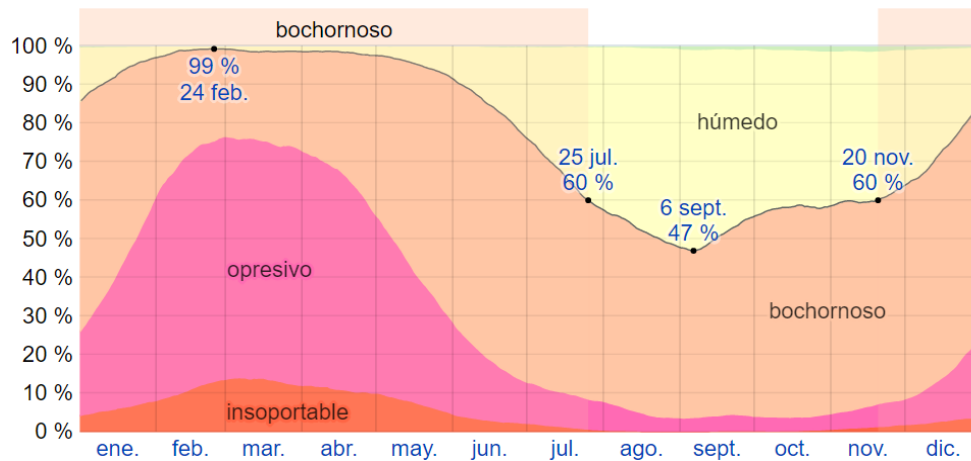
**Figura 8.** Precipitación en el mes de febrero. Información tomada de weatherspark. Elaborado por el autor.



**Figura 9.** Precipitación en el mes de marzo. Información tomada de weatherspark. Elaborado por el autor

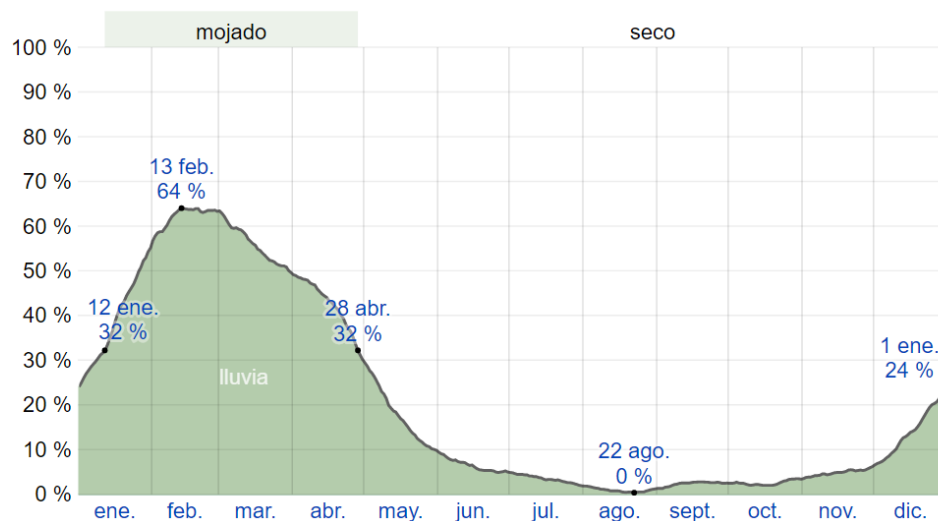
### Verano:

Los meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, se caracterizan por un descenso en la humedad por debajo del 70% lo que indica que la ciudad de Guayaquil está en la temporada de verano.



**Figura 10.** Porcentaje de humedad del año 2018 en la ciudad de Guayaquil. Información tomada de weatherspark. Elaborado por el autor.

Durante estos meses la probabilidad de lluvia es muy baja por debajo del 32%, describiendo un clima seco como se observa en la figura 20.



**Figura 11.** Probabilidad de lluvias del año 2018 en la ciudad de Guayaquil. Información tomada de weatherspark. Elaborado por el autor.

### 2.2.7 Contenedores de residuos.

Según la página Recytrans, define a un contenedor como:

“... Recipiente de carga para el depósito y transporte de los mismos. Dependiendo del ámbito donde se vaya a usar y los residuos que vaya a cargar, puede estar fabricado en metal o plástico...” (Recytrans, 2013, p.1)

Los contenedores pueden definirse como recipientes donde se depositarán los residuos, su constitución física puede ser de plástico o metal esto variará dependiendo del tipo de material del cual este conformado el residuo que se alojara en dicho contenedor, su finalidad es la de facilitar el transporte y gestión de los residuos para su debido tratamiento evitando

que queden a la intemperie en los espacios públicos, se los puede encontrar de varios colores, en donde cada color significa que tipo de residuo puede almacenar.



**Figura 12.** Contenedores de residuos. Información tomada de dream-alcala. Elaborado por el autor.

### 2.2.8 Material de los contenedores.

Los contenedores para residuos pueden estar elaborados de acuerdo a los tipos de desechos que serán ingresados en el contenedor, a continuación, se detallan los tipos de material utilizados para la elaboración de estos junto con las características que aporta cada material.

**Tabla1.** Tipo de material utilizado para la construcción de un contenedor de residuos

Material	Característica
Galvanizado caliente, con chapa de acero	Máxima resistencia a la corrosión
Galvanizado en frio, con tapa plástica	Máxima resistencia a la corrosión
Polietileno de alta densidad	Resistencia a los rayos ultravioletas, infrarrojos y agentes químicos

Información tomada de interempresas. Elaborado por el autor.

### 2.2.9 Contenedores de residuos en la ciudad de Guayaquil.

Los contenedores de residuos en la ciudad de Guayaquil se encuentran en sectores específicos como centros comerciales, colegios y hospitales, debido al volumen de residuos que estos manejan. Por su forma de construcción estos tipos de contenedores están expuestos

a los factores climáticos como las lluvias o la humedad, debido a que no cuentan con una tapa superior para el aislamiento de los desechos.



**Figura 13.** Contenedor de basura tipo roll-off. Información tomada de constructoratoala. Elaborado por el autor.

#### 2.2.10 Contenedor inteligente.

En esta investigación se definirá como contenedores inteligentes a aquellos contenedores que posean componentes electrónicos que potencien el uso de estos, es decir que tienen la capacidad de interconectarse entre sí mediante dispositivos de comunicación inalámbrica, así como recopilar información necesaria para el transporte y gestión de los residuos mediante el uso de sensores.



**Figura 14.** Contenedor inteligente. Información tomada de moba-automation. Elaborado por el autor.

#### 2.2.11 Componentes de un contenedor inteligente.

Para definir el esquema de componentes se utilizará un modelo de tres capas tanto de hardware como de software que utilizan los contenedores inteligentes, la primera capa será denominada capa física, la segunda capa de procesamiento y la última capa será la de

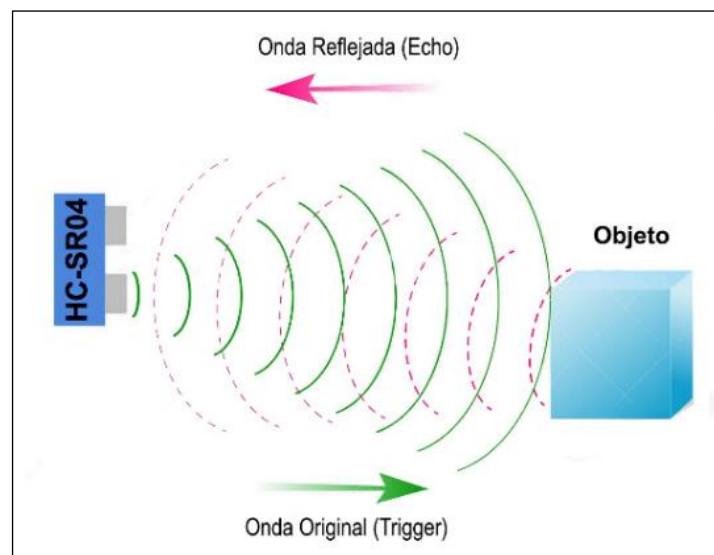
presentación, todas estas capas trabajarán en conjunto transmitiendo y procesando información para determinar de manera dinámica las mejores rutas y horarios en los cuales deben ser recogidos los contenedores y que estos no alcancen su nivel máximo y así evitar los riesgos relacionados con estos para los ciudadanos de los sectores urbanos.

#### **2.2.11.1 Capa física.**

La capa física estará compuesta por aquellos componentes electrónicos destinados a la recopilación y transmisión de información, donde los sensores actuarán como los dispositivos encargados de recopilar el nivel de llenado de los contenedores, así como también el estado en el que se encuentran los mismos, generando tramas de información para su posterior transmisión mediante los dispositivos inalámbricos.

##### **2.2.11.1.1 Sensores ultrasónicos.**

Es un dispositivo capaz de realizar mediciones utilizando ondas ultrasónicas como su nombre lo indica, está compuesto por un único elemento ultrasónico encargado de la emisión, así como de la recepción de las ondas, para lograr la medición de la distancia a la que se encuentra el objeto, el sensor contará el tiempo entre la emisión de la onda original y la recepción de la onda ultrasónica que es reflejada, una vez obtenido estos datos, procederá a realizar el cálculo de la distancia.



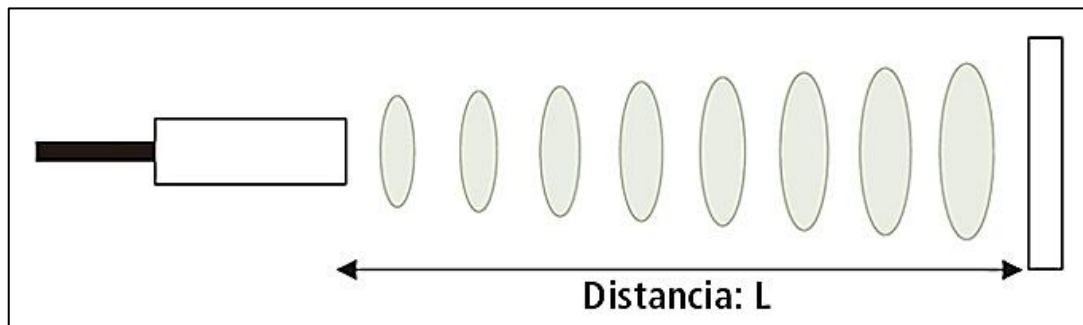
**Figura 15.** Esquema de una onda reflejada por un sensor ultrasónico. Información tomada de zonamaker. Elaborado por el autor.

Para efectuar el cálculo de distancia se basa la siguiente fórmula:

$$\text{Distancia (L)} = \frac{1}{2} \times T \times C$$



Donde  $L$  va a representar la distancia del objeto,  $T$  es el tiempo que transcurre entre la emisión y recepción de la onda, y  $C$  será la constante de la velocidad del sonido (1235 km/h).

