



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE CONTENERIZACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA PARROQUIA DE  
SHUSHUFINDI CENTRAL

AUTOR

Jonathan Patricio Quiroz Almeida

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS.

PROPUESTA DE CONTENERIZACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA PARROQUIA SHUSHUFINDI  
CENTRAL.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero Ambiental en Prevención y  
Remediación.

Profesor Guía  
MSc. Daniel Hernán Hidalgo Villalba

Autor  
Jonathan Patricio Quiroz Almeida

Año  
2019

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de contenerización y recolección de los residuos sólidos urbanos para la parroquia Shushufindi Central, a través de reuniones periódicas con el estudiante Jonathan Patricio Quiroz Almeida, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

-----  
Daniel Hernán Hidalgo Villalba

Magister en Ciencias de la Ingeniería Especialización Ingeniería Ambiental

C.I.: 1801914449

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de contenerización y recolección de los residuos sólidos urbanos para la parroquia Shushufindi Central de Jonathan Patricio Quiroz Almeida en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

-----  
Marco Vinicio Briceño León

Máster en Ciencias especialización Energías Renovables

C.I.: 1715967319

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

-----  
Jonathan Patricio Quiroz Almeida

C.I.: 2100232384

## **RESUMEN.**

En el presente trabajo de titulación se presenta dos propuestas para mejorar el sistema de recolección de los residuos sólidos urbanos de la parroquia Shushufindi Central. Una de las propuestas consiste en la aplicación de un sistema de contenerización para los sectores críticos de la parroquia, mientras, la propuesta numero dos consiste en la optimización de los horarios de recolección de residuos aprovechables y no aprovechables.

Para la obtención de los puntos críticos de la parroquia se aplicaron dos métodos de análisis multicriterio, el método de análisis de promedios ponderados y el método de análisis jerárquico (AHP), donde en ambos métodos se evaluó cada barrio de la parroquia para los criterios que identifican a un barrio en específico como punto crítico apto para la contenerización. Estos criterios fueron: calidad de las veredas, calidad de las calles, tamaño del área y la cantidad de manzanas que cada barrio alberga en sus límites.

Para la optimización de los horarios de recolección se partió de la elaboración de una caracterización de los residuos sólidos urbanos, con la finalidad de determinar la producción actual y proyectar la producción futura de los residuos aprovechables y no aprovechables generados en la parroquia.

Las propuestas fueron planeadas considerando los recursos actuales de la parroquia.

## **ABSTRACT.**

In the present degree work two proposals to improve the system of collection of the urban solid waste of the Central Shushufindi parish are presented. One of the proposals consists of the application of a system of containerization for the critical sectors of the parish, while, the proposal number two consists of the optimization of the schedules of collection of usable and unusable waste.

To obtain the critical points of the parish multicriterial analysis methods were applied, the method of analysis of weighted averages and the method of hierarchical analysis (AHP) were applied, where both methods were evaluated in each neighborhood of the parish to identify a neighborhood specifically as a critical point suitable for containment. These criteria were: the quality of the sidewalks, the quality of the streets, the size of the area and the number of blocks that each neighborhood houses within its limits.

To optimize schedules gathering, partitioning the development of a function of waste from urban areas, in order to determine the current production and project the future production of harvestable and non-recyclable waste generated in the parish.

The proposals were raised considering the current resources of the parish.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Alcance. ....	5
1.3. Justificación. ....	5
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos. ....	8
2. Marco Teórico.....	8
2.1. Residuo y Desecho.....	8
2.2. Residuos Sólidos Urbanos.....	8
2.3. Residuos Peligrosos.....	9
2.4. Clasificación de los Residuos.....	9
2.4.1. Según su Composición.....	9
2.4.2. Según su Potencial Contaminante.....	10
2.4.3. Según su Fuente de Origen.....	10
2.4.4. Según sus Propiedades Fisicoquímicas.....	11
2.5. Clasificación de Residuos Sólidos Urbanos.....	11
2.5.1. Residuos Aprovechables o Reciclables.....	12
2.5.2. Residuos No aprovechables o No reciclables. ....	13
2.6. Contaminación por Residuos Sólidos.....	13
2.6.1. Contaminación del Suelo.....	14
2.6.2. Contaminación del Agua.....	14
2.6.3. Contaminación del Aire.....	14
2.6.4. Contaminación Visual.....	15
2.7. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.....	15
2.7.1. Contenerización de los Residuos Sólidos.....	16
2.7.2. Disposición Final de los Residuos Sólidos. ....	17
2.7.3. Reciclaje.....	18
3. Metodología.....	19



3.1. Caracterización de los Residuos Sólidos.....	19
3.1.1. Cantidad de Muestras.....	19
3.1.2. Recolección de la Muestra y Encuesta.....	19
3.1.3. Cuarteo.....	20
3.1.4. Clasificación de Subproductos.....	22
3.2. Densidad de los Residuos Sólidos.....	22
3.3. Generación Per cápita de los Residuos Sólidos.....	23
3.3.1. Producción Residencial.....	23
3.3.2. Producción Comercial.....	24
3.3.3. Generación Per cápita.....	25
3.4. Población Futura.....	25
3.5. Matriz de Identificación de Puntos Críticos.....	26
3.5.1. Método de Análisis Jerárquico (AHP).....	26
3.5.1.1. Matrices de Comparaciones Pareadas.....	26
3.5.1.2. Sintetización.....	28
3.5.1.3. Matriz de Prioridades.....	28
3.5.2. Método de Promedios Ponderados.....	28
3.5.2.1. Criterio Veredas.....	29
3.5.2.2. Criterio Calles.....	29
3.5.2.3. Criterio Área.....	29
3.5.2.4. Criterio Manzanas.....	30
3.5.2.5. Matriz de Identificación.....	30
3.6. Recolección.....	30
3.6.1. Porcentaje de Residuos Aprovechables y No Aprovechables.....	30
3.6.2. Producción de Residuos Aprovechables y No Aprovechables.....	31
3.6.3. Cantidad de Vehículos para la Recolección.....	32
3.6.4. Tiempo de Recolección.....	32
3.7. Contenerización.....	33
3.7.1. Tamaño del Contenedor.....	33
3.7.2. Producción de Residuos.....	33
3.7.3. Número de Contenedores.....	34

3.7.4. Ubicación de los Contenedores.....	35
3.8. Horarios y Sectores de Recolección.....	35
3.8.1. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema con Contenerización.....	35
3.8.2. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema sin Contenerización.....	36
4. Resultados y Análisis de Resultados.....	37
4.1. Caracterización de los Residuos Sólidos. ....	37
4.1.1. Resultados de la Encuesta. ....	37
4.1.2. Clasificación de Subproductos.....	40
4.2. Densidad de los Residuos Sólidos.....	43
4.3. Generación Per Cápita de los Residuos Sólidos. ....	44
4.3.1. Producción Per Cápita Residencial. ....	45
4.3.2. Producción Per Cápita Comercial.....	45
4.3.3. Generación Per Cápita Total. ....	46
4.4. Población Futura. ....	46
4.5. Matrices de Identificación de Puntos Críticos.....	47
4.5.1. Método de Análisis Jerárquico (AHP).....	47
4.5.2. Método de Promedios Ponderados. ....	49
4.6. Recolección. ....	52
4.6.1. Porcentaje de Residuos Aprovechables y No Aprovechables. ....	52
4.6.2. Producción de Residuos Aprovechables y No Aprovechables. ....	52
4.6.3. Cantidad de Vehículos para la Recolección. ....	54
4.6.4. Tiempo de Recolección. ....	55
4.7. Contenerización.....	56
4.7.1. Tipo de contenedores.....	56
4.7.2. Producción de residuos. ....	56
4.7.3. Número de contenedores. ....	57
4.8. Horarios y Sectores de Recolección.....	58
4.8.1. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema con Contenerización.....	58

4.8.2. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema sin Contenerización.....	64
5. Conclusiones y Recomendaciones. ....	71
5.1. Conclusiones.....	71
5.2. Recomendaciones.....	72
REFERENCIAS. ....	73
ANEXOS. ....	78

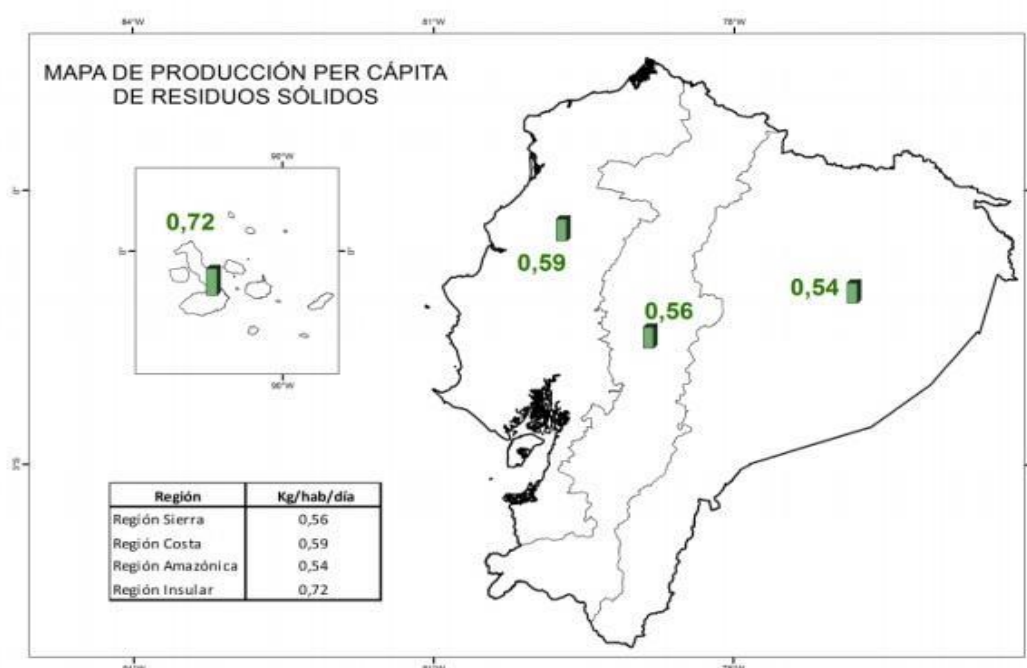
## **1. Introducción.**

### **1.1. Antecedentes.**

Uno de los mayores problemas ambientales en el mundo entero es la producción de residuos sólidos urbanos; de acuerdo a un estudio realizado en el año 2015 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la International Solid Waste Association (ISWA), establece que se producen entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) anuales en todo el mundo, también se menciona que cerca de 3.000 millones de personas, es decir el 40% de habitantes del mundo aproximadamente, no tienen acceso a sistemas adecuados de recolección y gestión de residuos sólidos. (Wilson & Velis, 2015)

Un comunicado dado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 15 de marzo de 2015 en Ginebra, estima que en el 2012 fallecieron más de 12,6 millones de personas en todo el mundo por vivir o trabajar en condiciones ambientales poco saludables. Las causas de estas condiciones se les atribuyen a varios factores, entre ellos la contaminación del aire, el agua y el suelo. La mala gestión de los residuos sólidos contribuye a crear zonas insalubres contaminando el aire, el agua y el suelo. Del mencionado informe, se analizó más de 100 categorías de traumatismos y enfermedades, muchas de ellas son vinculadas al deterioro medio ambiental, como enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrales y la cardiopatía isquémica, además de traumatismos involuntarios, cánceres, neumopatías crónicas, enfermedades diarreicas, infecciones respiratorias, afecciones neonatales y paludismo. (World Health Organization & Environmental Health, 2015).

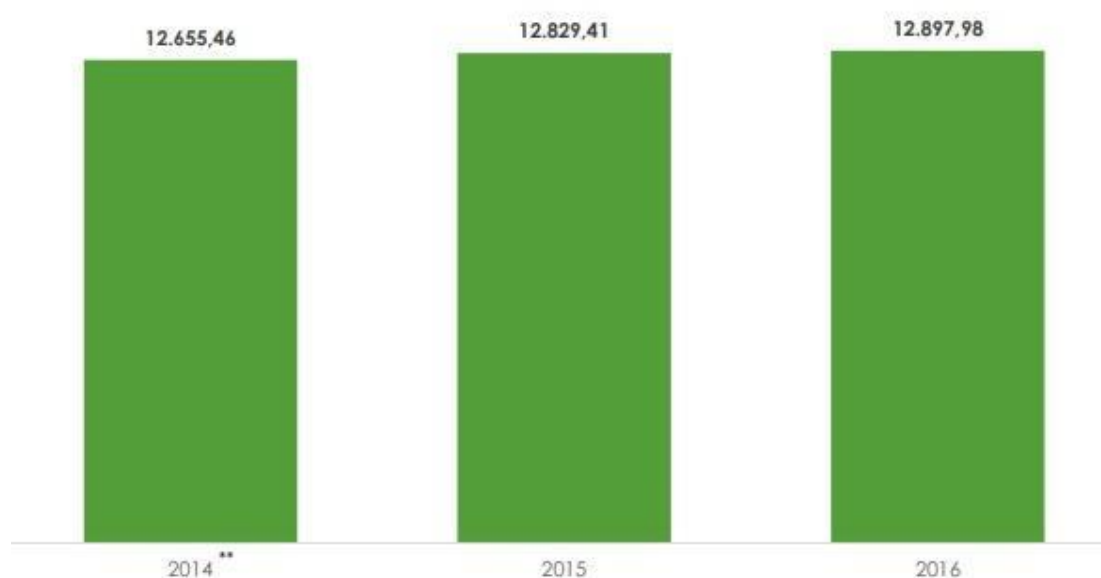
La producción de residuos sólidos urbanos varía dependiendo de la localidad, el consumo de la sociedad, sus costumbres y otros factores. En países desarrollados como Estados Unidos, el promedio por persona varía entre 1,5 y 3 kilogramos diarios (Feuerman, 2002), mientras que en países en vías de desarrollo la producción de residuos sólidos se encuentra entre 0,5 y 1 kilogramo diario (Ripoll, 2003). En Ecuador la producción per cápita se encuentra en los 0.57 kilogramos de residuos sólidos por habitante al día en la región continental, sin embargo, en la región insular se encuentra en los 0.72 kilogramos por habitante día, de acuerdo con los últimos datos del Registro de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) Municipales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).



*Figura 1.* Mapa de Producción Per Cápita de Residuos Sólidos (Kg/Hab). Tomado de INEC, 2014.

La responsabilidad de la recolección y gestión de residuos sólidos recae en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, los mismos que suman la cantidad de 221 municipios en el país y de acuerdo con la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) son pocas las ciudades que tienen un

sistema de recolección y gestión de residuos sólidos urbanísticos responsable. En el 2012 solo el 20% de los municipios en el país poseían un sistema de gestión responsable, el otro 80%, contaban con un sistema de gestión deficiente. A partir de ese punto, la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas firmó un convenio con el Ministerio de Ambiente (MAE), convenio que consistió en una mutua colaboración técnica para mejorar las condiciones ambientales en el país. Actualmente el 51%, correspondiente a 112 municipios, cuentan con lugares adecuados de disposición final, sin embargo, en cuanto al sistema de recolección no se nota un incremento significativo, de acuerdo con datos del INEC desde el 2014 al 2016 no se diferencia un incremento en las cantidades recolectadas de residuos sólidos a nivel nacional, lo que se traduce a que no se ha aumentado la cobertura de recolección de residuos sólidos en esos 3 años.