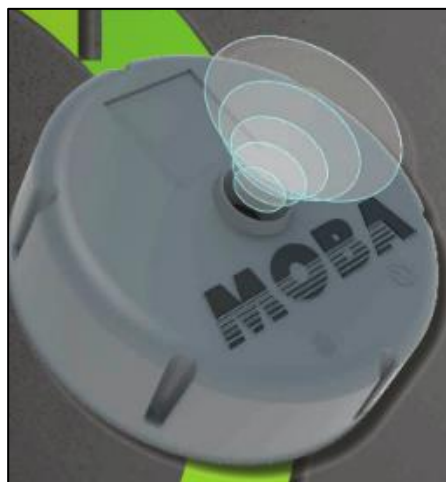


**Figura 16.** Representación de la distancia. Información tomada de web keyence. Elaborado por el autor.

El sensor ultrasónico es la pieza más importante dentro del esquema de un contenedor inteligente puesto que será capaz de obtener información sobre el nivel de llenado de los contenedores, y de esa forma poder contar con información relevante sobre su estado actual.

#### 2.2.11.1.2 Sensor de nivel de llenado FLS MOBA.

El sensor FLS de MOBA está diseñado para registrar y monitorear el nivel de llenado de contenedores de residuos, está pensado para ser adaptado a cualquier tipo de contenedor, en su interior posee un sensor ultrasónico capaz de detectar cuando un contenedor se encuentra al 80% de su capacidad, aunque dichos porcentajes pueden ser establecidos por el usuario, también posee la capacidad de interconectarse con otros sensores a través de las redes GPRS permitiendo que la gestión de los residuos se realice de una manera óptima. Dichos sensores enviarán la información acerca del nivel de llenado de los contenedores, así como también de su estado, que a su vez alimentará al sistema de gestión de rutas creado por MOBA denominado “MAWIS U2”. (Moba, 2017)



**Figura 17.** Sensor FLS MOBA. Información tomada de moba-automation. Elaborado por el autor.

### 2.2.11.2 Capa de procesamiento.

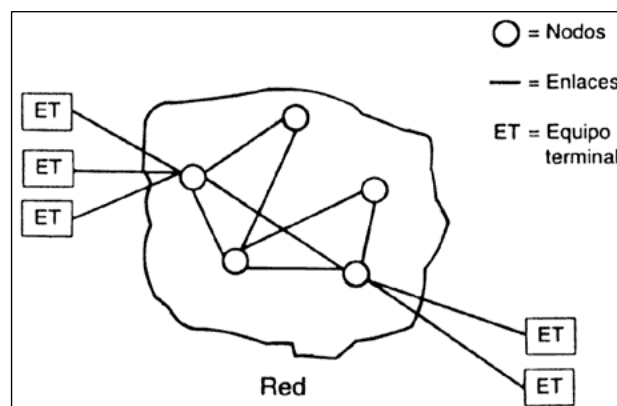
Esta capa es la encargada de capturar y almacenar toda la información receptada por los sensores ultrasónicos de los contenedores. Para que los sensores puedan comunicarse entre sí y a su vez enviar toda la información que han recopilado deben poseer un canal, para esto las redes GPRS serán el sistema de comunicación móvil capaz de enviar los paquetes de información hacia la estación base, dicha estación contara con una base de datos la cual será capaz de receptar, almacenar y organizar la información obtenida por la capa física para su procesamiento en el cual se podrá definir en qué sectores aumenta la frecuencia de llenado de los contenedores, para establecer un rango de prioridad de recolección al momento de definir las rutas dinámicas.

#### 2.2.11.2.1 Redes de telecomunicaciones.

En el art. 9 de la ley de telecomunicaciones de la República del Ecuador, define a las redes de telecomunicaciones como:

“...Se entiende por redes de telecomunicaciones a los sistemas y demás recursos que permiten la transmisión, emisión y recepción de voz, video, datos o cualquier tipo de señales mediante medio físicos o inalámbricos...”

Las redes de telecomunicaciones son el conjunto de tecnologías, protocolos y medios que son necesarios para lograr el intercambio de información desde una fuente hacia un destino estando en la capacidad de ofrecer diversos servicios. Está compuesta por nodos para procesar la información, un conjunto de canales o enlaces para conectar los nodos entre sí, a través de los cuales será enviada la información entre dichos nodos.



**Figura 18.** Esquema básico de una red de telecomunicaciones. Información tomada de bibliotecadigital. Elaborado por el autor.

Los nodos estarán representados por cada contenedor inteligente instalado en un punto específico, que serán capaces de enlazarse entre sí mediante las redes de telecomunicaciones



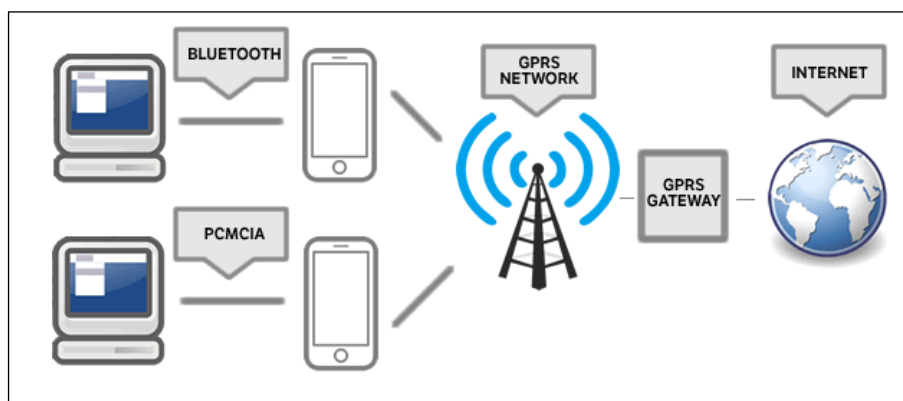
que actuara como el canal que unirán a todos estos nodos, lo cual permitirá obtener información en tiempo real sobre el estado de los contenedores inteligentes.

#### 2.2.11.2.2 GPRS.

Según la página web [gsmSpain.com](http://gsmSpain.com) define a las redes GPRS, como:

“(General Packet Radio Services) es una técnica de conmutación de paquetes, que es integrable con la estructura actual de las redes GSM. Esta tecnología permitirá unas velocidades de datos de 115 kbs” (gsmSpain, 2015)

Es un sistema de comunicación móvil capaz de transmitir datos que produzcan tráfico en forma de ráfagas como por ejemplo el internet, utilizando diversos canales para aprovechar los huecos disponibles para la transmisión entre los distintos usuarios, la ventaja de este tipo de comunicación es que no necesita de un circuito dedicado para cada usuario que esté conectado, eliminado así el concepto de tiempo de conexión.



**Figura 19.** Representación de una red GPRS. Información tomada de cablematic. Elaborado por el autor.

#### 2.2.11.2.3 Redes de sensores inalámbricos.

Las redes de sensores inalámbricos en sus siglas WSN (wirless sensor networks), son redes inalámbricas que consisten en dispositivos autónomos que utilizan sensores para monitorear condiciones físicas o ambientales. En síntesis, un sistema WSN incorpora un Gateway que provee de conectividad inalámbrica a los nodos distribuidos el estándar disponible incluye radios de 2.4 GHZ basados en los estándares IEEE 802.15.04 o IEEE 802.11 (WI-FI). Entre sus posibles usos están: seguimiento y monitoreo de procesos, monitorio de estructuras, monitoreo ambiental. (National Instruments, 2009)

#### 2.2.11.2.4 Bases de datos.

Se podría definir a las bases de datos como una colección de información ordenada, en la cual mediante un software encargado de su gestión se pueda acceder a esta rápidamente

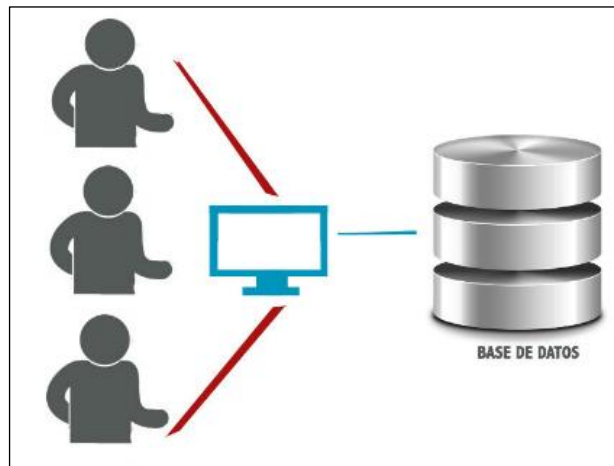
seleccionando los fragmentos de datos que se necesiten. Existen de dos tipos las estáticas y dinámicas.

### **Estáticas**

Se considera una base de datos estática cuando solo se utilizan para la lectura y almacenamiento de ficheros.

### **Dinámicas**

Se consideran dinámicas cuando los datos pueden ser actualizados, es decir sus datos pueden variar a lo largo del tiempo.



**Figura 20.** Representación de las bases de datos. Información tomada de revista.seguridad. Elaborado por el autor.

El procesamiento y análisis de la información no sería capaz de realizarse sin datos en los cuales basarse, por esto la base de datos será la encargada de almacenar toda la información relevante recibida en tiempo real sobre los contenedores como por ejemplo de su estado actual del nivel llenado, para su posterior procesamiento y elaboración de rutas.

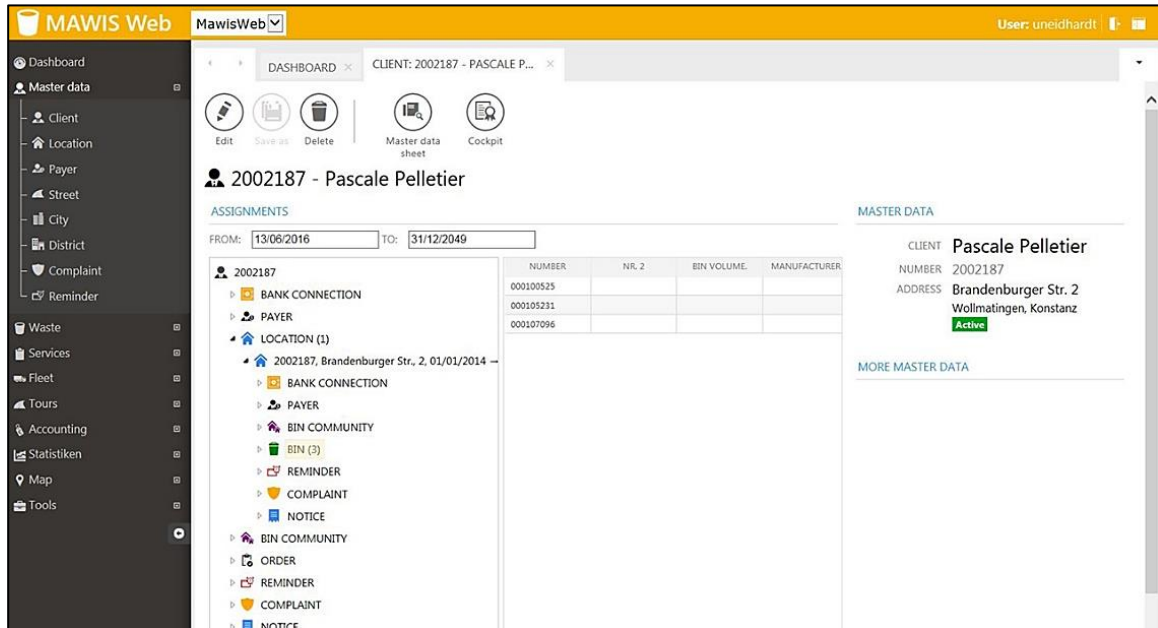
#### **2.2.11.3 Capa de presentación.**

La capa de presentación es la última capa del proceso, en ella se presentarán en forma de interfaz mediante mapas al usuario final todas las rutas dinámicas y el estado de los contenedores, siendo este el resultado del procesamiento de la información recopilada por la capa física y la capa de presentación.

##### **2.2.11.3.1 MAWIS U2.**

Es el sistema creado por MOBA AUTOMATION para la gestión de los servicios urbanos, esta plataforma es capaz de integrarse con las herramientas que son utilizadas para la recolección, transmisión y procesamiento de los datos, cuenta con una estructura modular

para mejorar la gestión de la planificación de rutas, gestión de eventos y control de activos. (MOBA AUTOMATION, 2016)



**Figura 21.** Interfaz web del sistema MAWIS U2. Información tomada de cablematic.es. Elaborado por el autor.

Esta plataforma web permitirá que el sistema de gestión de residuos pueda realizarse de una manera más dinámica, ya que permite la planificación de rutas adecuándose a las necesidades de recolección de los sectores, así como poder visualizar el estado de los contenedores, sin la necesidad de un software que pueda ejecutarse en un solo sistema operativo, si no con la facilidad de que cualquier computador con internet pueda acceder a este sistema de gestión.

#### 2.2.11.3.2 Funciones y ventajas del software MAWIS U2.

El software MAWIS U2 se complementa con el sensor FLS MOBA antes mencionado, ambos serán los responsables de que la información obtenida por lo contenedores inteligentes pueda ser recibida y visualizada en tiempo real por los usuarios encargados de la gestión del sistema de recolección.

#### Funciones

- Solución web para la gestión eficaz de servicios urbanos.
- Perfiles de usuario, para diferentes tipos de niveles de información.
- Soporta diferentes formatos de mapas.
- Control y gestión de diferentes tipos de incidentes.
- Localización GPS de los dispositivos en tiempo real.

- API de servicio web que permite la integración con aplicaciones de clientes, bases de datos y plataformas Smart City.

### **Ventajas**

- Aplicación web fácil de usar
- Disponible en diferentes idiomas
- Software de nube en línea
- Siempre accesible a través del navegador de internet

### **2.2.12 Residuos.**

Los residuos están presentes en toda actividad humana ya que son el resultado de un proceso, los cuales son despojados una vez culminada su utilidad.

La UNICEF define a los residuos, como:

“... todo resto o material resultante de un proceso de producción, transformación o utilización que sea abandonado o que su poseedor o productor tenga la obligación o decida desprenderse de él” (UNICEF, 2014, p.11)

Según el libro Reciclado y tratamiento de residuos, dice:

“Es todo material inútil o no deseado, originado por la actividad humana, en cualquier estado físico (sólido, líquido, gaseoso y sus respectivas mezclas) que puede ser liberado en cualquier medio receptor (atmósfera, agua, suelo)” (VV.AA, 2008, p.26)



**Figura 22.** Residuos. Información tomada de todoprovincial.com. Elaborado por el autor.

#### **2.2.12.1 Acumulación de residuos.**

La acumulación de residuos no es un problema reciente, desde que las personas empezaron a convivir en sociedades los residuos han ido en aumento por ende la

acumulación se vuelve un problema notorio en cuanto a la salud y al medio ambiente, las gestiones aplicadas a la recolección de residuos no siempre se han llevado de la forma más efectiva, ya sea con gestiones que recogen basura en horarios, así como lugares establecidos donde se acumula basura durante días, son un ejemplo de una gestión poco efectiva debido a que ambas conllevan a que dichos residuos no reciban el tratamiento adecuado y pueden causar efectos negativos como la acumulación de CO<sub>2</sub> en el medio ambiente.

Esta acumulación puede darse también en sectores de tránsito urbano donde los habitantes de las ciudades despojan sus desechos en las calles, causando problemas graves para la salud ya que dichos lugares se volverán focos de infección y a largo plazo podrían afectar a los habitantes que se encuentren cercanos a estos.

Por esto la acumulación de residuos no es tan solo un problema de las empresas que están encargadas del servicio de recolección sino también de los habitantes debido a que, si no son respetados horarios o lugares indicados para el despojo de los residuos, cualquier sistema implementado no se llevara de forma eficiente, por lo tanto, el problema de acumulación debe centrarse tanto en una buena gestión, así como en la cultura de la sociedad.



**Figura 23.** Residuos acumulados en las calles de la ciudad de Guayaquil. Información tomada de diario elcomercio. Elaborado por el autor.

#### ***2.2.12.2 Acumulación de residuos durante las lluvias.***

En la época invernal la presencia de lluvias se vuelve más notoria, por lo tanto, es indispensable que los sistemas de alcantarillado municipales implementados por las ciudades funcionen de la forma más eficiente, ya que son los encargados de filtrar las aguas lluvias para evitar que las calles se inunden.

Cuando los residuos quedan expuestos al aire libre en las vías públicas, existe la posibilidad de que cuando llueve, estos queden alojados encima de las alcantarillas ubicadas en las calles de la ciudad, provocando que dichas alcantarillas se obstruyan y no pueda

realizar el filtrado de las aguas lluvias como deberían, lo que provocara que se creen pozas de agua alrededor de las mismas.

En la figura 24 se puede observar los residuos obstruyendo el sistema de alcantarillado en la ciudad de Guayaquil, durante este periodo las pozas de agua ocasionadas por la obstrucción de las alcantarillas quedaran repletas de residuos provocando que dichas pozas se conviertan en focos de infección ya que contienen un alto contenido de bacterias, así como hongos que pueden ocasionar daños severos a la salud de los habitantes.



**Figura 24.** Residuos acumulados en las calles durante las lluvias en la ciudad de Guayaquil. Información tomada de diario El Universo. Elaborado por el autor.

### **2.2.12.3 Los residuos y la salud.**

Si los residuos no son tratados de manera correcta pueden presentar potenciales peligros para la salud, como la presencia de microorganismos que causen enfermedades infecciosas, así como la proliferación de malos olores entre otros, afectando directamente a los ciudadanos ubicados cerca de los focos donde se alojan los residuos en las zonas urbanas.

La Organización Mundial de la Salud, indica que:

“...La contaminación atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas. Los efectos más graves se producen en personas que ya están enfermas. Además, los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las familias de pocos ingresos” (ONU, 2014, p.1)

## **2.3 Marco contextual**

La ciudad de Guayaquil se encuentra ubicada en América del sur, República del Ecuador, está catalogada como la ciudad más grande y poblada de dicho país, subdivida en 5 parroquias a nivel rural y 16 parroquias urbanas, desde su fundación la ciudad fue considerada un centro económico debido a su actividad portuaria, cuenta con 2'671.801



habitantes aproximadamente según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del Ecuador.

Actualmente la ciudad cuenta con un servicio de recolección para residuos domiciliarios a cargo de la empresa Puerto Limpio, dicha empresa a subdivido la ciudad en 24 subzonas y a su vez en 200 micro rutas (Consortio Puerto Limpio, 2016), para la gestión de los residuos utilizan un sistema de recolección por horarios en sectores, es decir cada sector tiene su hora y día específico en el cual se recogerán los residuos.

Los habitantes de la ciudad de Guayaquil poseen poca cultura con respecto al despojo y reciclaje de sus residuos, dejando muchas veces dichos residuos al aire libre en lugares de tránsito urbano, así como de no respetar los horarios de recolección establecidos. Esta mala práctica conlleva a riesgos para la salud debido a que la acumulación de residuos acarrea enfermedades, así como la emanación de malos olores.

## 2.4 Marco legal

Según la constitución de la República del Ecuador en su art. 14, indica que:

“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*” (Asamblea Nacional, 2008, p.29)

Este artículo indica el derecho que poseen los ciudadanos a habitar en un ambiente saludable, siendo deber de las autoridades velar por la búsqueda de alternativas amigables con el medio ambiente que garanticen este derecho, así como también se declara de interés público la preservación del medio ambiente y la conservación de los ecosistemas.

En su art.264 inciso 4 la constitución de la República del Ecuador establece que:

“Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley” (Asamblea Nacional, 2008, p. 130)

Este inciso establece que los municipios de cada ciudad de la república del Ecuador deberán encargarse del manejo de los desechos sólidos, por lo que esta gestión debe realizarse de manera más conveniente y eficiente para evitar los posibles factores que afecten a la salud de los ciudadanos.

En el objetivo n°3 del plan nacional del buen vivir, en sus políticas se detalla:

“3.4 Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos climáticos, e impulsar las mismas en el ámbito global”. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017, p.66)

Este objetivo trata de brindar una solución al problema que se enfrentan todos los países como lo es la vulnerabilidad del medio ambiente, donde se busca tomar acciones para el manejo responsable del patrimonio natural, así como su biodiversidad, asegurando los derechos de la naturaleza para futuras generaciones.

Así también en su inciso 3.1, indica que:

“Impulsar la economía urbana y rural, basada en el uso sostenible y agregador de valor de recursos renovables, proporcionando la corresponsabilidad social y el desarrollo de la bioeconomía”. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017, p.6

Este inciso trata sobre la importancia de implementar proyectos que sean amigable con el medio ambiente mediante la reutilización de los productos renovables, proporcionando de esta forma una solución sustentable a lo largo del tiempo.



## **Capítulo III**

### **Metodología de la investigación**

#### **3.1 Desarrollo de la investigación**

En este capítulo se expondrá la metodología utilizada para realizar el estudio del funcionamiento de los contenedores inteligentes, también se describirán las técnicas de investigación que se han empleado para adquirir toda la información necesaria del objeto de estudio con relación a la tecnología de los contenedores inteligentes para poder analizar y recomendar un tipo de contenedor inteligente que se acople a las necesidades de la ciudad de Guayaquil.