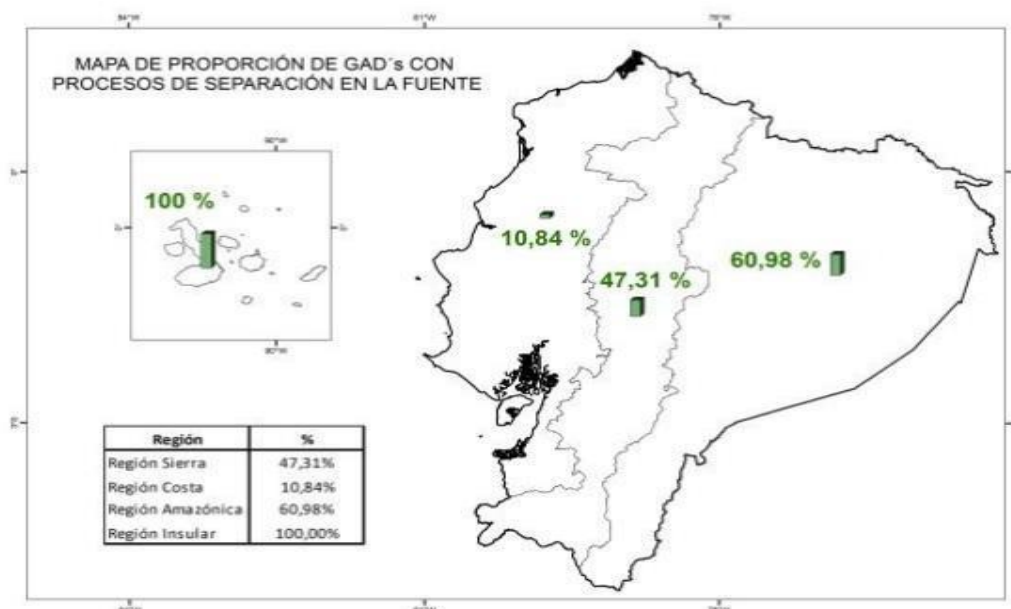


*Figura 2.* Datos de residuos sólidos recolectados al día a nivel nacional (ton/día).

Tomado de INEC, 2016.

En el país solo el 37% de municipalidades han iniciado y mantienen procesos de separación de residuos sólidos en la fuente, el 63% no cuentan con separación diferenciada. A nivel nacional en el 2014 un estudio realizado por el

INEC calcula que se recolectaron 11203.24 toneladas de residuos sólidos al día, de los mismos, solo el 10% se recolectaron de manera diferenciada entre residuos orgánicos e inorgánicos desde la fuente.



*Figura 3.* Mapa de Proporción de GAD con procesos de separación en la fuente.

Tomado de INEC, 2014.

La parroquia Shushufindi cabecera cantonal del cantón con el mismo nombre se situada en la provincia de Sucumbíos en la región amazónica del Ecuador. Su población urbana es de 26902 habitantes. Maneja un relleno sanitario como disposición final de residuos sólidos inaugurado en octubre del 2018, el mismo que está destinado para la recepción de todos los residuos sólidos del cantón y sus parroquias Shushufindi, Limoncocha, San Roque, San Pedro de los Cofanes y Siete de Julio con excepción de la parroquia Pañacocha, que por su distancia no tiene acceso al mismo. En el GAD Municipal de Shushufindi el encargado de los residuos sólidos del cantón es el Departamento de Ambiente, Higiene y Salubridad, el mismo que cuenta con instalaciones adecuadas, cuatro vehículos recolectores, un volquete, una excavadora y personal para el desarrollo de la gestión y recolección de los residuos sólidos urbanos y rurales.

Actualmente cuentan con rutas establecidas de recolección y fomentan la recolección diferenciada.

### **1.2. Alcance.**

El informe tiene como finalidad presentar dos propuestas, la primera propuesta consta en el diseño de un sistema de contenerización de los RSU, mediante un análisis multicriterio desarrollado para la obtención de los puntos críticos del sector de acuerdo con los límites urbanos propuestos en el plan de ordenamiento territorial de la parroquia Shushufindi. La segunda propuesta se restringe al rediseño de los horarios de recolección clasificada, a partir de la elaboración de una caracterización de los RSU, levantada en la parroquia Shushufindi. Las propuestas se fundamentan en plantear una mejor recolección de los RSU en la parroquia, proyectada para 5 años desde la caracterización realizada, y se limitan al uso y optimización de los recursos actuales del GAD municipal.

### **1.3. Justificación.**

Desde el 2012 a la actualidad se ha incrementado o mudado de infraestructuras inadecuadas para la disposición final de residuos sólidos a infraestructuras de gestión adecuadas en un 31% a nivel nacional. Este es el caso del Cantón Shushufindi, donde sus parroquias pasaron de tener un vertedero a cielo abierto a tener un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos. Sin embargo, el sistema de recolección de los residuos sólidos urbanos aún presenta carencias, dado al manejo de horarios inadecuados, rutas poco eficientes que no consideran la producción real de residuos sólidos barriales y sectoriales, etc. Esto se puede corroborar con datos del INEC donde se aprecia que, a nivel provincial en Sucumbíos, en 10 años el sistema de recolección ha incrementado tan solo un 0.6%, lo que trae



como consecuencia que cerca de 16 mil habitantes en la provincia no tienen acceso a la recolección de residuos sólidos, lo que determina que esta población realice una disposición inadecuada de los mismos.

A nivel nacional solo el 38.32% de habitantes reciclan y tan solo el 13% reutilizan los residuos orgánicos, ya sea para compostaje, abono o alimento para animales. En la región amazónica el 60.98% de los GAD cuentan con separación diferenciada en la fuente, este dato no se aleja de la realidad actual de la parroquia Shushufindi, donde si bien es cierto manejan horarios de recolección diferenciada, estos mismos que son ineficientes, esto se aprecia dado que el municipio autoriza el ingreso de recicladores primarios (minadores) en el relleno sanitario para recuperar los residuos aprovechables, de igual manera las bandas transportadoras y de separación implementadas en el relleno sanitario no son utilizadas en la actualidad, ya que los vehículos destinados a la recolección de residuos aprovechables vienen con residuos no aprovechables en gran proporción, esto se puede deber a la realización de horarios de recolección diferenciada con datos no actuales de producción de residuos aprovechables y no aprovechables. Como se puede observar la problemática está en torno a la mala disposición generada por la deficiente recolección. Se puede destacar que en el cantón se han hecho méritos para mejorar la disposición final, pero se ha dejado de lado la importancia de optimizar la recolección de los residuos sólidos, siendo ésta una de las operaciones que mayor presupuesto demanda dentro del ciclo de manejo de los RSU.

La propuesta surge de la necesidad de mejorar el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos de la parroquia Shushufindi, proponiendo un sistema de contenerización, optimizando los horarios de recolección, para de esta manera aumentar la confianza de los habitantes hacia el sistema, creando horarios apropiados de recolección diferenciada, justificando la acción a través de la obtención de datos reales de producción de desechos aprovechables y no

aprovechables, de tal forma que se facilite el reciclaje, aumentando la vida útil del relleno sanitario.

Adicionalmente, la información levantada será de gran utilidad en el futuro para optimizar el sistema de recolección de RSU, como la caracterización y la producción per cápita, además de analizar la propuesta de uso de contenedores para mejorar la recolección de los RSU. Resulta de gran importancia aplicar una metodología cuantitativa y cualitativa para determinar cuáles serían las posibles rutas y horarios que garantice un correcto sistema de recolección de igual forma determinar si el uso de contenedores es viable tomando en cuenta la realidad de la parroquia y las capacidades del GAD municipal.

Por otra parte, la propuesta contribuye a la reducción de pasivos ambientales generados por el mal manejo de los RSU y el uso de botaderos clandestinos que actualmente la población utiliza dado que el sistema actual no satisface las necesidades de los habitantes, generando un grave problema ambiental, de salud y económico.

El trabajo cuenta con una utilidad metodológica, dado que podría utilizarse para mejoras del sistema, incluso puede ser aplicable para las parroquias rurales del cantón. De manera que se posibilitará análisis conjuntos, comparaciones y evaluaciones entre sistemas. La propuesta es viable dado que la parroquia cuenta con los recursos necesarios para llevarla a cabo.

#### **1.4. Objetivos.**

##### **1.4.1. Objetivo General.**

Elaborar una propuesta de un sistema de contenerización y plan de recolección de los residuos sólidos urbanos de la parroquia Shushufindi Central.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- Diseñar un sistema de contenerización para los residuos sólidos urbanos de acuerdo con los puntos críticos del sector.
- Rediseñar el sistema de recolección con horarios determinados para los residuos sólidos urbanos del sector.

## **2. Marco Teórico.**

### **2.1. Residuo y Desecho.**

Residuo es el objeto o sustancia que proviene de una actividad productiva o de consumo, la misma que el poseedor se ve en la necesidad de desprenderse por no ser sujeto de interés de la actividad que lo generó o por ya cumplir su vida útil (Xavier Elias, 2012, p. 18). El significado de desecho de acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española es sinónimo de residuo, aunque desde un punto de vista técnico, desecho se considera aquellos objetos o sustancias que no tienen un valor comercial, es decir un desecho no es considerado para ser reciclado (Castro, Aguilar, 2007, p. 4).

### **2.2. Residuos Sólidos Urbanos.**

También conocidos como residuos sólidos municipales, son todos los residuos sólidos provenientes de domicilios particulares, ámbitos laborales, hoteles, restaurantes, comercios, edificios administrativos y de los servicios públicos que por su naturaleza no se clasifique como residuo peligroso (Xavier Elias,

2012, p.19). En general son todos los residuos provenientes de la actividad humana y que son desechados día a día, son denominados basura.

### **2.3. Residuos Peligrosos.**

Son residuos cuyas características se definen como peligrosos por normas preestablecidas, estas características por lo general son: corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, patógenas o infecciosas, siendo estas seis principales, denominativo de características CRETIP. Otras características que las normas especifican son combustibles, volátiles y radiactivas (Castro, Aguilar, 2007, p. 7).

### **2.4. Clasificación de los Residuos.**

La clasificación de los residuos puede llegar a ser muy compleja, por lo general se realiza a través de la consideración de distintos factores, ya sea sus características fisicoquímicas, el origen, la peligrosidad, los posibles tratamientos, los flujos temáticos, etc. No obstante, la clasificación no se detiene ahí, dentro de cada clasificación se puede establecer varias subclasificaciones, lo que conlleva a una complejidad mayor. De tal manera, se puede observar bibliográficamente una gran variedad de modos de clasificación de los residuos. (Cabildo et al, 2008).

#### **2.4.1. Según su Composición.**

- Residuos orgánicos: todo desecho de origen biológico, proveniente de seres vivos o partes de un ser vivo, como son las hojas, ramas, cascaras, restos de alimentos, etc. Todo aquello que es biodegradable.

- Residuos inorgánicos: todo desecho de origen no biológico. Dado a sus características químicas su descomposición natural es muy lenta. En esta categoría se encuentran compuestos orgánicos, pero no son biodegradables. Por lo general están compuestos por: plásticos, metales, papel, vidrio, etc. (Ubierno, Menéndez & Mihura, 2014)

#### **2.4.2. Según su Potencial Contaminante.**

- Residuos inertes: Generalmente residuos estables durante el tiempo, por esta característica no tienen impactos apreciables.
- Residuos no peligrosos: Generalmente residuos que cuentan con características estables como inestables durante el tiempo, por ello su manejo adecuado disminuye su potencial de peligrosidad.
- Residuos peligrosos: Residuo que pueda causar daño directa o indirectamente, a todo ser vivo, así también como contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. (Ubierno, Menéndez & Mihura, 2014)

#### **2.4.3. Según su Fuente de Origen.**

- Residuo Sólido Urbano: Son todos los residuos generados en el ámbito urbano. Estos residuos varían en calidad y cantidad, dependiendo de varios factores como la cultura, el nivel de ingreso económico, los hábitos de consumo, desarrollo tecnológico de la sociedad y los estándares de calidad de vida.
- Residuos Industriales: Son los residuos que generan las industrias de acuerdo de la tecnología del proceso productivo, así como también de la calidad y cantidad de materias primas o los productos intermedios utilizados.

- Residuos Hospitalarios: Son los residuos provenientes de hospitales, centros de salud y asistencia médica humana o animal. Generalmente se categorizan como residuos peligrosos.
- Residuos agrícolas: Son los residuos generados por las actividades agrícolas, ganaderas, pesca, actividades forestales, cinegética y por la industria alimenticia en general. (Ubierno, Menéndez & Mihura, 2014)

#### **2.4.4. Según sus Propiedades Físicoquímicas (estructura y composición).**

- Biodegradables: Residuos capaces de tender a una descomposición aerobia o anaerobia por la acción de microorganismos ya sea bacterias, hongos o algas, bajo condiciones normales del medio ambiente (humedad, temperatura, etc.).
- Compostables: Residuos que pueden biodegradarse siempre y cuando existan condiciones controladas y su restauración en humus por labor de microorganismos de manera que la materia orgánica del producto esté disponible como nutrientes para las plantas.
- Oxo-degradables: Residuos que generan la descomposición por medio de varias etapas, proceso que sólo puede llevarse a cabo por el uso de aditivos químicos que incentivan la degradación inicial.
- Foto-degradables: Residuos que pueden ser degradados por la acción de la radiación solar como los rayos ultravioleta, el residuo resultante de esta acción es fragmentado en partículas diminutas. (Ubierno, Menéndez & Mihura, 2014)

#### **2.5. Clasificación de Residuos Sólidos Urbanos.**

El Ministerio de Salud Pública (MSP) en Ecuador promueve la clasificación de residuos sólidos urbanos en dos categorías, reciclables o aprovechables y no

reciclables o no aprovechables, a partir de esta categorización se originan proyectos como el de basureros ecológicos para las instituciones públicas, privadas y zonas de interés público en general. El proyecto consiste en el uso de cuatro recipientes diferenciados por colores (gris, azul y verde) para los residuos reciclables y (negro) para los no reciclables, de mayor producción. De acuerdo con el Ministerio de Salud Pública el 70% de basura pueden ser reciclable.



*Figura 4.* Imagen de los recipientes del proyecto basureros ecológicos. Tomado de Ministerio de Salud Pública, s.f.

### 2.5.1. Residuos Aprovechables o Reciclables.

- Desechos Plásticos: Envases no retornables, Frascos, Tetrapack, Bolsas plásticas (no sucias).
- Desechos de papel o cartón: Hojas impresas, Papel reutilizado, Periódicos, Revistas, Cuadernos, Libros, Libretas, Cajas o cartón plegado.

- Desechos biodegradables: Restos de comida, Frutas, Verduras, Residuos orgánicos de jardín.
- Desechos de vidrio: Todo recipiente de vidrio no contaminado.

### **2.5.2. Residuos No aprovechables o No reciclables.**

- Desechos Plásticos: Vasos de plástico delgado, Cubiertos plásticos, Envases plásticos contaminados, Sorbetes, Envolturas plásticas de alimentos.
- Desechos de papel o cartón: Papel calca, Papel sucio o manchado de restos orgánicos, Papel brillante y plastificado, Papel aluminio, Papel higiénico y servilletas.
- Desechos biodegradables: Residuos de productos lácteos o líquidos.

### **2.6. Contaminación por Residuos Sólidos.**

Toda actividad genera de manera directa o indirectamente residuos, ya sea al final de la vida útil del producto o bien durante su proceso de fabricación. El incontrolable aumento de residuos producidos y los sistemas de tratamiento más comunes, como son la incineración y los depósitos en vertederos, tienen grandes impactos sobre el medio ambiente y están directamente relacionados con el deterioro del mismo. (Bureau Veritas, 2008, p. 255). A partir del siglo XX la producción de compuestos orgánicos sintéticos se ha incrementado, esto debido a la producción industrial y el uso de nuevos materiales, creando facilidades y aumentando la economía del mundo. Sin embargo, esta excesiva producción ha generado consecuencias negativas para el ambiente, ya sea la atmósfera, hidrosfera, suelo y sedimentos (Fernández, Gómez, Díaz, Aparicio, Nieto, 2004, p.76-77).



### **2.6.1. Contaminación del Suelo.**

Se conoce como contaminación del suelo al cambio en las características físicas, químicas y biológicas del suelo que causan el deterioro de la calidad de este. (R. Jiménez Ballesta, 2017, p. 7). La acumulación de residuos sólidos en los suelos conlleva un deterioro a los mismos, en escalas puntuales, si hablamos en escalas globales la afectación proviene de los sistemas de tratamientos tradicionales como los vertederos generan acumulación de sustancias peligrosas en el suelo, los procesos de incineración de los residuos producen depósitos de escoria, cenizas, etc. (Bureau Veritas, 2008, p. 255).