##### **3.1.1 Modalidad de la investigación.**

La presente investigación utiliza el método de investigación científica como base, ya que nos ofrece un proceso sistemático que nos conduce a la búsqueda de conocimiento utilizando métodos y técnicas de investigación. Para obtener la información correcta acerca del objeto de estudio, se realizaron dos tipos de investigación: exploratoria y descriptiva, utilizando los medios que nos ofrecen estos tipos para la obtención de los datos, seleccionando los procesos adecuados para el análisis correcto de la información obtenida.

#### **3.2 Tipo de investigación**

##### **3.2.1 Investigación exploratoria.**

La investigación exploratoria no ofrece un primer acercamiento del problema que se pretende conocer y estudiar, se utilizó este tipo de investigación con el fin de obtener información acerca de la problemática existente debido a la acumulación de residuos domiciliarios en la ciudad de Guayaquil y de esta forma conocer el panorama inicial de la ciudad frente a este problema.

##### **3.2.2 Investigación descriptiva.**

La investigación descriptiva como su nombre lo indica, se utiliza para describir la realidad de las situaciones o eventos de lo que se pretende analizar. Con este tipo de investigación se pudo obtener datos cuantitativos referentes a la aceptación que tienen los ciudadanos de la ciudad de Guayaquil en cuanto a la utilización de los contenedores inteligentes utilizando como bases encuestas para dar soporte a estos datos obtenidos, permitiendo formular un análisis de los procesos involucrados en esta investigación.

### 3.3 Población y muestra

La población estadística es el conjunto de sujetos que presentan características comunes utilizados para un determinado estudio, con el fin de obtener datos relevantes para la investigación, en el cual la población puede ser dividida en dos tipos: finita e infinita. (Universo Formulas, 2017)

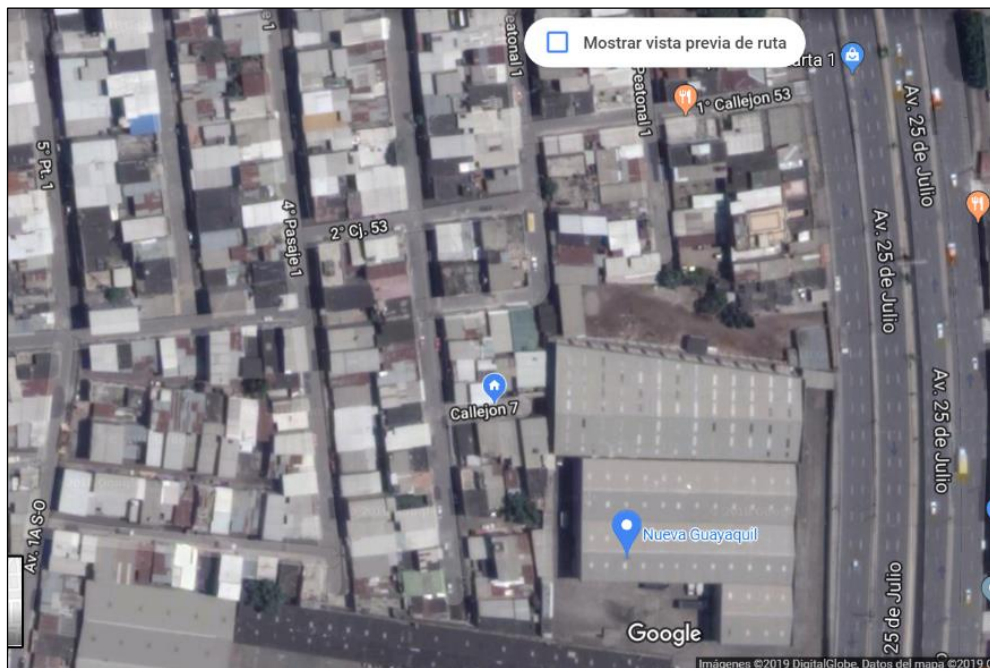
Los criterios para la delimitación poblacional fueron los siguientes:

#### Habitantes del sector:

Sexo: Masculino y Femenino

Edades: 15 – 50 años

Para esta investigación la población estadística estará definida por los habitantes del sector Nueva Guayaquil, en el cual se realizó una entrevista al presidente del comité barrial debido a que dicha persona lleva habitando un tiempo estimado de 35 años en el sector, certificando que el número de habitantes dentro de la delimitación poblacional establecida se encuentra en 150 aproximadamente.



**Figura 25.** Imagen satelital del sector Nueva Guayaquil. Información tomada de Google maps. Elaborado por el autor.

La muestra en estadística está definida como un subconjunto de elementos de una población estadística para poder realizar estudios en base a lo que se está investigando (Universo Formulas, 2016). Debido a que se desconoce la población total del sector en estudio, se tomará una muestra de N que representará la cantidad de personas que pudieron ser observadas en dicho sector.

Para determinar la muestra que será utilizada se decidió realizar un muestreo probabilístico, en el cual se tomó en consideración los siguientes parámetros: 95% como nivel de confianza e indicando un límite de error de 4,5% para garantizar una muestra fiable.

Se utilizó los siguientes datos para el cálculo de la muestra:

$N$  = Tamaño de la población

$n$  = Tamaño de la muestra

$\sigma$  = Desviación estándar

$Z$  = Nivel de confianza

$e$  = Límite aceptable de error

**Nota:** Se asumirán los valores de  $\sigma$  y  $e$ , como  $\sigma = 0.5$ ,  $e = 0.045$  respectivamente.

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

$$n = \frac{150(0.5)^2(1.96)^2}{(0.045)^2(150-1) + (0.5)^2(1.96)^2}$$

$$n = \frac{150 * 0.25 * 3.8416}{(0.002025 * 149) + (0.25 * 3.8416)}$$

$$n = \frac{144.06}{0.301725 + 0.9604}$$

$$n = \frac{144.06}{1.262125}$$

$$n = 114.14$$

$$n = 114$$

De acuerdo con el tamaño de la muestra calculada se realizó una encuesta a 114 habitantes del sector Nueva Guayaquil, obteniendo datos relevantes sobre el estado actual del sistema actual de recolección para residuos a domicilios en la ciudad de Guayaquil, así como el impacto en el sistema de recolección si se utilizaran contenedores inteligentes para el beneficio de los habitantes del sector.

### 3.4 Instrumentación de la investigación

Se puede definir a la instrumentación de la investigación como aquellas herramientas que son utilizadas por el investigador con el fin de obtener información de una muestra seleccionada y de esta manera poder facilitar la búsqueda de la solución del problema que se está abordando, dichas herramientas son muy importantes ya que permiten obtener datos relevantes y necesarios para el desarrollo de su investigación.

### **3.4.1 Encuestas.**

La encuesta está considerada como un método de investigación y recopilación de datos utilizada para obtener información relevante de personas, sobre el problema que se quiere investigar. Puede ser llevada a cabo de diferentes formas dependiendo de la metodología utilizada por el investigador y los objetivos que desee alcanzar. (Question Pro, 2016)

Este método fue seleccionado para esta investigación ya que nos permite realizar un análisis gráfico de los datos obtenidos, mediante la realización de siete preguntas en formato de encuesta a los habitantes del sector Nueva Guayaquil que son parte de la población escogida para esta investigación.

### **3.5 Procedimiento de la investigación**

Para realizar el análisis de la información se necesitan tener datos de carácter fiable, debido a esto la necesidad de una planificación para la obtención y tratamiento de estos datos. Los procesos que se llevaron a cabo durante las encuestas a los habitantes del sector Nueva Guayaquil se detallan a continuación:

1. Investigación del método científico que mejor se acople a las necesidades para la recopilación de información.
2. Muestreo estadístico de la población obteniendo una muestra fiable como punto de partida, para adquirir información relevante por parte de los habitantes de la ciudad de Guayaquil.
3. Elaboración y diseño de las encuestas, de tal forma que permita la recolección de información relevante para dicha investigación.
4. Ejecución de las 114 encuestas a los habitantes del sector Nueva Guayaquil de acuerdo a la muestra obtenida previamente.
5. Análisis y tratamiento de la información recopilada en relación a los parámetros medibles establecidos.
6. Presentación de la información analizada de acuerdo a los parámetros medibles, mediante gráficos estadísticos.

### **3.6 Análisis de los resultados obtenidos por la encuesta**

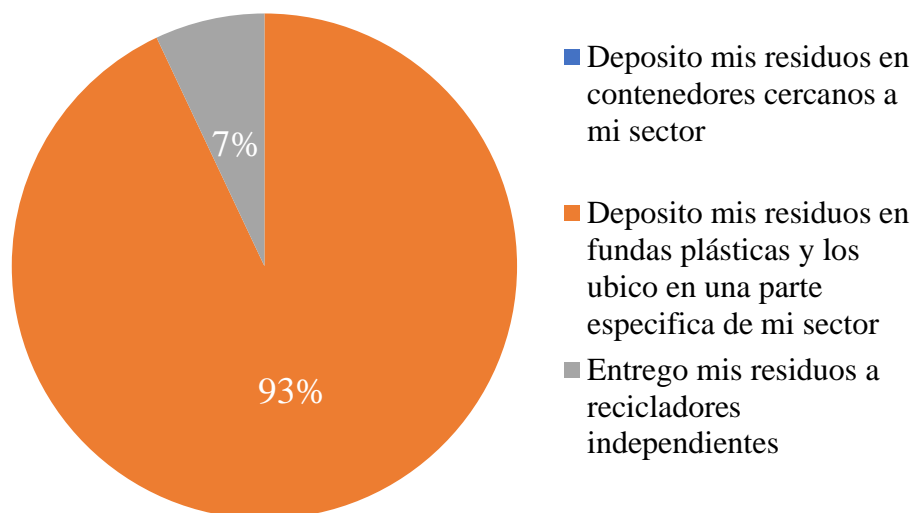
En este punto se detalla el análisis de los datos obtenidos por cada pregunta de la encuesta realizada a los habitantes del sector Nueva Guayaquil, permitiendo una sola alternativa como válida:

### 1. ¿Como desecha sus residuos?

**Tabla 2.** Porcentaje de como los habitantes del sector Nueva Guayaquil desechan los residuos de sus domicilios.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Deposito mis residuos en contenedores cercanos a mi sector	0	0%
Deposito mis residuos en fundas plásticas y los ubico en una parte especifica de mi sector	106	93%
Entrego mis residuos a recicladores independientes	8	7%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>

Información tomada de la encuesta realizada en el presente trabajo de Titulación. Elaborado por el autor.



**Figura 26.** Alternativa más utilizada por los habitantes del sector Nueva Guayaquil para desechar sus residuos. Información tomada de Microsoft Excel. Elaborado por el autor.

**Análisis:** De acuerdo con la Figura N° 26. Resultado obtenido de la pregunta numero 1 (uno) de la encuesta, se puede observar que el 93% de los habitantes del sector Nueva Guayaquil prefieren depositar sus residuos en fundas plásticas para su posterior recolección

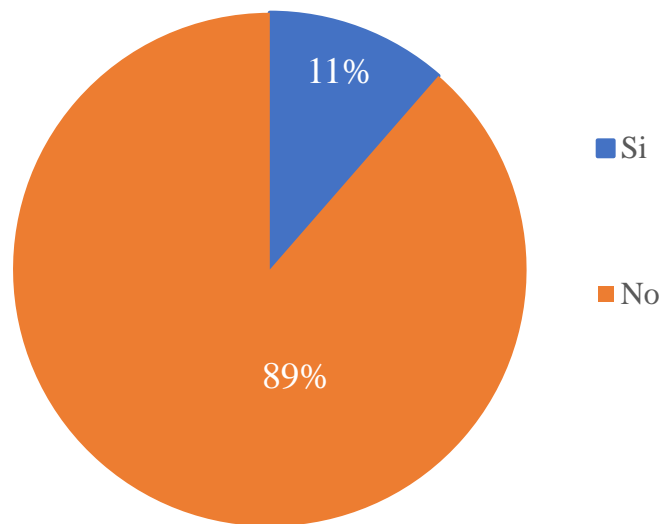
en un parte específica de su sector, así como el 7% restante entrega sus residuos orgánicos y de tipo plástico a recicladores independientes, Cabe destacar que el 0% de los habitantes no depositan sus residuos en contenedores debido a la ausencia de estos en su sector.

## 2. ¿Alguna vez a escuchado sobre los contenedores de residuos inteligentes?

**Tabla 3.** *Porcentaje de conocimiento sobre los contenedores inteligentes.*

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	13	11%
No	101	89%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>

*Información tomada de la encuesta realizada en el presente trabajo de Titulación. Elaborado por el autor.*



**Figura 27.** *Nivel de conocimiento de los habitantes del sector Nueva Guayaquil sobre la existencia de los contenedores inteligentes. Información tomada de Microsoft Excel. Elaborado por el autor.*

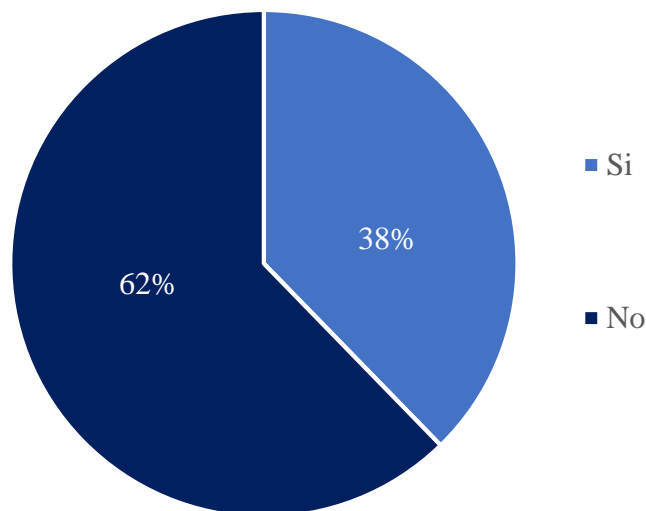
**Análisis:** La segunda pregunta de la encuesta está enfocada en el conocimiento que tienen los habitantes del sector Nueva Guayaquil sobre la existencia de los contenedores inteligentes, dando como resultado que un 89% de los habitantes desconocen la existencia de estos y se mostraron interesados por saber cómo podría ayudarlos con el problema de acumulación de residuos en su sector, mientras que el 11% conocían sobre dichos contenedores inteligentes y creen que podría ser una solución a la acumulación de residuos presente en el sector antes mencionado.

**3. ¿Considera que en la ciudad de Guayaquil se respetan los horarios de recolección de basura establecidos?**

**Tabla 4.** Porcentaje de opinión sobre los horarios de recolección en la ciudad de Guayaquil.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	43	38%
No	71	62%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>

*Información tomada de la encuesta realizada en el presente trabajo de Titulación. Elaborado por el autor.*



**Figura 28.** Nivel de opinión de los habitantes sobre si se respetan los horarios de recolección en la ciudad de Guayaquil. Información tomada de Microsoft Excel. Elaborado por el autor.

**Análisis:** De acuerdo a la tercera pregunta de la encuesta realizada a los habitantes del sector Nueva Guayaquil se logró obtener la opinión de los habitantes sobre, si los horarios de recolección en la ciudad de Guayaquil son respetados.

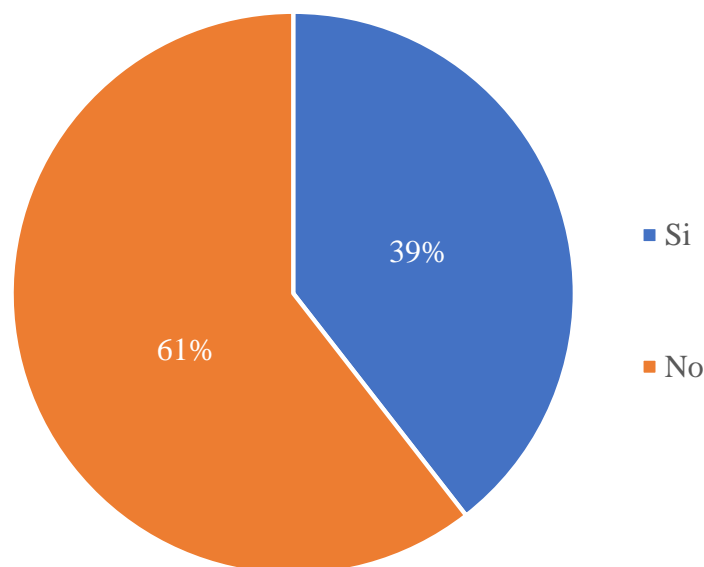
Obteniendo qué, un porcentaje del 38% de los habitantes piensan que si son respetados dichos horarios de recolección de residuos, así como un 62% de los habitantes opinan que no se respetan estos horarios de recolección, denotando que si un mayor porcentaje de habitantes opina que no se respetan estos horarios de recolección, la acumulación no deseada de residuos es un problema inherente en este sector, por lo tanto se debe concientizar a los habitantes de la ciudad sobre el despojo no responsable de sus residuos.

**4. ¿Considera que el sistema actual de recolección para residuos en sectores domiciliarios es eficiente?**

**Tabla 5.** *Porcentaje de opinión sobre el sistema actual de recolección de residuos en la ciudad de Guayaquil.*

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	45	39%
No	69	61%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>

*Información tomada de la encuesta realizada en el presente trabajo de Titulación. Elaborado por el autor.*



**Figura 29.** *Nivel de opinión sobre la eficiencia del sistema actual de recolección para residuos en sectores domiciliarios. Información tomada de Microsoft Excel. Elaborado por el autor.*

**Análisis:** Con respecto a la cuarta pregunta de la encuesta, permitió obtener la opinión de los habitantes del sector Nueva Guayaquil sobre la efectividad del sistema de recolección para residuos en los sectores domiciliarios, dando como resultado que, el 61% de los habitantes opinan que el sistema actual de recolección no es el más eficiente tanto por la cultura de los habitantes como el sistema de recolección por horarios, mientras que el 39% opina que el sistema funciona actual es funcional siempre y cuando se respeten los horarios de recolección.

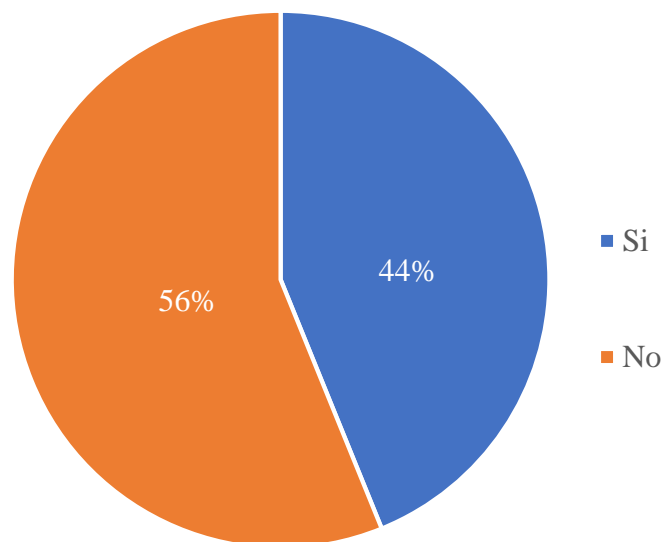


**5. ¿Considera que los habitantes de la ciudad de Guayaquil tienen conocimiento sobre los efectos negativos para la salud causados por la acumulación de residuos en los sectores domiciliarios?**

**Tabla 6.** *Porcentaje de conocimiento de los habitantes sobre los efectos negativos causados por los residuos en la salud.*

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	44%
No	60	56%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>

*Información tomada de la encuesta realizada en el presente trabajo de Titulación. Elaborado por el autor.*



**Figura 30.** *Nivel de conocimiento de los habitantes de la ciudad de Guayaquil sobre los efectos negativos para la salud causados por la acumulación de residuos en sectores domiciliarios. Información tomada de Microsoft Excel. Elaborado por el autor.*

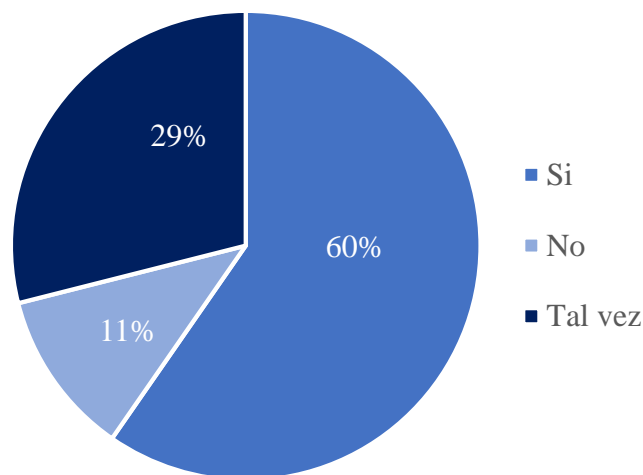
**Análisis:** De acuerdo a la quinta pregunta de la encuesta realizada a los habitantes del sector Nueva Guayaquil, se obtuvo como resultados que, el 56% de los habitantes desconocen que la acumulación de residuos causan efectos negativos en la salud, mientras que el 44% está consciente de dichos efectos negativos, lo cual es perjudicial para los habitantes de los sectores de la ciudad de Guayaquil ya que si desconocen los efectos causados por dicha acumulación, a largo plazo su salud podría verse afectada por esta causa.