### **2.6.2. Contaminación del Agua.**

Se considera como contaminación del agua a cualquier cambio físico o químico en cuerpos hídricos, que pueda afectar perjudicialmente a los seres vivos que dependen de la misma (Valencia, Sánchez, Ortiz et al. 2007, p. 36). El factor agua es uno de los más delicados y de los más perjudicados por el mal manejo de residuos sólidos, la mala implementación de depósitos en vertederos genera lixiviados de sales, metales pesados, compuestos orgánicos persistentes y biodegradables a la capa freática. Por otra parte, la incineración de los residuos sólidos conlleva a deposición de sustancias peligrosas en aguas superficiales de la cercanía. (Bureau Veritas, 2008, p. 255).

### **2.6.3. Contaminación del Aire.**

Se discurre como contaminación atmosférica a la acumulación en el aire de compuestos y formas de energía que modifiquen la calidad de éste. La atmósfera está compuesta por una mezcla equilibrada de gases y otras sustancias, mismos necesarios para el desarrollo de vida en el planeta, la presencia del exceso de sustancias provenientes de actividades humanas,

incluso de fenómenos naturales amenaza el equilibrio y calidad del aire. (Martínez & Díaz, 2004, p. 10-17) Los residuos sólidos generan problemas a la atmósfera como la emisión de metano, dióxido de carbono y olores, además de la acción de los rayos solares sobre las botellas plásticas causan efecto invernadero. La incineración de los residuos sólidos genera emisiones de Dióxido de azufre, Óxidos de nitrógeno, Cloruro de hidrógeno, Ácido hidrofluórico, Compuestos orgánicos volátiles, Monóxido de carbono, Dióxido de carbono, Dioxinas, Furanos y Metales pesados, causando deterioro a la atmósfera. (Bureau Veritas, 2008, p. 255).

#### **2.6.4. Contaminación Visual.**

La contaminación visual se precisa de varias formas, una de ellas se concreta como el abuso de elementos considerados como no arquitectónicos que degradan la belleza o imagen del paisaje natural o artificial, ya sea por la acumulación de materia prima, productos, residuos, basura, etc. (Méndez, 2013, p. 47)

#### **2.7. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos.**

La gestión de residuos sólidos urbanos (GRSU) se define en el manejo de un plan descrito para llevar a fin una adecuada gestión integral de los residuos sólidos urbanos en todas las fases, desde su producción hasta su disposición final, por medio del desarrollo de distintos programas de operación creados a partir de la elección e implementación de tecnologías e instrumentos de gestión que convenga de mejor manera a la realidad del lugar de implementación. Tiene como fin reducir el impacto perjudicial que los residuos sólidos urbanos pueden producir al entorno. (Ubierno, Menéndez & Mihura, 2014, p. 81) Los problemas que puede ocasionar el mal manejo de los RSU están correlacionados con la salud pública dado a la propagación de vectores

transmisores de enfermedades y a la contaminación del aire por la incineración de los residuos, además, de la generación de gases producto de la acción anterior y de la descomposición de la materia orgánica. (Augusto José Fazenda, 2016, p. 1-3)

### 2.7.1. Contenerización de los Residuos Sólidos.

La contenerización de los residuos sólidos es el uso de contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos para su posterior transporte. Los contenedores para la recolección de RSU deben ser sólidos, higiénicos y resistentes. Principalmente están fabricados de polietileno de alta densidad, para resistir a los cambios de temperatura y a los rayos ultravioleta de la intemperie. Existen varios tipos de contenedores, principalmente se diferencian dependiendo del volumen que se necesite, otras características dependen de la utilidad, pueden estar equipados con ruedas, tirantes, aperturas a pedal, tapas con o sin bisagra para facilitar su manejo.



Figura 5. Imagen de los tipos de contenedores.

Tomado de grucomcv, s.f.

### 2.7.2. Disposición Final de los Residuos Sólidos.

- Vertederos a cielo abierto.

Los vertederos a cielo abierto para la disposición final de residuos sólidos son instalaciones inadecuadas que por lo general operan sin control ni estudios preliminares, además, en su gran mayoría son instalaciones clandestinas, por lo que tampoco reciben labores de saneamiento. Principalmente son fuente de dos tipos de emisiones: gaseosas, como es el caso del metano y el dióxido de carbono, y emisiones líquidas como los lixiviados, los mismos que arrastran concentraciones elevadas de todo tipo de contaminantes orgánicos e inorgánicos, incluyendo ácidos húmicos, nitrógeno amoniacal y metales pesados, así como sales inorgánicas y una gran variedad de microorganismos que se encuentran en la biomasa de los residuos sólidos. (Rojas & Sahagún, 2012, p. 23-26).

- Relleno sanitario.

El relleno sanitario es una técnica para la disposición de los desechos en el suelo sin afectar al medio ambiente y sin originar molestia o peligro para la salud y seguridad pública. Se basa en el uso de principios de ingeniería para confinar los desechos en el menor espacio posible, comprimiendo su volumen al mínimo practicable, y cubriendo los desechos allí depositada con un manto de tierra con la periodicidad necesaria al fin de cada jornada. En esencia consta de celdas anteriormente impermeabilizadas donde una vez depositados, compactados y nivelados los residuos sólidos, estos son cubiertos con tierra u otro material inerte. El manejo de los subproductos de la putrefacción de los residuos es realizado en instalaciones adecuadas cercanas al relleno. Estos subproductos corresponde en gran mayoría a líquidos percolados, denominados lixiviados que son recolectados en el fondo de la celda y para ser transportados a lagunas de tratamiento, por otra parte, hay biogás, fruto de la descomposición anaerobia de los residuos, mismo que generalmente es

transportado mediante una red de tuberías para ser almacenado y utilizado como fuente de energía o incinerado para convertirlo en dióxido de carbono de tal manera disminuir su capacidad de generación de calentamiento global (Noguera & Olivero, 2010, p. 348).

### 2.7.3. Reciclaje.

Se conoce como reciclaje a la acción de recuperar los desechos sólidos con el fin de reintegrarlos al ciclo económico, siendo aprovechados como materia prima para la producción de nuevos productos, de tal forma lograr beneficios económicos, ecológicos y sociales:

- En varios países, la relación entre los costos de materiales reciclados y la mano de obra es tal que el reciclaje se convierte en una actividad rentable.
- El reciclaje permite recuperar materiales y, por resultado, economizar materia prima, energía y agua que se necesita para la elaboración de nuevos materiales y bajar la contaminación ambiental.
- El reciclaje colabora a crear fuentes de trabajo.
- El reciclaje permite a la industria aumentar su competitividad con el acceso a materia prima secundaria de bajo precio.
- El reciclaje disminuye la cantidad de desechos que se sitúan en los botaderos o rellenos sanitarios, disminuyendo los impactos ambientales que se generan en la disposición final.(Eva Röben, 2003, p. 4)

Tabla 1.

*Potencial de ahorro de energía en materiales reciclados.*

Material	Ahorro de energía (GJ/t de material reciclado) <sup>1</sup>
Vidrio	7
Papel y cartón	6
Plásticos (promedio)	60
Metales férreos	18

Tomado de Municipio de Loja, s.f.

### **3. Metodología.**

#### **3.1. Caracterización de los Residuos Sólidos.**

##### **3.1.1. Cantidad de Muestras.**

Para determinar la cantidad adecuada de muestras necesarias para la caracterización de la parroquia se utilizó la norma ISO 2859-1, la misma que establece un sistema de muestreo para la inspección por atributos basado en el nivel de calidad aceptable. Se optó por el nivel de inspección general I que, como establece la norma, se utiliza cuando se necesita menor discriminación. En la tabla general de planes de muestreo simple para inspección reducida de la norma se establece un tamaño de 32 muestras correspondiente a 3436 lotes como universo total, de acuerdo con los datos obtenidos del municipio, los 3436 lotes se conforman de cuatro categorías residencial, comercial pequeño, comercial grande y hotel. El residencial representa el 65,3%, el comercial pequeño 30,2%, el comercial grande 3,5% y la categoría hotel 1%, valores que corresponden a una distribución en la muestra de 21, 10, 1 y 0 respectivamente, dando el total de las 32 muestras por día, durante los 5 días de muestreo se obtuvieron en total 160 muestras, correspondientes a 105 residenciales, 50 comercial pequeño y 5 comercial grande.

##### **3.1.2. Recolección de la Muestra y Encuesta.**

Se recogieron 32 muestras por cada día durante 5 días, comenzando el viernes 24 de agosto y terminado el jueves 30 de agosto de 2018 exceptuando el fin de semana. Dando un total de 160 muestras durante la semana de recolección. Los puntos de recolección se establecieron completamente al azar con el código catastral de los lotes. Paralelamente a la recolección de la muestra se

levantó una encuesta para recopilar los datos necesarios para la determinación de la Generación Per Cápita (GPC). La información recolectada contaba con los días almacenados de los residuos, la cantidad de generadores, las edades de los mismos y el peso de cada una de las muestras levantadas en el lugar de la caracterización, como datos adicionales se desarrollaron dos preguntas: ¿Cuántas veces a la semana cocinan en el hogar? Y ¿Cuántas veces a la semana compran comida preparada en el hogar?, preguntas realizadas para mayor interpretación de los residuos obtenidos. Para facilitar la encuesta las preguntas se subdividieron en 5 respuestas inmóviles, las mismas corresponden a: 100% de veces, 75% de veces, 50% de veces, 25% de veces y 0% de veces, para ambas preguntas.



*Figura 6.* Fotografías de los días de recolección de muestras.

### **3.1.3. Cuarteo.**

Se realizó la prueba de composición física en base húmeda estipulada en la Hoja de Divulgación Técnica (HDT) número 17 por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Se llevaron las 32 muestras obtenidas a una plataforma de cemento, donde se aseguró de retazar cartones, maderas, trapos, todo tipo de desecho grande contenido en las

muestras hasta conseguir un tamaño máximo de 15 cm por 15 cm aproximadamente. Como paso siguiente se homogeneizó, mezclando todas las 32 muestras para realizar el cuarteo, donde se divide en cuatro partes iguales y se selecciona dos partes opuestas, se vuelve a homogeneizar dichas partes seleccionadas y se repite la acción de tal forma reducir la muestra total a una muestra representativa manejable de 50 Kg aproximadamente.

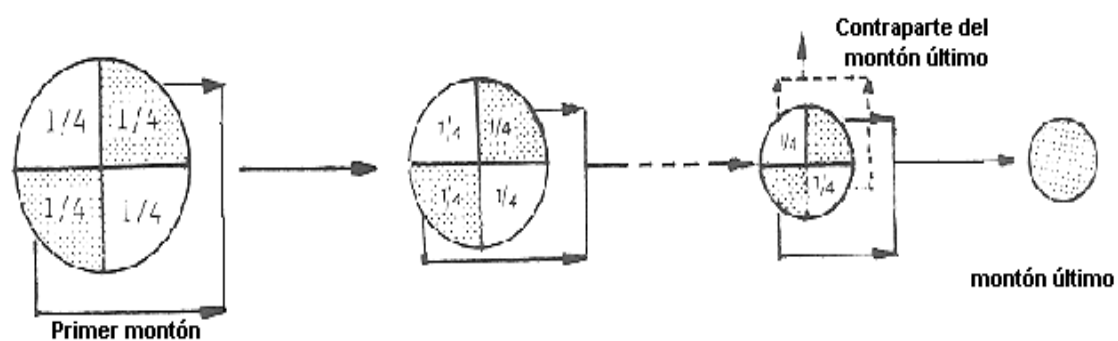


Figura 7. Cuarteo.

Tomado de CEPIS, s.f.



Figura 8. Fotografías del cuarteo.



### 3.1.4. Clasificación de Subproductos.

Una vez obtenida la mezcla homogeneizada de 50 Kg aproximadamente (referencia al ítem 3.1.3.), se procedió a clasificar los residuos de acuerdo con las exigencias del municipio: Papel/Cartón, Papel Higiénico/Pañales, Orgánico Biodegradable, Metales, Plásticos (PET, PEAD, PVC, PP, PEBD, PS), Textiles, Cauchos/Cueros, Porcelana, Vidrio, Otros (Residuos Especiales, Madera, Inertes, Focos/Lámparas).



Figura 9. Fotografías de la clasificación de los subproductos.

### 3.2. Densidad de los Residuos Sólidos.

Para la realización de la prueba de densidad se homogeneizó la muestra aplicando la metodología del cuarteo (referencia al ítem 3.1.3.), paso siguiente se vertió la muestra homogeneizada en un recipiente con peso y volumen conocido asegurándose de no hacer presión en el recipiente al momento de verter los residuos y a la vez de llenar el recipiente al máximo de su capacidad.

Descartando el peso del recipiente se aplicó la siguiente fórmula:

$$d(Kg/m^3) = \frac{W(Kg)}{V(m^3)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

d: Densidad de los residuos en  $(Kg/m^3)$

W: Peso de los residuos en  $(Kg)$

V: Volumen de los residuos en  $(m^3)$

Este proceso se realizó durante los cinco días de la toma de muestras. Con los datos obtenidos se determinó el promedio para obtener un único valor de la densidad de los residuos sólidos manejados.

$$dp(Kg/m^3) = \frac{d1+d2+d3+d4+d5}{N^{\circ} \text{ de muestras}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

dp: Densidad promedio de los residuos en  $(Kg/m^3)$ .

d: Densidad correspondiente al día de muestra en  $(Kg/m^3)$ .

N° de muestras: Corresponde al número total de muestras realizadas.

### **3.3. Generación Per cápita de los Residuos Sólidos.**

#### **3.3.1. Producción Residencial.**

Con la información de días de almacenamiento, número de generadores y el peso de la muestra obtenida en la encuesta de la etapa de recolección (referencia al ítem 3.1.2.), se empleó las siguientes fórmulas para cada punto de muestreo residencial, 105 en total (referencia al ítem 3.1.1.):

$$PPCRm (Kg/Hab * Día) = \frac{w(kg)}{N (Habitantes)*A (día)} \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$PPCR(Kg/Hab * Día) = \frac{\text{la suma de todos los PPCRm obtenidos}}{\text{el total de las muestras residenciales}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

PPCRm: Es la Producción Per Cápita en la residencia muestreada ( $Kg/Hab*Día$ ).

PPCR: Es la producción per cápita residencial promedio en ( $Kg/Hab*Día$ )

w: Es el peso de la muestra en ( $kg$ ).

N: Habitantes de la vivienda muestreada en ( $Habitantes$ ).

A: Días almacenados de la muestra ( $día$ ).

### 3.3.2. Producción Comercial.

Durante la semana de muestreo se obtuvieron 50 muestras correspondientes a comercial pequeño y 5 muestras correspondientes a comercial grande (referencia al ítem 3.1.1.). Cada una de las muestras se dividió para el número de días almacenados correspondiente a la información obtenida en la encuesta (referencia al ítem 3.1.2), y por último el promedio de las 55 muestras fue multiplicado por el total de comercios en la parroquia y dividido para el número total de habitantes de la parroquia con el empleo de las siguientes fórmulas:

$$Cp(Kg/Día) = \frac{w(Kg)}{A(días)} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$Cg \left( \frac{Kg}{Día} \right) = \frac{w(Kg)}{A(días)} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$PC(Kg/Hab * Día) = \frac{\text{Promedio muestras} * N^{\circ} \text{ comercios}}{Np(\text{Habitantes})} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

Cp: Son los kilogramos producidos en 1 día respecto a comercial pequeño en ( $Kg/Día$ ).

Cg: Son los kilogramos producidos en 1 día respecto a comercial grande en ( $Kg/Día$ ).

w: Es el peso de la muestra en ( $kg$ ).

A: Días almacenados de la muestra ( $día$ ).