**6. ¿Estaría de acuerdo en utilizar contenedores con tecnología que permitan una recolección más eficiente de los residuos en su sector?**

**Tabla 7.** *Porcentaje de opinión sobre el uso de contenedores inteligentes en el sector Nueva Guayaquil*

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	68	60%
No	13	11%
Tal vez	33	29%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>

*Información tomada de la encuesta realizada en el presente trabajo de Titulación. Elaborado por el autor.*



**Figura 31.** *Nivel de opinión sobre el uso de contenedores inteligentes en el sector Nueva Guayaquil. Información tomada de Microsoft Excel. Elaborado por el autor.*

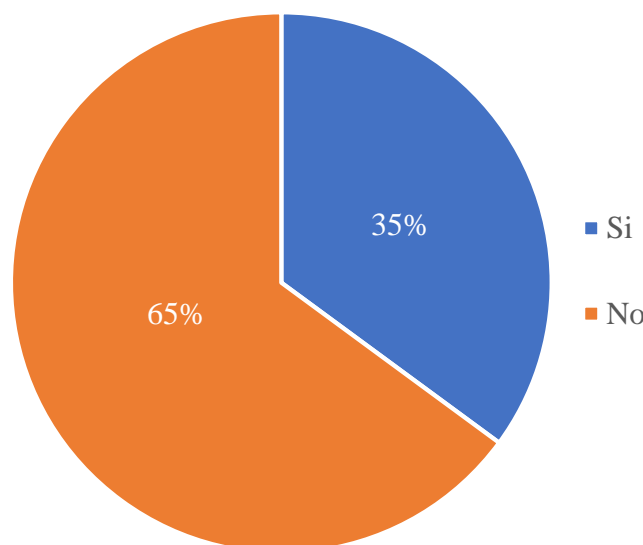
**Análisis:** La sexta pregunta está enfocada en recopilar información acerca la opinión de los habitantes del sector Nueva Guayaquil sobre el uso de contenedores inteligentes para la recolección de residuos domiciliarios en dicho sector. Obteniendo como resultado qué, el 60% de los habitantes del sector están dispuestos a utilizar estos contenedores, mientras que el 11% no lo está, y el 29% de los habitantes se encuentran indecisos sobre el uso de dichos contenedores. Dando como resultado una aceptación mayor por parte de los habitantes de dicho sector, y esto podría significar un impacto positivo en la gestión actual del sistema de recolección si los habitantes están dispuestos a colaborar con el uso de los contenedores inteligentes.

## 7. ¿Estaría comprometido a cuidar los contenedores inteligentes ubicados en su sector?

**Tabla 8.** Porcentaje de compromiso por parte de los habitantes del sector Nueva Guayaquil

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	40	35%
No	74	65%
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100%</b>

Información tomada de la encuesta realizada en el presente trabajo de Titulación. Elaborado por el autor.



**Figura 32.** Nivel de compromiso por parte de los habitantes del sector Nueva Guayaquil con relación al cuidado de los contenedores inteligentes. Información tomada de Microsoft Excel. Elaborado por el autor.

**Análisis:** En la séptima pregunta de la encuesta se obtuvo los siguientes resultados donde un 65% de los habitantes del sector Nueva Guayaquil no están dispuestos a cuidar de los contenedores inteligentes, ya que para los habitantes del sector es una responsabilidad que debe estar a cargo de la empresa que brinda el servicio, mientras que el 35% de los habitantes si estarían dispuestos a cuidar de dichos contenedores.

Debido a que el porcentaje de habitantes que no están dispuestos a cuidar los contenedores es mayor (65%), como consecuencia los materiales y la tecnología utilizada en los contenedores podrían ser objeto de actos vandálicos y de esta forma los contenedores inteligentes no podrían funcionar de la manera más eficiente.

## **Capítulo IV**

### **Desarrollo de la propuesta**

#### **4.1 Análisis de aceptación por parte de los habitantes del sector Nueva Guayaquil**

Los habitantes del sector Nueva Guayaquil opinan que el sistema actual de recolección para residuos a domicilios podría mejorar mediante el uso de la tecnología. El nivel de aceptación por parte de los habitantes encuestados que están dispuestos a utilizar los contenedores inteligentes fue mayor (60%) frente a los habitantes que opinaron que no están interesados en utilizarlos (11%), esto podría beneficiar a que los habitantes del sector se adecuen al cambio de gestión mediante el uso de contenedores inteligentes.

La gestión que divide a la ciudad por sectores que se utiliza actualmente en la ciudad de Guayaquil podría convertirse en una gestión dinámica en la que se reducirían los costos operativos como mano de obra y combustible, debido a que la recolección en los sectores se realizaría solo cuando estos sean necesarios, y así usar la tecnología para la mejora continua del mantenimiento de los sectores de la ciudad.

Por lo tanto si se utilizaran los contenedores inteligentes para la gestión actual de residuos podría significar un impacto positivo en los habitantes del sector Nueva Guayaquil debido a que los sensores instalados en los contenedores inteligentes están en la capacidad de recolectar la información relevante para realizar una gestión dinámica mediante rutas que se adecuen a las necesidades del sector, las cuales pueden ser monitoreadas en tiempo real, de esta forma los residuos no estarán alojados al aire libre en las zonas de tránsito urbano provocando posibles enfermedades y daños al medio ambiente.

#### **4.2 Recomendación de un tipo de contenedor**

El sector Nueva Guayaquil posee una frecuencia de desecho de desperdicios equivalente a 10 o 15 fundas durante 3 días en una semana laboral y elevándose a un máximo de 25 fundas durante los días viernes, por lo tanto la frecuencia de recolección en este sector no debería ser tan elevada si se optara por desechar los residuos en los contenedores inteligentes, por lo tanto, el tamaño del contenedor adecuado para este sector sería de un tamaño aproximado de 126 cm de ancho x 150 cm de alto, fabricado en polietileno de alta densidad, ya que ofrece aislamiento contra rayos infrarrojos y permitirá que el sensor ultrasónico pueda realizar el cálculo de la distancia de la forma correcta, además de ofrecer aislamiento cuando sea la temporada invernal y evitar el desbordamiento de los residuos alojados en el interior.

**Tabla 9.** *Comparativa técnica de los sensores ultrasónicos*

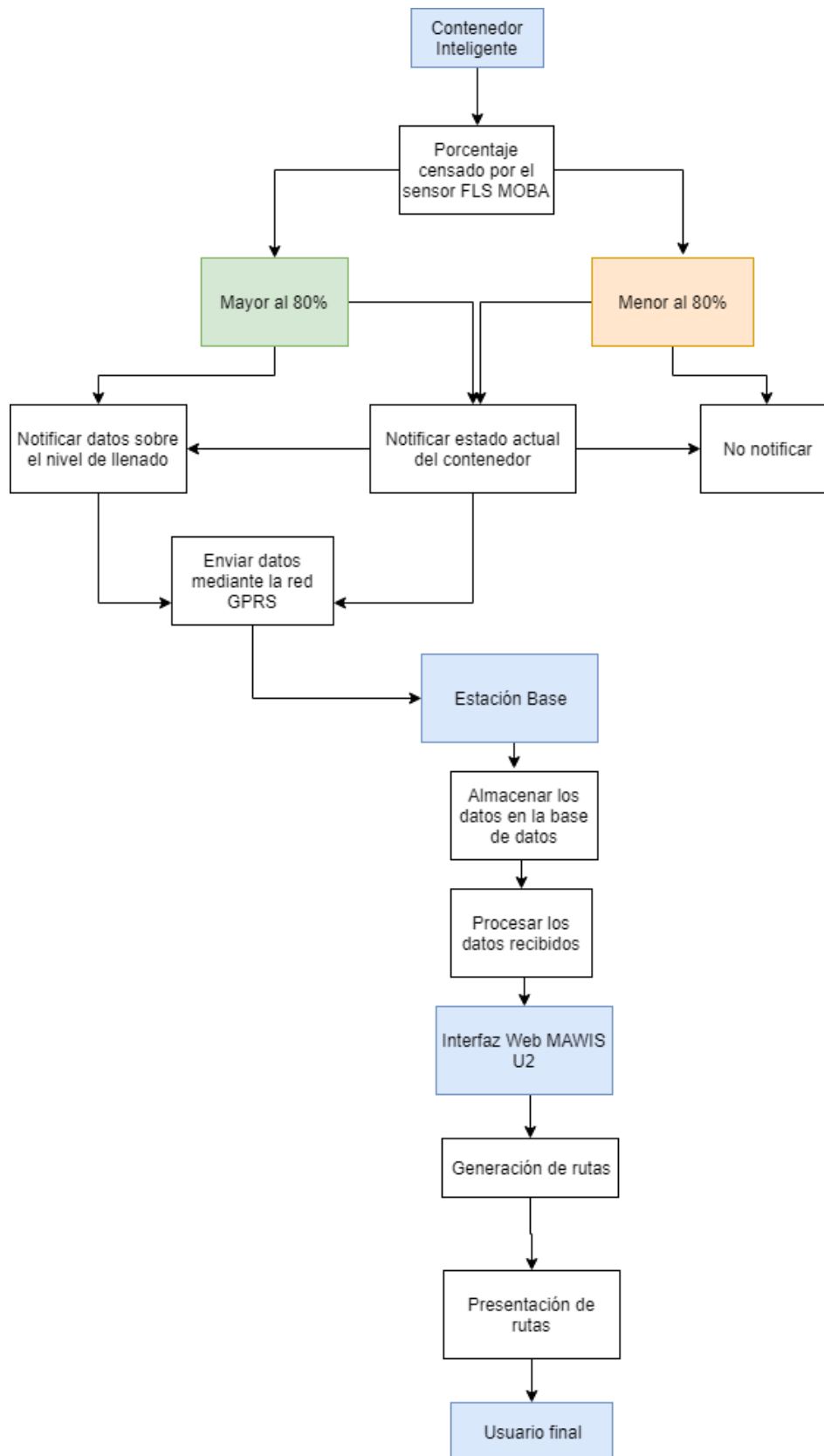
Modelo del Sensor	FLS MOBA	QUAMTRA
Compañía	MOBA-AUTOMATION	WELLNESS SMART
Rango de medición	15 - 300 cm	25 – 300 cm
Alertas de recolección en tiempo real	Si	Si
Plataforma web	MAWIS U2	QUAMTRA
Integración con la nube	Si	Si
Comunican inalámbrica	GPRS via SIM on-chip, Sigfox	2G/3G/4G/LPWA
Batería	3.6v	3.6v
Dimensiones (alto x ancho x fondo)	50mm x 100,50mm x 144mm	52,75mm x 102,10mm x 145,10mm
Protección	Químicos	IP66
Costo aproximado	\$500 - \$1200	\$500 - \$1200

*Información tomada de moba-automation.com y quamtra.com. Elaborado por el autor.*