PC: Es la producción promedio que cada habitante genera en los comerciales de la parroquia en ( $Kg/Hab * Día$ ).

Np: Habitantes totales en la parroquia proyectada para los 5 años del proyecto.

### 3.3.3. Generación Per cápita.

La generación per cápita se determinó con la combinación de los promedios de la producción residencial y la producción comercial obtenida durante los cinco días de muestreo.

$$Gpc(Kg/Hab * Día) = PPCR + PC \quad (\text{Ecuación 8})$$

### 3.4. Población Futura.

La población futura se estimó con el crecimiento poblacional obtenido en el Censo del 2010, la misma que representa el 2,52% de crecimiento.

$$Pf = Pa + (Pa * 0,0252) \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

### **3.5. Matriz de Identificación de Puntos Críticos.**

Para la determinación de los puntos críticos se utilizaron dos metodologías el Método de Análisis Jerárquico (AHP) y el Método de Promedios Ponderados, se debe rescatar que los análisis de ambos métodos fueron discutidos con el personal encargado del municipio.

#### **3.5.1. Método de Análisis Jerárquico (AHP).**

El método de análisis jerárquico fue desarrollado en 1980 por Thomas L. Saaty para ayudar en la toma de decisiones cuando se maneja criterios múltiples. Básicamente el proceso se basa en quién toma las decisiones evalúe de manera subjetiva la importancia relativa para los criterios en estudio, además de especificar la preferencia con respecto a cada alternativa de decisión y para cada criterio. De tal forma el método AHP es una jerarquización con criterios prioritarios que muestran el dominio global para cada alternativa de decisión. (Toskano, 2005). Para este análisis primero se priorizo que determinados criterios identifican a un barrio específico como punto crítico acto para la contenerización, estos criterios son la calidad de las veredas, la calidad de las calles, el tamaño del área y la cantidad de manzanas que cada barrio alberga en sus límites.

##### **3.5.1.1. Matrices de Comparaciones Pareadas.**

- **Alternativa vs Alternativa.**

Se creó las matrices de comparaciones pareadas donde se evalúa barrio vs barrio respecto a cada criterio. Para ello se utilizó la escala de preferencia que recomienda el autor, como se indica a continuación:

Tabla 2.

*Escala de preferencia de Saaty.*

Planteamiento verbal de la preferencia.	Calificación Numérica.
Extremadamente preferible	9
Muy fuertemente preferible	7
Fuertemente Preferible	5
Moderadamente Preferible	3
Igualmente Preferible	1
Valoraciones Intermedias.	2,4,6,8

Adaptado de Toskano, 2005.

De acuerdo a la tabla anterior si un barrio (A) fue igualmente preferible en comparación con otro barrio (B) se dio una valoración de 1, si el barrio (A) fue moderadamente preferible en comparación con el barrio (B) se dio una valoración de 3 caso contrario la valoración opuesta  $1/3$ , si el barrio (A) fue fuertemente preferible en comparación con el barrio (B) se dio una valoración de 5 caso contrario la valoración opuesta  $1/5$ , si el barrio (A) fue muy fuertemente preferible en comparación con el barrio (B) se dio una valoración de 7 caso contrario la valoración opuesta  $1/7$ , si el barrio (A) fue extremadamente preferible en comparación con el barrio (B) se dio una valoración de 9 caso contrario la valoración opuesta  $1/9$ .

Si fuese necesario se utilizó la misma lógica con las valoraciones intermedias, consecuentemente en el caso de compararse la alternativa con sigo misma para cualquier criterio la valoración a considerar fue 1.

- **Criterio vs Criterio.**

Para esta matriz de comparaciones pareadas, se utilizó la misma escala de preferencia y de igual manera se realizó el mismo análisis visto en las comparaciones pareadas alternativa vs alternativa, con la diferencia que en este caso se comparó criterio vs criterio.

#### **3.5.1.2. Sintetización.**

Una vez elaboradas las matrices de comparaciones pareadas con cada uno de los criterios, se calculó la prioridad para cada uno de los elementos que se compararon, para ello se realizó el cálculo de valores y vectores característicos.

Primero se sumaron los valores que corresponden a cada columna de la matriz de comparaciones pareadas; paso siguiente se normalizo la matriz de comparaciones pareadas, para ello se dividió cada valor de la matriz entre el total de su columna obtenido en el paso anterior; y, por último, se obtuvo el promedio de cada fila de los valores de la matriz ya normalizada, a este valor resultante se le conoce como vector promedio.

#### **3.5.1.3. Matriz de Prioridades.**

Esta matriz es la conclusión del método AHP donde se recopiló las prioridades de cada alternativa (barrios) en concepto de cada criterio (calidad de veredas, calidad de calles, área, cantidad de manzanas), para ello se realizó el producto promedio entre la suma de todos los vectores promedios obtenidos en las matrices de comparación pareada (alternativa vs alternativa) por el vector promedio obtenido en la matriz de comparaciones pareadas (criterio vs criterio).

#### **3.5.2. Método de Promedios Ponderados.**

Se utilizó los mismos criterios determinados en el Método de Análisis Jerárquico (Calidad de Veredas, Estado de las Calles, Área y Cantidad de Manzanas) y consecuentemente se ponderó cada criterio. Fue considerada una importancia de 25% al criterio veredas, 25% al criterio calles, 40% al criterio Área y 10% al criterio Manzanas.

#### **3.5.2.1. Criterio Veredas.**

Para el criterio veredas se calificó mediante tres valores siendo 1 para aquellos barrios que cuentan con un 75 a 100% de veredas, 2 para los barrios que cuentan con 25 a 74%, y el valor máximo de 3 para los barrios que cuentan con menos del 25% de veredas.

#### **3.5.2.2. Criterio Calles.**

Para el criterio calles se calificó mediante cuatro valores siendo 1 para los barrios con calles asfaltadas entre un 76% a 100%, 2 para barrios con calles asfaltadas entre 51% a 75%, 3 para barrios con calles asfaltadas entre 26 a 50% y el valor máximo de 4 para barrios con menos del 25% de calles asfaltadas.

#### **3.5.2.3. Criterio Área.**

Para el criterio Área se calificó mediante tres valores siendo 1 para los barrios que tienen un área mayor de  $151000m^2$ , 2 para los barrios con un área entre  $101000m^2$  a  $150000m^2$ , y el valor máximo de 3 para barrios con un área menor de  $100000m^2$ .



#### **3.5.2.4. Criterio Manzanas.**

Para el criterio manzanas se calificó mediante tres valores siendo 1 para los barrios con 21 o más manzanas, 2 para barrios que cuentan entre 11 a 20 manzanas y el valor máximo de 3 para barrios con igual o menos de 10 manzanas.

#### **3.5.2.5. Matriz de Identificación.**

La matriz de identificación es la conclusión del método de promedios ponderados, donde se realizó la suma del producto de cada una de las valoraciones por su respectiva ponderación, respecto al criterio a considerar.

### **3.6. Recolección.**

#### **3.6.1. Porcentaje de Residuos Aprovechables y No Aprovechables.**

Para ello se consideró los residuos que se aprovechan para ser reciclados actualmente, correspondientes a plásticos (PET, PEAD, PVC, PP), metales, papel y cartón. Más los residuos que por sus características son aprovechables, pero que no se los recupera actualmente en la parroquia. Como es el caso del vidrio que por su bajo precio en el mercado no es recuperado, sin embargo, por sus características el vidrio es un material que puede ser 100% reciclado (Jorge Camelo Ramírez, 2007). Se debe considerar un 60% de aplicación para los residuos aprovechables, dado que no se puede esperar que los habitantes separen los residuos aprovechables en un 100%, esto quiere decir que, del porcentaje total obtenido como residuos aprovechables, solo el

60% se considera para la recolección diferenciada, el 40% restante se considera para ser recolectada con los residuos no aprovechables.

### 3.6.2. Producción de Residuos Aprovechables y No Aprovechables.

Para la estimación de la producción de los residuos aprovechables y no aprovechables se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$Prna = \frac{Pt * Gpc * Fr * K * Rna}{Fdh/7} \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$Pra = \frac{Pt * Gpc * Fr * K * Ra}{Fdh/7} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde:

Prna= Producción de residuos no aprovechables (kg/día de recolección)

Pra= Producción de residuos aprovechables (kg/día de recolección)

Pt= Población total proyectada durante los 5 años de proyecto (habitantes).

Gpc= Generación Per Cápita (kg/Hab\*día).

Fr= Factor de reserva (1.05 recomendable).

K= Factor de cobertura.

Rna= % de residuos no aprovechables ajustada con el 40% del Ra.

Ra= % de residuos aprovechables ajustada con la aplicación del 60%.

Fdh= Días que se pretende recolectar a la semana para cada categoría (recuperables y no recuperables).

Para el K se utilizó un 100% de cobertura y para el Fdh de los residuos recuperables se realizaron dos simulaciones correspondientes a 1 y 2 días de recolección a la semana, en el caso del Fdh de los residuos no recuperables, se consideró 3 días de recolección a la semana, de acuerdo con las exigencias del municipio.

### 3.6.3. Cantidad de Vehículos para la Recolección.

El cálculo del número de vehículos necesarios para la recolección se lo realizó mediante la siguiente ecuación que relaciona la producción de residuos con la capacidad de los vehículos actualmente disponibles en el Municipio:

$$N^{\circ} \text{ Vehículos} = \frac{Pr}{Cv} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

Pr= Producción de residuos ya sea aprovechables o no aprovechables (kg/día de recolección).

Cv= Capacidad de los vehículos disponibles para la recolección (kg).

La capacidad de los vehículos disponibles se estimó en base a documentación otorgada por el municipio, siendo así el uso de 3 vehículos de 11.5 toneladas de capacidad.

### 3.6.4. Tiempo de Recolección.

Se consideró que el tiempo disponible para la recolección se compone de los siguientes tiempos recogidos en la ecuación que se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo disponible de recolección}(T) = Td - Tb - Tt - Tfnc - Ts \quad (\text{Ecuación 13})$$

Donde:

Tiempo disponible (Td)= Tiempo de la jornada de trabajo al día (minutos).

Tiempos muertos (Tb)= Generalmente tiempo transcurrido en descansos y similares (minutos).

Tiempo de transporte (Tt)= Tiempo que emplea desde el fin de la recolección hasta el sitio de disposición (minutos).

Tiempo fuera ruta no cíclicos (T<sub>fn</sub>)= Generalmente tiempo que emplea del garaje al inicio de la recolección y del sitio de la disposición al garaje (minutos).

Tiempo en el sitio de disposición final (T<sub>s</sub>)= Tiempo que demora en la disposición de los residuos (minutos).

Para el T<sub>d</sub> se utilizaron dos tiempos, uno con jornada de 8 horas y otro con jornada de 12 horas, para la jornada de 8 horas se considera un T<sub>b</sub> de 20 min y para la jornada de 12 horas un T<sub>b</sub> de 30 min. Los tiempos restantes es el mismo en ambos casos dado que el tiempo de jornada no afecta a dichos valores como es el T<sub>t</sub> de 25 min, el T<sub>fn</sub> de 10 min y el T<sub>s</sub> de 20 min. Se debe destacar que el valor previsto para los tiempos se estimó con un seguimiento en las rutas actuales.

### **3.7. Contenerización.**

#### **3.7.1. Tamaño del Contenedor.**

Para el tamaño del contenedor, se consideró los vehículos a ser utilizados, en el caso de la parroquia para reducir los costos de aplicación de la propuesta, se pretende utilizar los mismos vehículos actuales, pero adaptados para levantar contenedores, por esa razón se vio prudente el uso de contenedores no mayores a 1 m<sup>3</sup> de capacidad.

#### **3.7.2. Producción de Residuos.**

Para determinar la producción de residuos de cada barrio de estudio se usó la siguiente fórmula:

$$Pda = Gpc * Pb * Pnr * Fr * Da \quad \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

Pda= Producción de residuos durante los días máximos de almacenamiento (kg)

Gpc= Generación Per Cápita (kg/Hab\*día).

Pb= Población servida en el barrio de estudio (Habitantes).

Pnr= Porcentaje de residuos no recuperables.

Fr= Factor de reserva (1.05 recomendado).

Da= Días máximos que se desea almacenar en los contenedores (Días).

Para la Pb se utilizó la densidad de habitantes por km de calles, esto al no tener datos de densidad de habitantes por barrio o por área poblada. Para el Da se simularon dos alternativas, una con un máximo de 7 días de almacenamiento para hacer la recolección una vez por semana y otra con un máximo de 4 días de almacenamiento para hacer la recolección dos veces por semana.

### 3.7.3. Número de Contenedores.

El número de contenedores se estima con la relación entre la producción de residuos en cada barrio de estudio y la capacidad de los contenedores, como se observa a continuación:

$$N^{\circ} \text{ de contenedores} = \frac{Pda}{Cc} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

Cc= Es la capacidad del contenedor, al ser contenedores de 1m<sup>3</sup>, el Cc es igual a la densidad promedio de los residuos sólidos (Kg/m<sup>3</sup>).

Esta operación se realizó para ambos casos, número de contenedores necesarios para almacenar 7 días y para almacenar 4 días (referencia al ítem 3.6.2.).

### **3.7.4. Ubicación de los Contenedores.**

La ubicación de los contenedores se simuló de tal forma que todos los habitantes del barrio tengan acceso a mínimo un contenedor en sus cercanías, esto se llevó a cabo mediante la ayuda del plano de cada barrio. Se debe rescatar que se consideró las vías de acceso, los predios alrededor y los puntos de interés de los barrios.

### **3.8. Horarios y Sectores de Recolección.**

Para el diseño de horarios y sectores de recolección se partió de la disponibilidad de vehículos, los mismos que son 3 vehículos que dispone la parroquia para la recolección de residuos sólidos urbanos. Además, se consideró la velocidad mínima a la que deberán ser conducidos los vehículos para cubrir toda el área de estudio.

#### **3.8.1. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema con Contenerización.**

- **Residuos Aprovechables.**

Dado que la contenerización está destinada solo para los residuos no aprovechables, la recolección de los residuos aprovechables fue manejada de igual manera para todos los barrios. Se simularon 6 posibles horarios con 4 posibles sectores:

- Un sector cubriendo el 100% del área de estudio, con 1 recolección por semana.
- Un sector cubriendo el 100% del área de estudio, con 2 recolecciones por semana.

- Dos sectores cubriendo el 50% del área de estudio cada uno, con 1 recolección por semana.
  - Dos sectores cubriendo el 50% del área de estudio cada uno, con 2 recolecciones por semana.
  - Tres sectores cubriendo el 33.33% del área de estudio cada uno, con 1 recolección por semana.
  - Una sectorización ajustada a las zonas de recolección de los residuos no aprovechables.
- 
- **Residuos No aprovechables.**

Para la recolección de los residuos no aprovechables se separó los barrios que aplicaron a ser contenerizados, dado que estos barrios tendrán una recolección especial, además, se consideró solo a 2 vehículos de los 3 disponibles, ya que el vehículo restante está destinado para los residuos aprovechables. Se relacionó la cantidad de vehículos necesarios para la recolección y se dividió en zonas el área de estudio, dependiendo al número necesario de vehículos para la recolección (referencia ítem 3.6.3.). Los horarios se distribuyeron en referencia a lo mencionado anteriormente.

### **3.8.2. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema sin Contenerización.**

- **Residuos Aprovechables.**

Se simularon 6 posibles horarios con 4 posibles sectores:

- Un sector cubriendo el 100% del área de estudio, con 1 recolección por semana.
- Un sector cubriendo el 100% del área de estudio, con 2 recolecciones por semana.