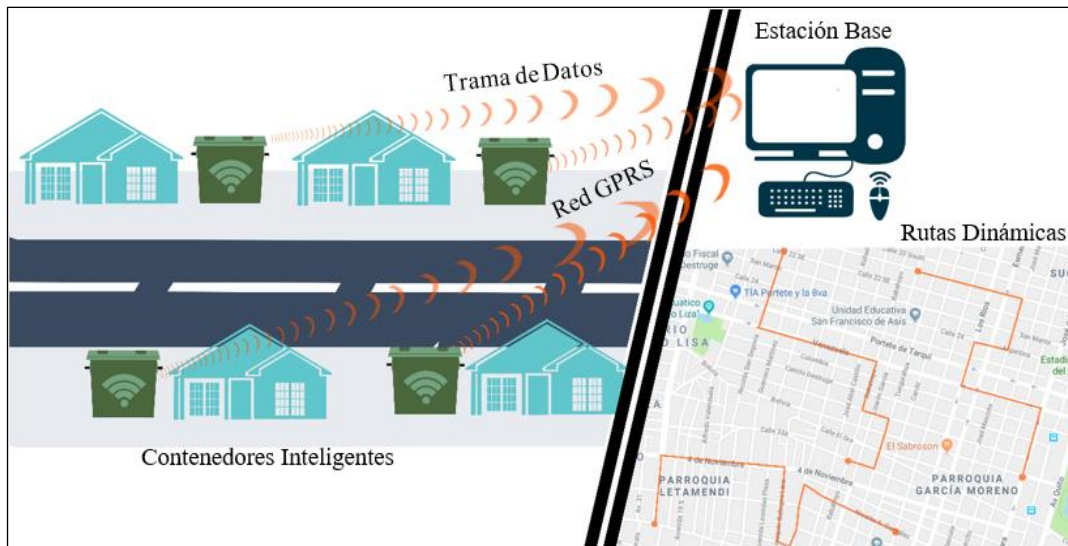
El sensor ultrasónico modelo FLS MOBA de la compañía MOBA-AUTOMATION será el encargado de censar y recopilar la información de los contenedores, ya que permite calcular distancias entre 15 – 300cm de acuerdo a un parámetro que se le sea establecido, con un porcentaje estándar del 80% de nivel de llenado para proceder a la notificación de la recolección, dicho sensor también cuenta con tecnología lo cual permite reducir el tipo de componentes para el contenedor inteligente, es decir el contenedor solo necesitara de un sensor alojado en la tapa superior para realizar las operación de recolección y transmisión de datos.

La tecnología utilizada para la trasmisión de los datos que son obtenidos por los sensores instalados en los contenedores inteligentes serán las redes GPRS mediante una tarjeta SIM aquellas capaces de entregarnos un canal de comunicación por donde puedan ser transmitidas hacia una estación base las tramas de datos que se obtengan de los nodos es decir de cada uno de los contenedores inteligentes, permitiendo recibir información no tan solo de su ubicación, si no como de su estado actual y su respectivo nivel de llenado. Una vez transmitidos todos los datos hacia la estación base integrada en la nube, dicho datos

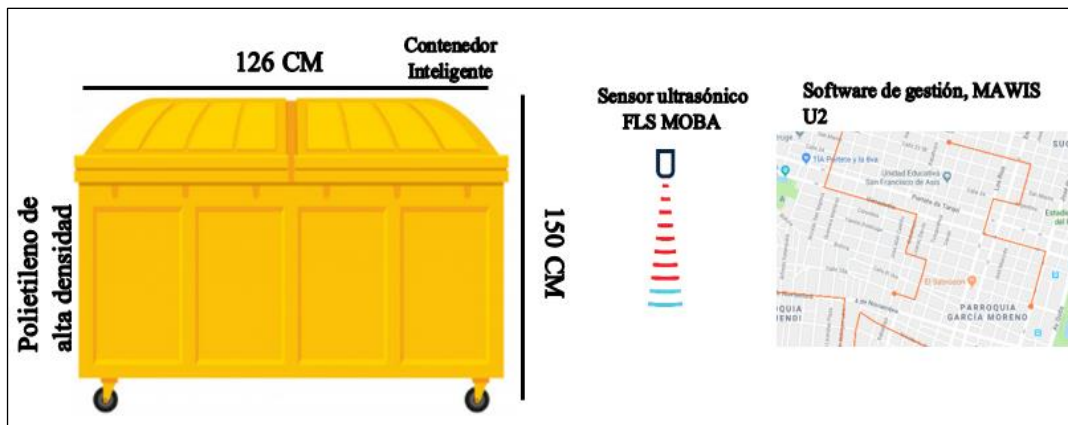
serán procesados con la finalidad de entregar las rutas necesarias, en este caso con qué frecuencia debería recogerse los residuos en el sector Nueva Guayaquil.



**Figura 33.** Flujo de procesos referente al funcionamiento de los contenedores inteligentes. Información tomada de draw.io. Elaborado por Jehicob Guerrero.



**Figura 34.** Esquema integral del funcionamiento de los contenedores inteligentes. Información tomada de Adobe Illustrator. Elaborado por Jehicob Guerrero.



**Figura 35.** Esquema de componentes de un contenedor inteligente. Información tomada de Microsoft Word. Elaborado por Jehicob Guerrero.

### 4.3 Conclusiones

Se identificó los componentes de hardware y software necesarios para realizar una gestión dinámica, con lo cual se recomendó un tipo de contenedor capaz de acoplarse a las necesidades de recolección del sector Nueva Guayaquil.

El sistema de recolección de residuos mediante el uso de contenedores inteligentes en la ciudad de Guayaquil para sectores domiciliarios será un sistema sustentable a largo plazo.

Los contenedores inteligentes son una solución efectiva al problema de acumulación de residuos en el sector Nueva Guayaquil.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas, la mayoría de las habitantes (69%) del sector Nueva Guayaquil opinan que en la ciudad de Guayaquil no se respetan los horarios de recolección establecidos.

Los habitantes del sector Nueva Guayaquil están dispuestos a utilizar los contenedores inteligentes para mejorar el servicio de recolección de residuos.

#### **4.4 Recomendaciones**

Si bien la empresa encargada del servicio de recolección posee campañas de concientización sobre la responsabilidad social que tienen los habitantes al momento de despojarse de sus residuos, se debe poner énfasis en conseguir que los habitantes formen una cultura de responsabilidad para que la gestión de sus residuos pueda llevarse de forma efectiva.

Los habitantes del sector donde se realizaron las encuestas indicaron en mayor medida que no están dispuestos al cuidado de los contenedores inteligentes, esto podría repercutir en el funcionamiento de estos, por ende, la necesidad de llegar a ellos mediante campañas que concienticen el cuidado de los contenedores.

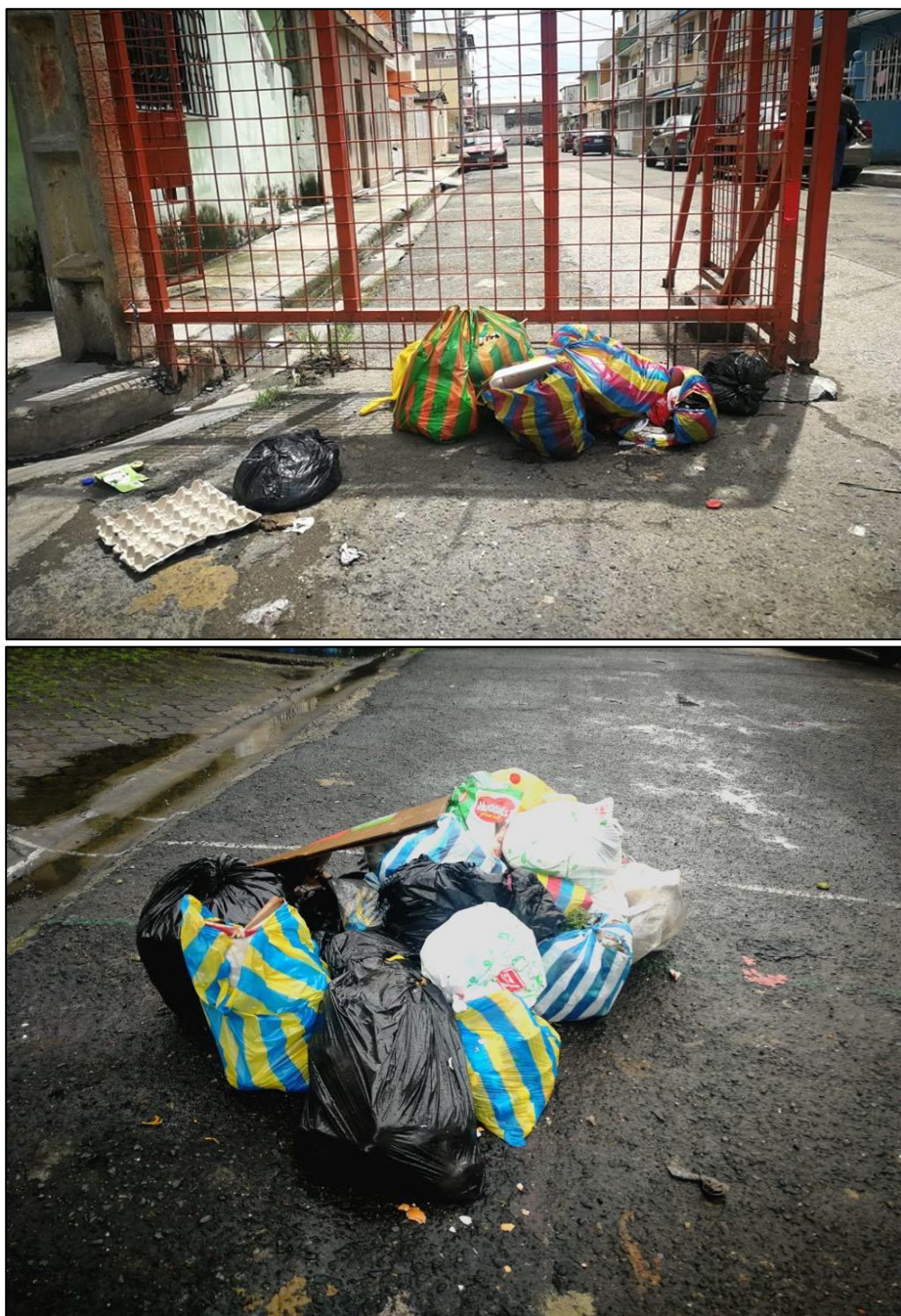
Se deberían realizar más estudios enfocados a los beneficios de implementar este sistema de gestión con contenedores inteligentes, ya que se pueden reducir sus costos operativos hasta un 50%.