- Dos sectores cubriendo el 50% del área de estudio cada uno, con 1 recolección por semana.
  - Dos sectores cubriendo el 50% del área de estudio cada uno, con 2 recolecciones por semana.
  - Tres sectores cubriendo el 33.33% del área de estudio cada uno, con 1 recolección por semana.
  - Una sectorización ajustada a las zonas de recolección de los residuos no aprovechables.
- **Residuos No aprovechables.**

Para la recolección de los residuos no aprovechables se consideró solo a 2 vehículos de los 3 disponibles, ya que el vehículo restante está destinado para los residuos aprovechables. Se relacionó la cantidad de vehículos necesarios para la recolección y se dividió en zonas el área de estudio, dependiendo al número necesario de vehículos para la recolección (referencia ítem 3.6.3.). Los horarios se distribuyeron en referencia a lo mencionado anteriormente.

#### **4. Resultados y Análisis de Resultados.**

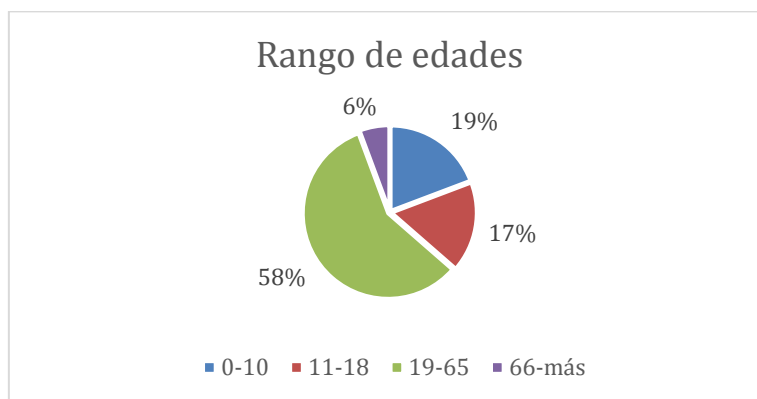
##### **4.1. Caracterización de los Residuos Sólidos.**

###### **4.1.1. Resultados de la Encuesta.**

En la figura 10 se muestra los porcentajes del rango de edades, en la cual se encontraban los generadores de los puntos de muestreo residenciales, siendo la mayoría 307 generadores correspondientes al rango de 19 a 65 años, niños de 0 a 10 años corresponden a 102 generadores, adolescentes de 11 a 18 años corresponden a 91 generadores y los adultos mayores con 66 o más años

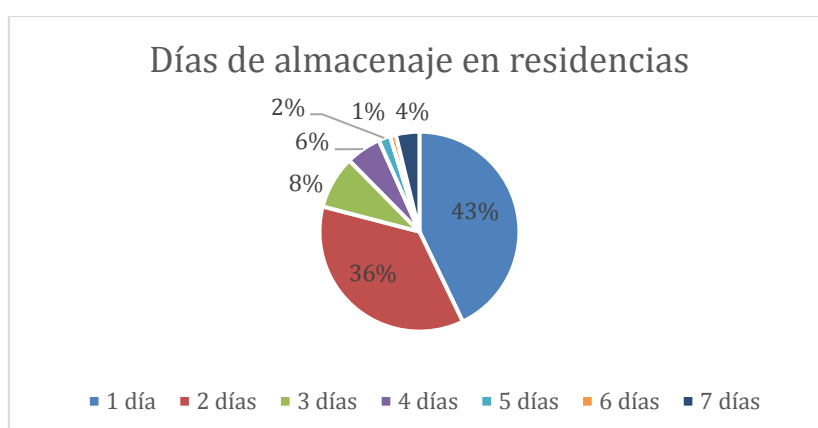


corresponden a 30 generadores. Sumando 530 generadores en el total de los puntos de muestreo residenciales.



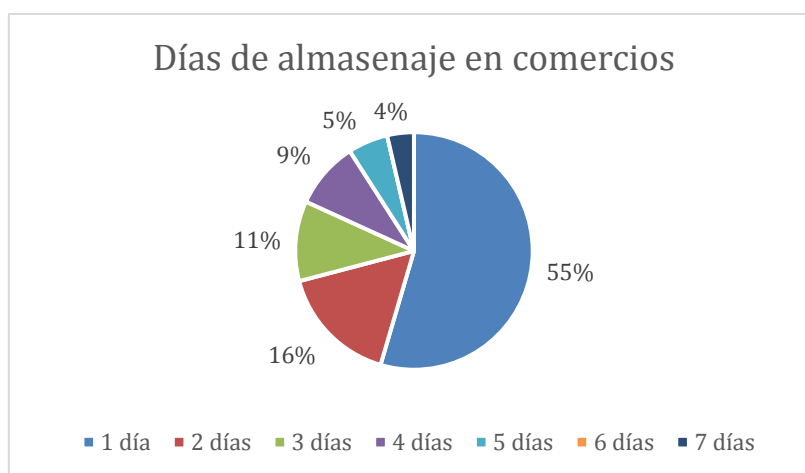
*Figura 10.* Resultados encuesta: Rango de edades de los Generadores en las residencias.

En la figura 11 se muestran los porcentajes de los días de almacenamiento de los residuos en los puntos de muestreo residenciales, siendo la mayoría con 45 casos las residencias que almacenaron los residuos por 1 día, 38 casos las residencias que almacenaron sus residuos por 2 días, 9 casos las residencias que almacenaron sus residuos por 3 días, 6 casos las residencias que almacenaron sus residuos por 4 días, 4 casos las residencias que almacenaron sus residuos por 7 días, 2 casos las residencias que almacenaron sus residuos por 5 días y 1 caso las residencias que almacenaron sus residuos por 6 días.



*Figura 11.* Resultados encuesta: Días de almacenamiento de los residuos en las residencias.

En la figura 12 se muestran los porcentajes de los días de almacenamiento de los residuos en los puntos de muestreo comerciales, siendo la mayoría con 30 casos los comercios que almacenaron los residuos por 1 día, 9 casos los comercios que almacenaron sus residuos por 2 días, 6 casos los comercios que almacenaron sus residuos por 3 días, 5 casos los comercios que almacenaron sus residuos por 4 días, 3 casos los comercios que almacenaron sus residuos por 5 días, 2 casos los comercios que almacenaron sus residuos por 7 días y 0 casos los comercios que almacenaron sus residuos por 6 días.



*Figura 12.* Resultados encuesta: Días de almacenamiento de los residuos en los comercios.

Se observó en las figuras 11 y 12, la mayoría de los casos se almacenó los residuos por 1 día, dato que concuerda con el sistema de recolección actual, mismo que se realiza a diario en la parroquia.

En las figuras 13 y 14 que se muestran a continuación, se observa los resultados de las preguntas: ¿Cuántas veces a la semana cocinan en el hogar? Y ¿Cuántas veces a la semana compran comida preparada en el hogar? Correspondientemente. Lo que se observó en la mayoría de los hogares (76 residencias) preparan su propia comida un 100% de veces, lo que conlleva a una elevada producción de residuos orgánicos biodegradables en las muestras de dichos hogares.

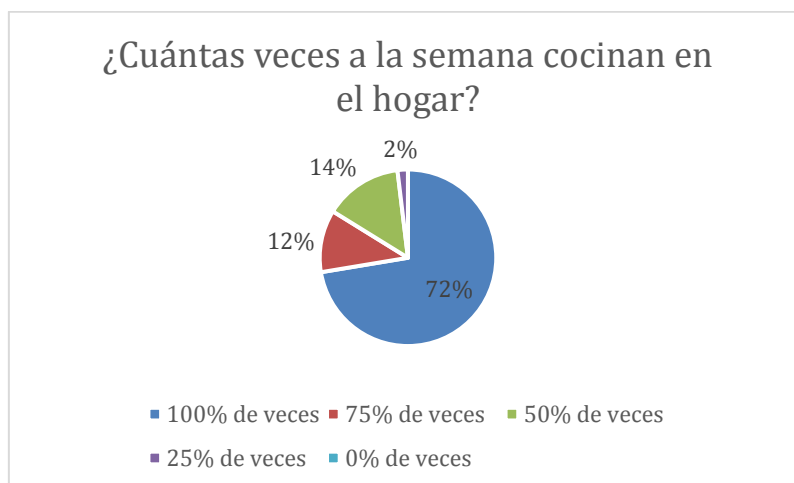


Figura 13. Resultados encuesta: ¿Cuántas veces a la semana cocinan en el hogar?

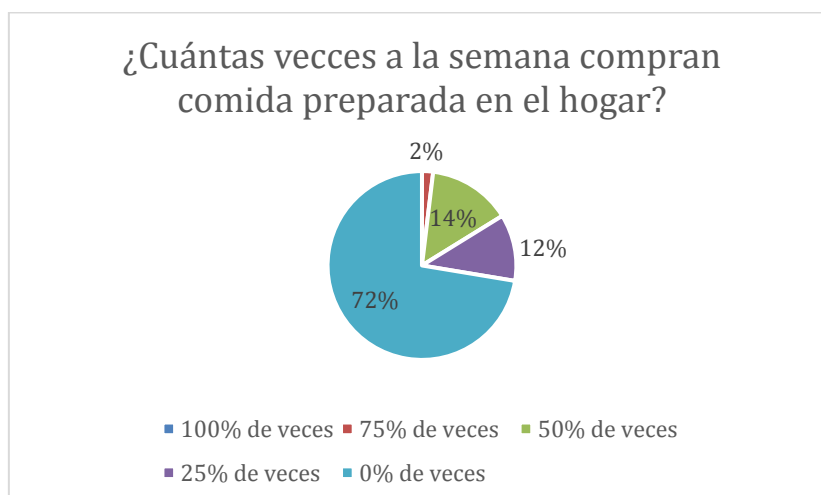


Figura 14. Resultados encuesta: ¿Cuántas veces a la semana compran comida preparada en el hogar?

#### 4.1.2. Clasificación de Subproductos.

En la tabla 3 se presenta los resultados de la clasificación realizada durante cada día de la semana del muestreo (referencia al ítem 3.1.4.). Se observó que durante la semana la mayor cantidad de los desechos correspondían a los orgánicos biodegradables, los valores se conservaron entre el 66 y 77%. Dato que corresponde con las respuestas de las figuras 9 y 10.

Tabla 3.

*Clasificación diaria de los desechos generados.*

Grupos	Viernes		Lunes		Martes		Miercoles		Jueves	
PAPEL/CARTON	1.9 Kg	4.0 %	2.5 Kg	3.3 %	2.1 Kg	3.6 %	2.5 Kg	5.2 %	2 Kg	4.0 %
PAPEL HIGIENICO Y PAÑALES	1.6 Kg	3.4 %	2 Kg	2.6 %	1.2 Kg	2.0 %	1.1 Kg	2.3 %	1.2 Kg	2.4 %
ORGANICO BIODEGRADABLE	31.2 Kg	65.7 %	56.1 Kg	73.2 %	43 Kg	72.8 %	36.1 Kg	75.2 %	38.4 Kg	77.4 %
METALES	1 Kg	2.1 %	1.5 Kg	2.0 %	0.8 Kg	1.4 %	0.8 Kg	1.7 %	0.8 Kg	1.6 %
PLÁSTICOS (PET,PEAD,PVC,PP)	3 Kg	6.3 %	4 Kg	5.2 %	1.5 Kg	2.5 %	1.3 Kg	2.7 %	2.1 Kg	4.2 %
FUNDAS PLÁSTICAS (PEBD)	3 Kg	6.3 %	2.5 Kg	3.3 %	4 Kg	6.8 %	3.8 Kg	7.9 %	2.9 Kg	5.8 %
TARRINAS PLÁSTICAS (PS)	0.3 Kg	0.6 %	0.5 Kg	0.7 %	0.2 Kg	0.3 %	0.3 Kg	0.6 %	0.2 Kg	0.4 %
TEXTILES	1.1 Kg	2.3 %	0.7 Kg	0.9 %	0.2 Kg	0.3 %	0.1 Kg	0.2 %	0.2 Kg	0.4 %
CAUCHOS/CUEROS	0.2 Kg	0.4 %	0.4 Kg	0.5 %	0.4 Kg	0.7 %	0.2 Kg	0.4 %	0.2 Kg	0.4 %
PORCELANA	0.2 Kg	0.4 %	1 Kg	1.3 %	0 Kg	0.0 %	0.2 Kg	0.4 %	0 Kg	0.0 %
VIDRIO	2.2 Kg	4.6 %	3.5 Kg	4.6 %	1.8 Kg	3.0 %	1.4 Kg	2.9 %	1.2 Kg	2.4 %
OTROS (Especiales, madera, inertes, lamparas.)	1.8 Kg	3.8 %	1.9 Kg	2.5 %	3.9 Kg	6.6 %	0.2 Kg	0.4 %	0.4 Kg	0.8 %
TOTAL	47.5 Kg	100.0 %	76.6 Kg	100.0 %	59.1 Kg	100.0 %	48 Kg	100.0 %	49.6 Kg	100.0 %

En la tabla 4 se presenta los porcentajes respecto al volumen total de la muestra en los cinco días de muestreo. Obteniendo como mayor producción los desechos orgánicos biodegradables llegando al 72.9%, en segundo lugar las fundas plásticas (PEBD) con el 5.8%, en tercer lugar los plásticos generales (PET, PEAD, PVC, PP) con el 4.2%, en cuarto lugar el papel y cartón sumando el 3.9%, en quinto lugar los vidrios que cuentan con el 3.6%, en sexto lugar los materiales categorizados como “OTROS” correspondientes a desechos especiales, madera, inertes y lámparas, que suman el 2.9%, en séptimo lugar los desechos provenientes de los servicios higiénicos como los papeles higiénicos y pañales reflejando el 2.5%, seguido de los metales llegando al 1.7%, y por último los desechos como la porcelana, textiles, tarrinas plásticas (PS), cauchos y cueros no superando el 1% cada uno.

Tabla 4.

*Clasificación de los desechos totales generados.*

<b>TOTAL</b>				
<b>PAPEL/CARTÓN</b>	11	Kg	3.9	%
<b>PAPEL HIGIENICO Y PAÑALES</b>	7.1	Kg	2.5	%
<b>ORGÁNICO BIODEGRADABLE</b>	204.8	Kg	72.9	%
<b>METALES</b>	4.9	Kg	1.7	%
<b>PLÁSTICOS (PET,PEAD,PVC,PP)</b>	11.9	Kg	4.2	%
<b>FUNDAS PLÁSTICAS (PEBD)</b>	16.2	Kg	5.8	%
<b>TARRINAS PLÁSTICAS (PS)</b>	1.5	Kg	0.5	%
<b>TEXTILES</b>	2.3	Kg	0.8	%
<b>CAUCHOS/CUEROS</b>	1.4	Kg	0.5	%
<b>PORCELANA</b>	1.4	Kg	0.5	%
<b>VIDRIO</b>	10.1	Kg	3.6	%
<b>OTROS (Especiales, madera, inertes, lámparas.)</b>	8.2	Kg	2.9	%
<b>TOTAL</b>	280.8	Kg	100.0	%

En la tabla 5 se presenta como dato comparativo la Caracterización de residuos sólidos urbanos en la estación de transferencia Sur del Distrito Metropolitano de Quito realizados por la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP) en el 2013.

Tabla 5.

*Clasificación de los desechos urbanos 2013 en la estación de transferencia Sur del DMQ.*

MATERIAL	%
1. PAPEL	2,188%
2. CARTÓN	1,974%
3. COMPUESTOS (*)	0,686%
4. PELIGROSOS (PILAS, BATERÍAS)	0,040%
5. BOTELLAS PET (1)	3,012%
6. PLÁSTICOS ALTA DENSIDAD (2)	2,296%
7. FUNDAS PLÁSTICAS (BAJA DENSIDAD - 4)	5,527%
8. POLIPROPILENO (5)	2,150%
9. POLIESTIRENO (6)	0,920%
10. INERTES (LOSA, CERÁMICA, TIERRA)	0,382%
11. ORGÁNICOS DE JARDÍN	0,054%
12. ORGÁNICOS DE COCINA	57,673%
13. RECHAZOS (PAPEL HIGIENICO, PAÑALES)	8,568%
14. ELECTRÓNICOS	0,248%
15. TEXTILES	4,235%
16. METÁLICOS FERROSO	0,827%
17. METÁLICOS NO FERROSO	0,181%
18. VIDRIO	1,556%
19. MADERA	0,877%
20. MENOR A 1 CM	6,289%
21. HOSPITALARIOS Y MEDICAMENTOS	0,314%
22 OTROS	0,000%
<b>TOTAL</b>	<b>100,000%</b>

Tomado de Empresa pública metropolitana de gestión integral de residuos sólidos, 2013.

De acuerdo con la tabla 5 se observó que en comparación con la tabla 4, los porcentajes son similares con excepción de la producción de orgánicos biodegradables en la parroquia urbana de Shushufindi que supera en un 15% a los obtenidos en el DMQ, este dato no es alarmante dado que Shushufindi se encuentra en la Amazonía Ecuatoriana y el sector urbano limita con el sector agrícola, a diferencia del DMQ que limita con otros centros urbanos, lo que conlleva, que en Shushufindi sea más accesible los productos agrícolas con cascara, lo que causa el aumento de residuos orgánicos biodegradables, sin embargo, es un dato a considerar para los posibles usos que se podría dar a esta gran producción de orgánicos biodegradables en la parroquia Shushufindi, como puede ser el compostaje, lombricultura, entre otros.

#### **4.2. Densidad de los Residuos Sólidos.**

En la tabla 6 se muestra los resultados de la prueba de densidad realizada durante cada uno de los 5 días de muestreo, dando un promedio de 216.5 Kg de desechos no compactados por cada metro cúbico.

Tabla 6.

*Densidad de los residuos sólidos.*

N° Muestras	Peso Total (kg)	Peso Recipiente (kg)	Peso Muestra (kg)	Volumen Recipiente (m3)	Densidad (kg/m3)
1	5.7	1	4.7	0.023	204.35
2	6.2	1	5.2	0.023	226.09
3	6.1	1	5.1	0.023	221.74
4	5.9	1	4.9	0.023	213.04
5	6	1	5	0.023	217.39
				<b>Suma</b>	1082.61
				<b>Densidad Promedio (kg/m3)</b>	216.5

En la Tabla 7 se presenta la alteración de densidad en los residuos de acuerdo con la Hoja de Divulgación Técnica número 17 del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Tabla 7.

*Ejemplos de Alteración de Densidad de los residuos sólidos.*

<b>Etapas</b>	<b>Densidad</b>
Basura suelta en recipientes	200 kg/m <sup>3</sup>
Basura compactada en camiones compactadores	500 kg/m <sup>3</sup>
Basura suelta descargada en los rellenos	400 kg/m <sup>3</sup>
Basura recién rellenada	600 kg/m <sup>3</sup>
Basura estabilizada en los rellenos (2 años después del rellenamiento)	900 kg/m <sup>3</sup>

Tomado de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, s.f.

De acuerdo con los datos de la tabla 7 la densidad promedio de los residuos sueltos es de 200 kg/m<sup>3</sup>, dato que concuerda con la prueba de densidad realizada (referencia al ítem 3.2), donde el valor promedio fue de 216.5 kg/m<sup>3</sup>.

#### **4.3. Generación Per Cápita de los Residuos Sólidos.**

#### 4.3.1. Producción Per Cápita Residencial.

En la tabla 8 se presenta los resultados totales del muestreo y generación Per cápita residencial. Siendo 0.57 kilogramos por habitante día el dato obtenido.

Tabla 8.

*Producción Per cápita residencial.*

Generadores (Hab)	Promedio día almacenados	Basura Recogida (Kg)	Generación Día (kg/día)	Per Cápita (Kg/Hab*Día)
530	2.1	642.20	301.71	0.57

De acuerdo con los datos del INEC del 2014 (referencia figura 1), el per cápita regional en la amazonia es de 0.54 kilogramos por cada habitante al día, comparado con los resultados obtenidos en la parroquia se notó un aumento de 0.03 kilogramos, considerando los 4 años que separan a los análisis, el dato obtenido no es preocupante.

#### 4.3.2. Producción Per Cápita Comercial.

En la tabla 9 se presenta los resultados totales del muestreo y generación Per cápita comercial. Siendo 0.14 kilogramos por habitante día el Per Cápita comercial.

Tabla 9.

*Producción Per cápita comercial.*

Generadores (Comercios)	Promedio día almacenados	Basura Recogida (Kg)	Generación Día (kg/día)	Per Cápita (Kg/Hab*Día)
55	2.1	397.30	182.80	0.14

El dato del per cápita comercial obtenido es muy relevante, dado que aumenta al per cápita total de la parroquia, sin embargo, se debe destacar ciertos



aspectos, en la parroquia existen 1154 comercios entre comercios grandes y pequeños, no obstante la parroquia Shushufindi no es conocida por ser un centro urbano comercial, Shushufindi es principalmente conocido por sus campos petroleros, por ende muchos de los 1154 comercios existentes son predios de arriendo departamentales por la demanda de personal de otras provincias que las empresas petroleras generan, estos predios de arriendo departamentales el Municipio los categoriza como comercios, por su actividad de generar ingresos más no por ser comercios donde se compre o venda productos, esto quiere decir que no todos los predios que ingresan en la categoría de comercios generen la misma cantidad de residuos. Al no tener una subclasificación que los diferencie, para la obtención de este dato se consideró a todos los comercios como igual.

#### 4.3.3. Generación Per Cápita Total.

En la tabla 10 se presenta los promedios de los Per cápita residencial y comercial. Siendo 0.7 kilogramos por habitante día el Per Cápita Total.

Tabla 10.

*Producción Per cápita total.*

Promedio día almacenados	Per Cápita Comercial (Kg/Hab*Día)	Per Cápita Residencial (Kg/Hab*Día)	Per Cápita Total (Kg/Hab*Día)
2.1	0.14	0.57	0.7

Como ya se determinó en el ítem 4.3.2, el per cápita comercial incrementa drásticamente al per cápita total, no obstante, por precaución en esta investigación se utilizó el per cápita total para el desarrollo de la propuesta.

#### 4.4. Población Futura.

En la tabla 11 se presenta los habitantes correspondientes a los últimos años en el cantón y sus parroquias.

Tabla 11.

*Crecimiento poblacional del cantón en los últimos años.*

Año	Limoncocha	Pañacocha	San Pedro de los Cofanes	San Roque	Siete de Julio	Shushufindi Central	Shushufindi Norte	Shushufindi Sur	Total
2010	6817	860	3326	3136	3813	22045	2718	2814	45529
2011	6989	882	3410	3215	3909	22601	2786	2885	46677
2012	7165	904	3496	3296	4008	23170	2857	2958	47854
2013	7345	927	3584	3379	4109	23754	2929	3032	49059
2014	7531	950	3674	3464	4212	24353	3003	3109	50296
2015	7720	974	3767	3552	4318	24966	3078	3187	51562
2016	7915	999	3862	3641	4427	25595	3156	3267	52862
2017	8114	1024	3959	3733	4539	26240	3235	3350	54194
2018	8319	1049	4059	3827	4653	26902	3317	3434	55560

En la tabla 12 se presenta la proyección de crecimiento poblacional de la parroquia para cinco años de proyecto. Siendo 30467 habitantes la población base de diseño.

Tabla 12. Proyección del crecimiento poblacional de la parroquia.

Año	Shushufindi Central
2018	26902
2019	27580
2020	28275
2021	28987
2022	29718
2023	30467

#### 4.5. Matrices de Identificación de Puntos Críticos.

##### 4.5.1. Método de Análisis Jerárquico (AHP).

En la tabla 13 se presenta la matriz de vectores promedio resultante del método de análisis jerárquico (AHP). Siendo los barrios con mayor puntuación

aptos para la contenerización. Dando como resultado los barrios Sindicato de Choferes 2, Sindicato de choferes 1, Urbanización Octavio García, Barrio Nuevo Shushufindi y Barrio Integración Social, obteniendo una ponderación de 0.052, 0.051, 0.047, 0.043 y 0.043 respectivamente.

Tabla 13.

*Matriz de vectores promedio método AHP.*

Matriz de Vectores Promedio							
N°	Barrios	Veredas	Calles	Área del sector	Cantidad de Manzanas	Total	Aplica a Contenerización
1	Barrio Los Toritos	0.012	0.006	0.009	0.020	0.010	
2	Barrio 4 de octubre	0.032	0.024	0.020	0.021	0.024	
3	Barrio 2 de septiembre	0.012	0.006	0.050	0.055	0.034	
4	Barrio 8 de enero	0.012	0.024	0.050	0.055	0.038	
5	Sindicato de Choferes 2	0.068	0.051	0.050	0.020	0.052	Sí
6	Barrio Jesús del Gran Poder	0.012	0.024	0.050	0.055	0.038	
7	Barrio La Une	0.068	0.051	0.020	0.021	0.036	
8	Barrio El Cisne	0.012	0.006	0.009	0.008	0.009	
9	Sindicato de Choferes 1	0.068	0.049	0.050	0.020	0.051	Sí
10	Barrio La Unión	0.012	0.006	0.009	0.008	0.009	
11	Barrio San Francisco Dos	0.012	0.006	0.050	0.055	0.034	
12	Barrio 9 de Octubre	0.012	0.006	0.050	0.020	0.031	
13	Barrio Los Independientes	0.012	0.006	0.050	0.020	0.031	
14	Barrio Pedro Angulo	0.068	0.051	0.020	0.021	0.036	
15	Barrio Unión Popular	0.032	0.051	0.020	0.021	0.029	
16	Barrio Palmeras del Ecuador	0.032	0.051	0.020	0.008	0.028	
17	Urbanización 24 de diciembre	0.012	0.006	0.050	0.055	0.034	
18	Urbanización Ordoñez	0.032	0.051	0.020	0.055	0.031	

Matriz de Vectores Promedio							
N°	Barrios	Veredas	Calles	Área del sector	Cantidad de Manzanas	Total	Aplica a Contenerización
19	Barrio Eloy Alfaro	0.012	0.005	0.009	0.008	0.008	
20	Barrio Miraflores	0.012	0.024	0.050	0.008	0.034	
21	Barrio Orellana	0.012	0.006	0.020	0.008	0.015	
22	Barrio Amazonas	0.012	0.006	0.020	0.020	0.016	
23	Barrio San Francisco de Asís	0.012	0.006	0.020	0.020	0.016	
24	Barrio Central	0.012	0.006	0.009	0.020	0.010	
25	Barrio 24 de mayo	0.012	0.051	0.009	0.020	0.019	
26	Barrio La Zeneida	0.012	0.014	0.050	0.020	0.033	
27	Barrio Nuevo Shushufindi	0.012	0.051	0.050	0.055	0.043	Sí
28	Urbanización El Refugio	0.068	0.051	0.009	0.008	0.029	
29	Urbanización Las Vegas	0.068	0.051	0.009	0.020	0.030	
30	Barrio Los Bosques	0.012	0.006	0.009	0.020	0.010	
31	Lotización Espejo	0.032	0.051	0.020	0.055	0.031	
32	urbanización Octavio García	0.032	0.051	0.050	0.055	0.047	Sí
34	Barrio Nueva Aurora	0.068	0.051	0.009	0.008	0.029	
41	Lotización Hermanos Durango	0.068	0.051	0.010	0.055	0.033	
42	Barrio Integración Social	0.012	0.051	0.049	0.055	0.043	Sí
<b>Ponderación</b>		0.20	0.20	0.52	0.08		

#### 4.5.2. Método de Promedios Ponderados.

En la tabla 14 se presenta la Matriz de identificación de puntos críticos resultante del método de Promedios Ponderados. Siendo los barrios con mayor puntuación aptos para la contenerización. Dando como resultado los barrios

Sindicato de Choferes 2, Sindicato de choferes 1, Urbanización Octavio García, Barrio Nuevo Shushufindi y Barrio Integración Social. Obteniendo una ponderación de 3.15, 3.15, 3, 2.75 y 2.75 respectivamente, confirmando los resultados del método de análisis jerárquico (referencia tabla 12). Cabe mencionar que este método aumenta dos barrios más a la nómina de barrios aptos para la contenerización, siendo el Barrio La Une y el Barrio Pedro Angulo con una puntuación de 2.75 cada uno.

Se debe destacar que para esta primera fase de contenerización solo se consideraron los siete primeros barrios más problemáticos, si se desea proseguir con la contenerización de los demás barrios se debe respetar la misma jerarquía de mayor a menor respecto a los valores obtenidos en las matrices de puntos críticos.

Tabla 14.

*Matriz de Identificación de puntos críticos método Promedios Ponderados.*

Matriz de Identificación de Puntos Críticos								
N°	Barrio/Urbanización/Lotización	Barrio Legalizado	25%	25%	40%	10%	100%	Aplica a Contenerización
			Veredas	Calles	Área del sector	Cantidad de Manzanas	Total	
	Máximo		3	4	3	3	3.25	
	Mínimo		1	1	1	1	1	
1	Barrio Los Toritos	Legal	1	1	1	2	1.1	
2	Barrio 4 de octubre	Legal	2	3	2	2	2.25	
3	Barrio 2 de septiembre	Legal	1	1	3	3	2	
4	Barrio 8 de enero	Legal	1	3	3	3	2.5	
5	Sindicato de Choferes 2	Legal	3	4	3	2	3.15	Sí
6	Barrio Jesús del Gran Poder	Legal	1	3	3	3	2.5	
7	Barrio La Une	Legal	3	4	2	2	2.75	Sí
8	Barrio El Cisne	Legal	1	1	1	1	1	

Matriz de Identificación de Puntos Críticos								
N°	Barrio/Urbanización/Lotización	Barrio Legalizado	25%	25%	40%	10%	100%	
			Veredas	Calles	Área del sector	Cantidad de Manzanas	Total	Aplica a Contenerización
9	Sindicato de Choferes 1	Legal	3	4	3	2	3.15	Sí
10	Barrio La Unión	Legal	1	1	1	1	1	
11	Barrio San Francisco Dos	Legal	1	1	3	3	2	
12	Barrio 9 de octubre	Legal	1	1	3	2	1.9	
13	Barrio Los Independientes	Legal	1	1	3	2	1.9	
14	Barrio Pedro Angulo	Legal	3	4	2	2	2.75	Sí
15	Barrio Unión Popular	Legal	2	4	2	2	2.5	
16	Barrio Palmeras del Ecuador	Legal	2	4	2	1	2.4	
17	Urbanización 24 de diciembre	Legal	1	1	3	3	2	
18	Urbanización Ordoñez	Legal	2	4	2	3	2.6	
19	Barrio Eloy Alfaro	Legal	1	1	1	1	1	
20	Barrio Miraflores	Legal	1	3	3	1	2.3	
21	Barrio Orellana	Legal	1	1	2	1	1.4	
22	Barrio Amazonas	Legal	1	1	2	2	1.5	
23	Barrio San Francisco de Asís	Legal	1	1	2	2	1.5	
24	Barrio Central	Legal	1	1	1	2	1.1	
25	Barrio 24 de mayo	Legal	1	4	1	2	1.85	
26	Barrio La Zeneida	Legal	1	2	3	2	2.15	
27	Barrio Nuevo Shushufindi	Legal	1	4	3	3	2.75	Sí
28	Urbanización El Refugio	Legal	3	4	1	1	2.25	
29	Urbanización Las Vegas	Legal	3	4	1	2	2.35	
30	Barrio Los Bosques	Legal	1	1	1	2	1.1	
31	Lotización Espejo	Legal	2	4	2	3	2.6	
32	urbanización Octavio García	Legal	2	4	3	3	3	Sí
34	Barrio Nueva Aurora	Legal	3	4	1	1	2.25	
41	Totalización Hermanos Durango	Legal	3	4	1	3	2.45	

Matriz de Identificación de Puntos Críticos								
N°	Barrio/Urbanización/Lotización	25% 25% 40% 10% 100%					Total	Aplica a Contenerización
		Barrio Legalizado	Veredas	Calles	Área del sector	Cantidad de Manzanas		
42	Barrio Integración Social	Legal	1	4	3	3	2.75	Sí

#### 4.6. Recolección.

##### 4.6.1. Porcentaje de Residuos Aprovechables y No Aprovechables.

En la tabla 15 se presenta los porcentajes de los residuos aprovechables y no aprovechables de la parroquia correspondientes al caso actual, al caso óptimo y al caso de aplicación (referencia al ítem 3.6.1.).