**ANEXOS**

## **Anexo 1**

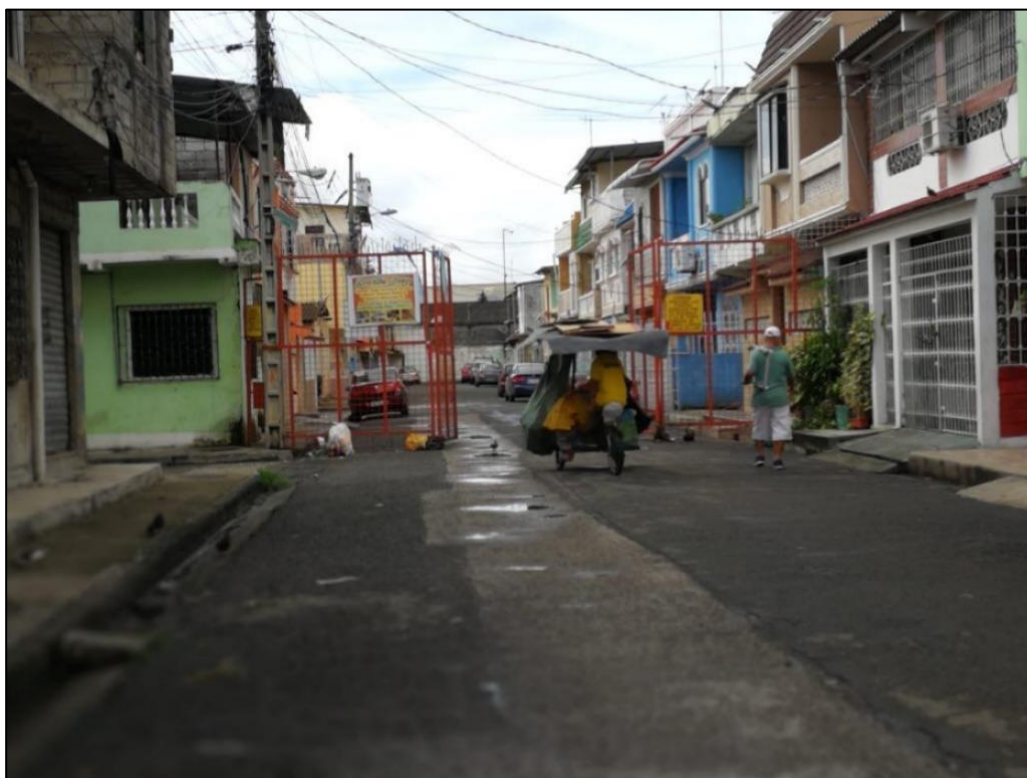
### **Residuos acumulados en el sector Nueva Guayaquil**



*Información tomada de Huawei-P10. Elaborado por Jehicob Guerrero.*

## **Anexo 2**

### **Recolectores independientes en el sector Nueva Guayaquil**



*Información tomada de Huawei-P10. Elaborado por Jehicob Guerrero.*

**Anexo 3****Formato de las encuestas****Universidad de Guayaquil****Facultad Ingeniería Industrial**

Encuesta dirigida a los habitantes de la ciudad de Guayaquil para la utilización de contenedores inteligentes como alternativa para la recolección de residuos en los sectores domiciliarios.

**CONSIDERE LO SIGUIENTE ANTES DE LLENAR LA ENCUESTA:**

- La encuesta es de criterio anónimo.
- Lea las instrucciones antes de contestar.
- Contestar cada una de las preguntas de la encuesta.
- No se permite más de una respuesta en cada pregunta de la encuesta.

**INSTRUCCIONES**

- Encierre la alternativa que considere correcta

**PREGUNTAS:****1.- ¿Como desecha sus residuos?**

- Deposito mis residuos en contenedores cercanos a mi sector.
- Deposito mis residuos en fundas plásticas y los ubico en una parte especifica de mi sector.
- Entrego mis residuos a recicladores independientes.

**2.- ¿Alguna vez a escuchado sobre los contenedores de residuos inteligentes?**

- Si
- No

**3.- ¿Considera que en la ciudad de Guayaquil se respetan los horarios de recolección de basura establecidos?**

- Si
- No

**4.- ¿Considera que el sistema actual de recolección para residuos en sectores domiciliarios es eficiente?**

- Si
- No

**5.- ¿Considera que los habitantes de la ciudad de Guayaquil tienen conocimiento sobre los efectos negativos para la salud causados por la acumulación de residuos en los sectores domiciliarios?**

- Si
- No

**6.- ¿Estaría de acuerdo en utilizar contenedores con tecnología que permitan una recolección más eficiente de los residuos en su sector?**

- Si
- No
- Tal vez

**7.- ¿Estaría comprometido a cuidar los contenedores inteligentes ubicados en su sector?**

- Si
- No

## Bibliografía

- Andrés, M. B. (2018). *Libro online*. Internet de las Cosas.  
[https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas\\_9788429020380\\_internetdelascosas.pdf](https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas_9788429020380_internetdelascosas.pdf)
- Argendustria. (2018). Sitio web. ECO-BITS, el contenedor de residuos con tecnología IoT que permite optimizar la recolección. <http://argendustria.com.ar/eco-bits-el-contenedor-de-residuos-con-tecnologia-iot-que-permite-optimizar-la-recoleccion/>
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución de la República del Ecuador.  
[https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Bonilla, F. M. (2012). Sitio web. Origen, historia y evolución de las Tics.  
<https://sites.google.com/site/ticsyopal5/assignments>
- Centro de Estudios e investigaciones Estadísticas ICM-ESPOL. (2018). *Publicación web*.  
*Sectores Municipales*.  
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14779/43/2\\_SECTORES%20MUNICIPALES.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14779/43/2_SECTORES%20MUNICIPALES.pdf)
- Concienciaeco. (2012). Artículo de revista. ¿Qué es el Co2?  
<https://www.concienciaeco.com/2012/02/20/que-es-el-co2/>
- Conde, C. P. (1996). Libro online. *Sensores ópticos*; Universidad de Valencia.  
<https://books.google.com.ec/books?id=hYuxdtJUJ4UC&pg=PA5&lpg=PA5&dq=universitat+de+valencia+sensores+opticos&source=bl&ots=YgpF1Q94wv&sig=ACfU3U13MNHObWmXuYycftWgUmijOWFILA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiYk-uZsLXgAhUPpFkKHReGCykQ6AEwA3oECAAQAQ#v=onepage&q=universitat+de+valencia+sensores+opticos>
- Consorcio Puerto Limpio. (2016). Sitio web. Brochure.  
<https://www.puertolimpio.com/brochure>
- Consorcio Puerto Limpio. (2019). Sitio web. Mi Ruta. <https://www.puertolimpio.com/mi-ruta>
- El telégrafo. (2018). Diario el Telégrafo. La Alcaldía de Guayaquil convoca licitación para manejo de basura. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/1/la-alcaldia-de-guayaquil-convoca-licitacion-para-manejo-de-basura>
- Fragoso, R. B. (2012). *Sitio Web*. ¿Qué es big data?  
<https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/index.html>

- Godoy, D. A. (2015). Paper. *Optimización en la recolección de contenedores de residuos domiciliarios*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45298/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45298/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- GsmSpain. (2015). *gsmSpain.com*. Sitio web. Glosario de términos relacionados con tecnología. <https://www.gsmSpain.com/glosario/?palabra=GPRS>
- Guayaquil es mi destino. (2016). Sitio web. Clima de la ciudad de Guayaquil. <http://www.guayaquilesmidestino.com/es/descubre-guayaquil/generalidades/clima>
- Karen Rose, S. E. (2015). *Reseña Digital. Internet de las Cosas - Una breve reseña*. <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Mauricio Bouskela, M. C. (2016). Libro digital. *La ruta hacia las smart cities*; Banco Internacional de Desarrollo. <http://www.upefe.gob.ar/wp-content/uploads/La-ruta-hacia-las-smart-cities.pdf>
- Mikel Niño, A. I. (01 de 2015). Artículo de revista. Entendiendo el big data: antecedentes, origen y desarrollo posterior. <https://www.dyna-newtech.com/busqueda-NT/entendiendo-big-data-antecedentes-origen-y-desarrollo-posterior>
- Moba. (2017). Web page. *MOBA Mobile Automation*. <https://moba-automation.com/machine-applications/garbage-gates-waste-chutes/fls/>
- MOBA AUTOMATION. (2016). Web page. State of the art software platform mawis u2. <https://moba-automation.com/markets-and-solutions/waste-management/software/mawis-u2/>
- National Instruments. (2009). Sitio Web. ¿Qué es una Red de Sensores Inalámbricos? <http://www.ni.com/white-paper/7142/es/>
- ONU. (2014). Sitio web. *Los efectos sobre la salud*. [https://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/health\\_impacts/es/](https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/)
- Ortí, C. B. (2006). Paper. Las tecnologías de la información y comunicación (T.I.C.); *Universidad de Valencia*. <https://www.uv.es/~bellochc/pdf/pwtic1.pdf>
- Question Pro. (2016). Sitio web. ¿Qué es una encuesta? <https://www.questionpro.com/es/encuesta.html>
- Recytrans. (2013). Sitio web. Contenedores de residuos. <https://www.recytrans.com/blog/contenedores-de-residuos/>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). Libro. Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021. [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)

- UNICEF. (2014). Libro. *Experiencias urbanas de gestión integral de residuos en 10 municipios de Argentina*. [https://www.inti.gob.ar/rsu/pdf/guias/exp\\_2013.pdf](https://www.inti.gob.ar/rsu/pdf/guias/exp_2013.pdf).
- Universo Formulas. (2017). Sitio web. Población estadística.  
<https://www.universoformulas.com/estadistica/descriptiva/poblacion-estadistica/>
- Valles Chávez A, A. C. (2018). Artículo de revista. Innovación de un contenedor de basura inteligente  
<http://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes1/Innovaci%C3%B3n%20de%20un%20contenedor%20de%20basura%20inteligente.pdf>
- Víctor Henry Rúa Montalvo, V. A. (2018). Tesis. Prototipo de un sistema de registro y monitoreo del nivel de llenado de un contenedor de basura utilizando sensores continuos y comunicación wifi en la tarjeta de desarrollo Beaglebone black.  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/9283/T681.2%20R894.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- VV.AA. (2008). Libro. *Reciclado Y Tratamiento de Residuos*. UNED  
<https://www.librosuned.com/LU9073/Reciclado-y-tratamiento-de-residuos-.aspx>
- WeatherSpark. (2018). Sitio web. El clima promedio en Guayaquil  
[https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o?fbclid=IwAR1Um8eb5kJPdx5ipM7GXE54kOa05aRPur8NU98ZbR\\_YxpOGBdgD3rk3JhA](https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o?fbclid=IwAR1Um8eb5kJPdx5ipM7GXE54kOa05aRPur8NU98ZbR_YxpOGBdgD3rk3JhA)