Tabla 15.

*Tabla de porcentajes: Caso actual, Caso óptimo y Caso de aplicación.*

	Caso Actual (%)	Caso Óptimo (%)	Caso de Aplicación (%)
No aprovechables	90.1	86.5	92.0
Aprovechables	9.9	13.5	8.0
Total	100	100	100

##### 4.6.2. Producción de Residuos Aprovechables y No Aprovechables.

En la tabla 16 se presenta las simulaciones de producción de residuos aprovechables por día de recolección, durante cada año de la vida útil del proyecto. Al manejar una recolección de 2 veces por semana se determinó cantidades de 5.7 y 6.3 toneladas por cada recolección durante el primero y el último año respectivamente. Al manejar una sola recolección por semana se determinó cantidades de 11.4 y 12.6 toneladas por recolección durante el primer y último año respectivamente.

Tabla 16.

*Simulaciones de la producción de residuos aprovechables.*

Recolección=		2 veces por semana	1 vez por semana
Año	Población (habitantes)	Producción Residuos Aprovechables (Kg/día)	Producción Residuos Aprovechables (Kg/día)
2019	27580	5746.9	11493.8
2020	28275	5891.7	11783.4
2021	28987	6040.2	12080.4
2022	29718	6192.4	12384.8
2023	30467	6348.5	12696.9

En la tabla 17 se presenta las simulaciones de la producción de residuos no aprovechables por día de recolección, durante cada año de la vida útil del proyecto. Al manejar una recolección de 3 veces por semana se determinó cantidades de 43.4 y 48 toneladas por recolección durante el primer y último año respectivamente.

Tabla 17.

*Variables para la producción de residuos no aprovechables.*



Recolección=		3 veces por semana
Año	Población (habitantes)	Producción Residuos No aprovechables (Kg/día)
2019	27580	43468.3
2020	28275	44563.7
2021	28987	45686.7
2022	29718	46838.0
2023	30467	48018.3

#### 4.6.3. Cantidad de Vehículos para la Recolección.

En la tabla 18 se presenta el número de vehículos necesarios para la recolección de residuos aprovechables, durante cada año de vida útil del proyecto. Al manejar una recolección de 2 veces por semana se determinó el uso de 1 solo vehículo durante los 5 años de proyecto, sin embargo, se observó que durante los primeros 4 años el vehículo solo utilizará la mitad de su capacidad, hasta llegar al último año donde utilizará un 60% de su capacidad. Al manejar una sola recolección por semana, se necesitará durante los dos primeros años un vehículo utilizando el 100% de su capacidad, y los últimos 3 años se necesitará un segundo vehículo para cubrir el 10% de exceso producido.

Tabla 18.

*Vehículos necesarios para la recolección de residuos aprovechables.*

Recolección=		2 veces por semana	1 vez por semana
Año	Población (habitantes)	Número de vehículos necesarios	Número de vehículos necesarios
2019	27580	0.5	1.0
2020	28275	0.5	1.0
2021	28987	0.5	1.1
2022	29718	0.5	1.1

2023	30467	0.6	1.1
------	-------	-----	-----

En la tabla 19 se presenta el número de vehículos necesarios para la recolección de residuos no aprovechables durante cada año de vida útil del proyecto. Al manejar una recolección de 3 veces por semana se determinó el uso de 4 vehículos durante los 3 primeros años de proyecto, sin embargo, para el cuarto y quinto año se necesitará un vehículo adicional para recolectar hasta un 20% de exceso de residuos generados.

Tabla 19.

*Vehículos necesarios para la recolección de residuos no aprovechables.*

Recolección=		3 veces por semana
Año	Población (habitantes)	Número de vehículos necesarios
2019	27580	3.8
2020	28275	3.9
2021	28987	4.0
2022	29718	4.1
2023	30467	4.2

#### 4.6.4. Tiempo de Recolección.

En la tabla 20 se presenta las simulaciones correspondientes al tiempo disponible para la recolección de residuos en jornada de 8 y 12 horas diarias.

Tabla 20.

*Tiempo disponible para la recolección de residuos.*

<b>Jornada de Trabajo</b>	<b>Td</b>	480	min	720	min
<b>Tiempos Muertos</b>	<b>Tb</b>	20	min	30	min
<b>Tiempo Transporte</b>	<b>Tt</b>	25	min	25	min
<b>Tiempo fuera ruta no</b>	<b>Tfnc</b>	10	min	10	min

cíclicos					
Tiempo de descarga	Ts	20	min	20	min
Tiempo de recolección	T	405	min	635	min

#### 4.7. Contenerización.

##### 4.7.1. Tipo de contenedores.

El tipo de contenedor que se recomienda es de 1000 litros o 1 metro cubico de volumen.



*Figura 15.* Contenedor de 1000 litros.

Tomado de gruncomcv, s.f.

##### 4.7.2. Producción de residuos.

En la tabla 21 se muestra las simulaciones de la producción de residuos no aprovechables en los barrios de estudio, donde se determinó un total de 15.6 y 8.9 toneladas para 7 y 4 días máximos de almacenamiento respectivamente.

Tabla 21.

*Producción de residuos en cada barrio de estudio.*

N°	Barrio	Habitantes	Producción (kg*día/barrio)	7 días de almacenamiento	4 días de almacenamiento
				Producción (kg*recolección/barrio)	Producción (kg*recolección/barrio)
5	Sindicato de Choferes 2	405.4	274.1	1918.8	1096.4
7	Barrio La Une	764.9	517.3	3620.8	2069.0
9	Sindicato de Choferes 1	328.3	222.0	1554.1	888.1
14	Barrio Pedro Angulo	979.2	662.1	4634.8	2648.5
27	Barrio Nuevo Shushufindi	334.8	226.4	1584.9	905.7
32	urbanización Octavio García	343.1	232.0	1624.1	928.1
42	Barrio Integración Social	148.8	100.6	704.3	402.5
<b>Total</b>		3304.6	2234.5	15641.8	8938.2

#### 4.7.3. Número de contenedores.

En la tabla 22 se presenta las simulaciones respecto al número de contenedores necesarios para cada uno de los barrios a ser contenerizados, siendo 76 contenedores necesarios para todos los barrios al manejar un almacenamiento de 7 días y 46 contenedores necesarios para todos los barrios al manejar un almacenamiento de 4 días.

Tabla 22.

*Número de contenedores para 7 y 4 días de almacenamiento.*

				7 días de almacenamiento	4 días de almacenamiento
N°	Barrio	Habitantes	Producción residuos (kg*día/barrio)	Número de contenedores	Número de contenedores
5	Sindicato de Choferes 2	405.4	274.1	9	6
7	Barrio La Une	764.9	517.3	17	10
9	Sindicato de Choferes 1	328.3	222.0	8	5
14	Barrio Pedro Angulo	979.2	662.1	22	13
27	Barrio Nuevo Shushufindi	334.8	226.4	8	5
32	urbanización Octavio García	343.1	232.0	8	5
42	Barrio Integración Social	148.8	100.6	4	2
<b>Total</b>		3304.6	2234.5	76	46

#### 4.8. Horarios y Sectores de Recolección.

##### 4.8.1. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema con Contenerización.

En las siguientes tablas se relaciona los SECTORES (representados con el color amarillo) que corresponde a la recolección de residuos aprovechables, las ZONAS (representados con el color naranja) que corresponden a la recolección de residuos no aprovechables de barrios sin contenerizar y dos opciones de contenerización abreviado a CONT. 1 y CONT. 2 (representados con el color rojo y verde respectivamente) que corresponden a la recolección de residuos no aprovechables contenerizados, almacenados por 7 y 4 días respectivamente.

En la tabla 23 se presenta la simulación 1, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana en toda la parroquia, necesita el uso de dos vehículos y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 21.5km/h. La recolección de residuos no aprovechables sin contenerizar se subdivide en 5 zonas de igual proporción (18.12km), la velocidad mínima que deberá ir el vehículo para cubrir estas rutas es de 3.83km/h. Se presenta dos opciones para la recolección de residuos contenerizados, la opción 1 implica el uso de 2 vehículos para cubrir la recolección de todos los kg generados, junto a la recolección del sector, se necesitaría 4 vehículos, lo que descarta esta opción, siendo así la opción 2 la más viable dado que aplica el uso de un vehículo para la recolección.

Tabla 23.

*Simulación 1.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>							Sector 1
Kg Retirados							12702.4
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>							Cont. 1
Kg Retirados							15603.2
<b>Recolección</b>	Cont. 2				Cont. 2		
Kg Retirados	6687.1				8916.1		

En la tabla 24 se presenta la simulación 2, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza dos veces a la semana, la velocidad mínima en la que deberá ir el vehículo para cubrir esta ruta es de 21.5km/h. La recolección de residuos no aprovechables sin contenerizar se realiza de igual manera que la simulación 1. Se presenta las mismas opciones que en la simulación 1 para la recolección de residuos contenerizados, siendo así la opción 2 la más viable.

Tabla 24.

*Simulación 2.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>			Sector 1				Sector 1
Kg Retirados			5443.9				7258.5
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>							Cont. 1
Kg Retirados							15603.2
<b>Recolección</b>	Cont. 2				Cont. 2		
Kg Retirados	6687.1				8916.1		

En la tabla 25 se presenta la simulación 3, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana, pero se divide la recolección en dos sectores, necesita el uso de un vehículo para cada recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de

10.75km/h. La recolección de residuos no aprovechables sin contenerizar se realiza de igual manera que en la simulación 1. Se presenta dos opciones para la recolección de residuos contenerizados, donde ambas opciones son viables para este horario.

Tabla 25.

*Simulación 3.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>			Sector 1				Sector 2
Kg Retirados			6351.2				6351.2
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>							Cont. 1
Kg Retirados							15603.2
<b>Recolección</b>	Cont. 2				Cont. 2		
Kg Retirados	6687.1				8916.1		

En la tabla 26 se presenta la simulación 4, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza dos veces a la semana y se divide en dos sectores la recolección, se necesita el uso de un vehículo para cada recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 10.75km/h. La recolección de residuos no aprovechables sin contenerizar se realiza de igual manera que la simulación 1. Se presenta dos opciones para la recolección de residuos contenerizados, donde ambas opciones son viables,



sin embargo, la opción 2 implica la recolección en un horario nocturno de 6 horas.

Tabla 26.

*Simulación 4.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>	Sector 1		Sector 2		Sector 1		Sector 2
Kg Retirados	2721.9		2721.9		3629.3		3629.3
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>							Cont. 1
Kg Retirados							15603.2
<b>Recolección</b>		Cont. 2				Cont. 2	
Kg Retirados		6687.1				8916.1	

En la tabla 27 se presenta la simulación 5, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana, pero se divide en 3 sectores, Se necesita el uso de un vehículo por recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 7.17km/h. La recolección de residuos no aprovechables sin contenerizar se realiza de igual manera que la simulación 1. Se presenta dos opciones para la recolección de residuos contenerizados, donde ambas opciones son viables, sin embargo, la opción 2 implica la recolección en un horario nocturno de 6 horas el sábado.

Tabla 27.

*Simulación 5.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>	Sector 1				Sector 3		Sector 2
Kg Retirados	4234.5				4234.5		4234.5
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>							Cont. 1
Kg Retirados							15603.2
<b>Recolección</b>			Cont. 2			Cont. 2	
Kg Retirados			8916.1			6687.1	

En la tabla 28 se presenta la simulación 6, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana, pero se divide en 3 sectores, el sector 1 y 2 de 41.1% cada uno y el sector 3 de 17.8% del área de estudio, de tal forma ajustarse a las zonas de recolección, se necesita el uso de un vehículo por recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 3.83km/h para el sector 3 y de 8.84km/h para el sector 1 y 2. La recolección de residuos no aprovechables sin contenerizar se realiza de igual manera que la simulación 1. Se presenta dos opciones para la recolección de residuos contenerizados, donde ambas opciones son viables, sin embargo, la opción 2 implica la recolección en un horario nocturno de 6 horas el sábado.

Tabla 28.

*Simulación 6.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>	Sector 1				Sector 3		Sector 2
Kg Retirados	5218.5				2265.4		5218.5
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	11015.5		7343.7		7343.7		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		11015.5		7343.7		7343.7	
<b>Recolección</b>							Cont. 1
Kg Retirados							15603.2
<b>Recolección</b>			Cont. 2			Cont. 2	
Kg Retirados			8916.1			6687.1	

#### 4.8.2. Horarios y Sectores de Recolección para el Sistema sin Contenerización.

En la tabla 29 se presenta la simulación 1, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana en toda la parroquia como un solo sector, se necesita el uso de dos vehículos y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 21.5km/h. La recolección de residuos no aprovechables se subdivide en 5 zonas de igual proporción (20.32km), la velocidad mínima que deberá ir los vehículos para cubrir estas rutas es de 4.3km/h.

Tabla 29.

*Simulación 1.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>							Sector 1
Kg Retirados							12702.4
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	

En la tabla 30 se presenta la simulación 2, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza dos veces a la semana como un solo sector, se necesita un solo vehículo para cada recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir el vehículo para cubrir esta ruta es de 21.5km/h. La recolección de residuos no aprovechables se realiza de igual manera que la simulación 1.

Tabla 30.

*Simulación 2.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>			Sector 1				Sector 1
Kg Retirados			5443.9				7258.5
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		

Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3
<b>Recolección</b>	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3
<b>Recolección</b>	Zona 5	Zona 5	Zona 5
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3

En la tabla 31 se presenta la simulación 3, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana, pero se divide la recolección en dos sectores de (50.8km) cada uno, se necesita el uso de un vehículo para cada recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 10.75km/h. La recolección de residuos no aprovechables se realiza de igual manera que en la simulación 1.

Tabla 31.

*Simulación 3.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>			Sector 1				Sector 2
Kg Retirados			6351.2				6351.2
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	

En la tabla 32 se presenta la simulación 4, donde la recolección de los residuos aprovechables se divide en dos sectores de (50.8km) cada uno, y se realiza dos veces a la semana, se necesita el uso de un vehículo para cada

recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 10.75km/h. La recolección de residuos no aprovechables se realiza de igual manera que la simulación 1.

Tabla 32.

*Simulación 4.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>	Sector 1		Sector 2		Sector 1		Sector 2
Kg Retirados	2721.9		2721.9		3629.3		3629.3
<b>Recolección</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
Kg Retirados		12352.9		8235.3		8235.3	

En la tabla 33 se presenta la simulación 5, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana, pero se divide en 3 sectores (33.33%) cada uno, se necesita un vehículo por recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 7.17km/h. La recolección de residuos no aprovechables se realiza de igual manera que la simulación 1.

Tabla 33.

*Simulación 5.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>	Sector 1				Sector 3		Sector 2
Kg Retirados	4234.5				4234.5		4234.5

<b>Recolección</b>	Zona 1	Zona 1	Zona 1
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3
<b>Recolección</b>	Zona 2	Zona 2	Zona 2
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3
<b>Recolección</b>	Zona 3	Zona 3	Zona 3
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3
<b>Recolección</b>	Zona 4	Zona 4	Zona 4
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3
<b>Recolección</b>	Zona 5	Zona 5	Zona 5
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3

En la tabla 34 se presenta la simulación 6, donde la recolección de los residuos aprovechables se realiza una vez a la semana, pero se divide en 3 sectores, el sector 1 y 2 de 41.1% cada uno y el sector 3 de 17.8% del área de estudio, de tal forma ajustarse a las zonas de recolección, se necesita el uso de un vehículo por recolección y la velocidad mínima en la que deberá ir los vehículos para cubrir esta ruta es de 3.83km/h para el sector 3 y de 8.84km/h para el sector 1 y 2. La recolección de residuos no aprovechables se realiza de igual manera que la simulación 1.

Tabla 34.

*Simulación 6.*

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Recolección</b>	Sector 1				Sector 3		Sector 2
Kg Retirados	5081.0				2540.5		5081.0
<b>Recolección</b>	Zona 1			Zona 1		Zona 1	
Kg Retirados	12352.9			8235.3		8235.3	
<b>Recolección</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
Kg Retirados	12352.9		8235.3		8235.3		
<b>Recolección</b>	Zona 4			Zona 4		Zona 4	

Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3
<b>Recolección</b>	Zona 5	Zona 5	Zona 5
Kg Retirados	12352.9	8235.3	8235.3

Para los sistemas de recolección de los residuos sólidos urbanos con y sin contenerización, se optó por el horario presentado en la simulación 6, además, se considera la contenerización 2 (Cont. 2) como mejor opción de almacenaje para dicho horario, este horario fue seleccionado por las siguientes razones:

- Los sectores y las zonas no presentan conflicto en los días de recolección, para llevar una recolección diferenciada exitosa es importante establecer días diferentes de recolección de residuos aprovechables y no aprovechables, por la falta de vehículos en la parroquia llevar lo anteriormente mencionado fue tarea difícil, de las 6 simulaciones solo una de ellas nos permite cumplir con este requisito.
- El número de vehículos necesarios, no se puede exceder con el uso de vehículos disponibles en la parroquia para la recolección de los sectores y zonas (3 vehículos), con el horario establecido no hay problema con ello dado que limita el uso de máximo 3 vehículos por día, en el caso de la recolección de los RSU en los contenedores se manejará una recolección nocturna a partir de las 17h:00 en jornadas de 6 horas. Cabe destacar que el uso de este horario permite tener libre un vehículo en horas de la mañana y tarde el miércoles.
- Velocidad mínima de recolección, para una recolección satisfactoria en la jornada de recolección es importante mantener una velocidad de recolección mínima, esto nos garantiza que la jornada de trabajo será suficiente para culminar la recolección. En la simulación 6 se manejan las menores velocidades en relación con las horas de jornada, siendo 8.84km/h para el sector 1 y 2, 3.8km/h para el sector 3 y las cinco zonas, y 4.9km/h para la recolección en los contenedores.
- Menor uso de contenedores, para la simulación 6 se presentó dos opciones de contenerización, (Cont. 1 y Cont. 2) para 7 y 4 días de almacenaje de los RSU respectivamente. Al optar por la opción Cont. 2



se reduce en un 39.5% el número total de contenedores, siendo 46 contenedores necesarios para cubrir los puntos críticos.

- Menor cantidad de horas para las jornadas de trabajo, al reducir la jornada de trabajo se reduce la cantidad de cuadrillas necesarias para la recolección, lo que conlleva a un ahorro económico en la mano de obra. Los horarios que se manejan en la simulación 6 son de 8 horas en horario matutino y vespertino, para los sectores y zonas, y 6 horas en horario nocturno para la recolección en los contenedores.

## **5. Conclusiones y Recomendaciones.**

### **5.1. Conclusiones.**

El trabajo analizó y evaluó dos métodos de análisis multicriterio (método de análisis jerárquico y método de análisis de promedios ponderados), no se ve necesario la elección de un solo método, dado que la combinación de ambos métodos permitió la correcta obtención de los barrios críticos de la parroquia.

Se determinaron 7 barrios críticos para llevar el sistema de contenerización (referencia anexos 6-12), sistema que consta con un mínimo de 46 contenedores, los mismos que reducen el uso de recursos y optimizan los horarios de recolección, dicha opción se presenta en la contenerización 2 (Cont. 2) en los horarios de la simulación 6, se considera como mejor opción de almacenaje para dicho horario (referencia anexo 2).

El sistema de recolección que menos conflicto presento en los días de recolección cumple con el uso máximo de 3 vehículos por día, mantiene las menores velocidades de recolección en relación con la jornada y cuenta con la menor cantidad de horas en jornada de trabajo, es el que corresponde a los horarios de la simulación 6 en ambos sistemas (referencia anexo 2 y 3). Sin embargo, la simulación 6 cubre correctamente el transporte los primeros 3 años del proyecto en condiciones normales, para el año 2022 y 2023 se necesita transportar 852.9 Kg de residuos adicionales, residuos que podrían transportarse con el uso de un volquete de 11m<sup>3</sup>, mismo que cubriría la ruta hasta finales del 2028 sin la necesidad de adquirir otro vehículo compactador.

Los sistemas de contenerización y recolección se complementan, no utilizan recursos adicionales (aparte de los contenedores y la adaptación de los vehículos de recolección para los mismos) y optimizan la operación, esto se puede corroborar si al llevar a cabo la implementación del plan de

contenerización los vehículos actuales cubrirán la recolección de la parroquia por 2 años más de lo proyectado en condiciones normales, esto permitiría mínimo 7 años de recolección sin interrupciones ni la necesidad de usar vehículos adicionales.

## **5.2. Recomendaciones.**

Para futuros estudios, se recomienda subclasificar el tipo de comercios que se encuentran en la parroquia, de tal forma se permita determinar la producción residual comercial real y verificar el dato obtenido, que como se menciona en los resultados de la Producción Per Cápita Comercial (referencia al ítem 4.3.2.), con los datos actuales solo se puede asumir un promedio para todos los comercios en estudio.

Se debe destacar que para llevar a cabo una correcta recolección diferenciada se debe llevar a fin conjuntamente un plan de socialización mínimo por un año antes y después de la aplicación del proyecto, como se describe en el Anexo 1, de tal forma garantice la acción de los habitantes con el plan propuesto.

## REFERENCIAS.

- Asociación de Municipalidades Ecuatorianas. (2012). Cerrarán botaderos de basura a cielo abierto. Recuperado el 25 de noviembre de 2018 de <https://ame.gob.ec/ec/2012/08/21/cerraranbotaderosdebasuraacieloabierto/>
- Bureau Veritas. (2008). Manual para la formación en medio ambiente. Valladolid. Recuperado el 25 de noviembre de 2018 de [http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es\\_EC/default/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:12619/ada?qu=IMPACTO+AMBIENTAL&ic=true&te=ILS&ps=300](http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:12619/ada?qu=IMPACTO+AMBIENTAL&ic=true&te=ILS&ps=300)
- Camelo Ramírez J. (2007). Propuesta del montaje de una fábrica de láminas de vidrio en Riohacha y productos secundarios a partir de vidrio reciclable. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis243.pdf>
- Cabildo Miranda María del Pilar, et al. (2008). Reciclado y tratamiento de residuos. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3199391>.
- Castro Buitrago E. & Aguilar Maya L. (2007). Responsabilidad Civil Extracontractual en la Gestión de Residuos Peligrosos. Recuperado el 22 de noviembre de 2018 de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vnijuri/article/view/14634>
- CEPIS. (2016). Método sencillo del análisis de residuos sólidos de Hoja de Divulgación Técnica 17. Recuperado el 20 de noviembre de 2018 de <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/hdt/hdt97/hdt97.pdf>

- EMGIRS-EP (2013). Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado el 3 de noviembre de 2018 de <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zenkit/visitas-al-relleno-sanitario-2>
- Fazenda Augusto José. (2016). La educación ambiental para la gestión de residuos sólidos en la carrera licenciatura en ciencias de la educación, especialidad geografía. Tesis de Doctorado. La Habana Editorial Universitaria. Recuperado el 1 de noviembre de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=5214225&query=gesti%C3%B3n+de+residuos+s%C3%B3lidos>
- Fernández Caliani J., Gómez Ariza J., Díaz Blanco M., Aparicio Fernández P. & Nieto Romero J. (2004). Contaminación y Remediación de Suelos. Recuperado el 21 de noviembre de 2018 de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5397/mgrl.pdf>
- INEC. (2014). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Recuperado el 23 de octubre de 2018 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/compendio-estadistico-2014/>
- INEC. (2016). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado el 25 de octubre de 2018 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/compendio-estadistico-2016/>
- International Solid Waste Association. (2018). Cerrar los vertederos más grandes del mundo. Recuperado el 3 de octubre de 2018 de <https://www.iswa.org/programmes/closing-the-worlds-biggest-dumpsites/>

Jiménez Ballesta R. (2017). Introducción a la contaminación de suelos. Recuperado el 13 de octubre de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/322791149\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Contaminacion\\_de\\_Suelos](https://www.researchgate.net/publication/322791149_Introduccion_a_la_Contaminacion_de_Suelos)

Martínez Ataz E. & Díaz de Mera Morales Y. (2004). Contaminación Atmosférica. Recuperado el 20 de noviembre de 2018 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=6152>

Méndez Velandia Carmen Arelys. (2013). La contaminación visual de espacios públicos en Venezuela. Recuperado el 12 de octubre de 2018 de <http://www.bdigital.unal.edu.co/29444/1/27882-170527-1-PB.pdf>

Ministerio de Salud Pública. (2017). El Ministerio de Salud Pública lleva adelante el Programa de Municipios Saludables. Recuperado el 12 de octubre de 2018 de <https://www.salud.gob.ec/el-ministerio-de-salud-publica-lleva-adelante-el-programa-de-municipios-saludables/>

Noguera Katia M. & Olivero Jesús T. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: Caso Colombiano. Recuperado el 23 de octubre de 2018 de [https://www.researchgate.net/profile/Katia\\_Noguera-Oviedo/publication/301799194\\_Los\\_rellenos\\_sanitarios\\_en\\_latinoamerica\\_Caso\\_colombiano/links/5728bc4608aef5d48d2c8590.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Katia_Noguera-Oviedo/publication/301799194_Los_rellenos_sanitarios_en_latinoamerica_Caso_colombiano/links/5728bc4608aef5d48d2c8590.pdf)

Norma Técnica Peruana. (2008). Norma ISO 2859-1. Comisión de normalización y fiscalización de barreras comerciales no arancelarias. Apartado 145. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <http://www.valedistribuciones.com/iso2859-1.pdf>

Organización Mundial de la Salud.(2016). Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente. Recuperado el 10 de octubre de 2018 de <https://www.who.int/es/news->

room/detail/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments

Rojas Valencia María Nefalí & Sahagún Aragón Carla. (2012). Tiradero a cielo abierto en México. Universidad nacional Autónoma de México. Recuperado el 12 de octubre de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/265086599\\_Tiraderos\\_a\\_cielo\\_abierto](https://www.researchgate.net/publication/265086599_Tiraderos_a_cielo_abierto)

Röben Eva. (2003). El Reciclaje: Oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico. Recuperado el 10 de octubre de 2018 de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/3residuos/d3/062\\_Reciclaje/Reciclaje.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/3residuos/d3/062_Reciclaje/Reciclaje.pdf)

Toskano Hurtado Gérard Bruno. (2005). El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores: aplicado en la selección del proveedor para la Empresa Gráfica Comercial MyE S.R.L. Recuperado el 14 de diciembre de 2018 de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano\\_hg/toskano\\_hg.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano_hg/toskano_hg.pdf)

Ubierno Anabela, Menéndez Gustavo & Mihura Enrique (2014). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Santa Fe. Recuperado el 14 de noviembre de 2018 de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3229716>.

United Nations Environment Programme. (2018). Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe. Recuperado el 7 de octubre de 2018 de

<https://www.unenvironment.org/es/resources/informe/perspectiva-de-la-gestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>

Valencia Quintana R., Sánchez Alarcon J., Ortiz Ortiz E., & Gómez Olivares J. (2007). La contaminación de los ríos, otro punto de vista. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/235997290\\_La\\_contaminacion\\_de\\_los\\_rios\\_otro\\_punto\\_de\\_vista](https://www.researchgate.net/publication/235997290_La_contaminacion_de_los_rios_otro_punto_de_vista)

Wilson, D. C., & Velis, C. A. (2015). *Waste management – still a global challenge in the 21st century: An evidence-based call for action*. Waste Management & Research. Recuperado el 10 de noviembre de 2018 de <https://doi.org/10.1177/0734242X15616055>

Xavier Elías. (2012). Reciclaje de Residuos Industriales, Residuos Sólidos Urbanos y Fangos de Depuradora. Recuperado el 3 de noviembre de 2018 de <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788353.pdf>



**Anexos.**

### Anexo 1. Plan de socialización.

Plan de socialización para la recolección diferenciada.												
Charlas con la comunidad.-	Consisten en charlas planeadas donde se explique la importancia de la recolección clasificada, además, de presentar los horarios de recolección, así también dar incentivos como son recipientes para los desechos de los hogares, fundas diferenciadas, etc.											
	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di
	e	b	r	r	y	n	l	o	p	t	v	c
Barrio Los Toritos	x			x				x				
Barrio 4 de Octubre	x			x				x				
Barrio 2 de Septiembre	x			x				x				
Barrio 8 de Enero	x			x				x				
Sindicato de Choferes 2		x			x				x			
Barrio Jesús del Gran Poder		x			x				x			
Barrio La Une		x			x				x			
Barrio El Cisne		x			x				x			
Sindicato de Choferes 1		x			x				x			
Barrio La Unión			x			x				x		
Barrio San Francisco Dos			x			x				x		
Barrio 9 de Octubre			x			x				x		
Barrio Los Independientes			x			x				x		
Barrio Pedro Angulo			x			x				x		
Barrio Unión Popular				x			x				x	
Barrio Palmeras del Ecuador				x			x				x	
Urbanización 24 de Diciembre				x			x				x	
Urbanización Ordoñez				x			x				x	
Barrio Eloy Alfaro				x			x				x	
Barrio Miraflores					x			x				X
Barrio Orellana					x			x				X
Barrio Amazonas					x			x				x
Barrio San Francisco de Asís					x			x				X

Barrio Central					x			x				X
Barrio 24 de Mayo					x			x				X
Barrio La Zeneida	x					x					x	
Barrio Nuevo Shushufindi	x					x					x	
Urbanización El Refugio	x					x					x	
Urbanización Las Vegas	x					x					x	
Barrio Los Bosques	x					x					x	
Lotización Espejo	x					x					x	
urbanización Octavio García			x				x			x		
Barrio Nueva Aurora			x				x			x		
Lotización Hermanos Durango			x				x			x		
Barrio Integración Social			x				x			x		
<b>Charlas en las unidades educativas.-</b>	Consisten en charlas planeadas donde se explique la importancia de la recolección clasificada fomentada para los niños y adolescentes, donde se manejan desde temas como la importancia de la higiene personal hasta la importancia del reciclaje, así también se trabaja con los estudiantes preguntado los horarios de recolección de los sectores donde habitan.											
	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di
	e	b	r	r	y	n	l	o	p	t	v	c
Escuela 11 de julio	x					x						
Escuela 12 de octubre	x					x						
Escuela Las vegas	x					x						
Escuela julio Alvares Crespo	x					x						
Colegio técnico Shushufindi	x					x						
Colegio 11 de julio	x					x						
Colegio Julio Alvares Crespo	x					x						
<b>Charlas Centrales.-</b>	Consiste en un evento global donde se presenta la propuesta, importancia y datos generales de la misma.											
	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di
	e	b	r	r	y	n	l	o	p	t	v	c

Parque Central	x											
Obelisco		x										
Coliseo			x									
<b>Plan de socialización para el uso de los contenedores</b>												
	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	Di
	e	b	r	r	y	n	l	o	p	t	v	c
<b>Charlas con la comunidad.-</b>	Consisten en charlas planeadas donde se explique el correcto uso de los contenedores, así también sus ubicaciones y los horarios de recolección, es importante enfatizar que tipos de residuos pueden colocarse en los contenedores.											
Sindicato de Choferes 2	x			x			x			x		
Barrio La Une	x			x			x			x		
Sindicato de Choferes 1	x			x			x			x		
Barrio Pedro Angulo	x			x		x				x		
Barrio Nuevo Shushufindi	x		x			x				x		
urbanización Octavio García	x		x			x				x		
Barrio Integración Social	x		x			x				x		

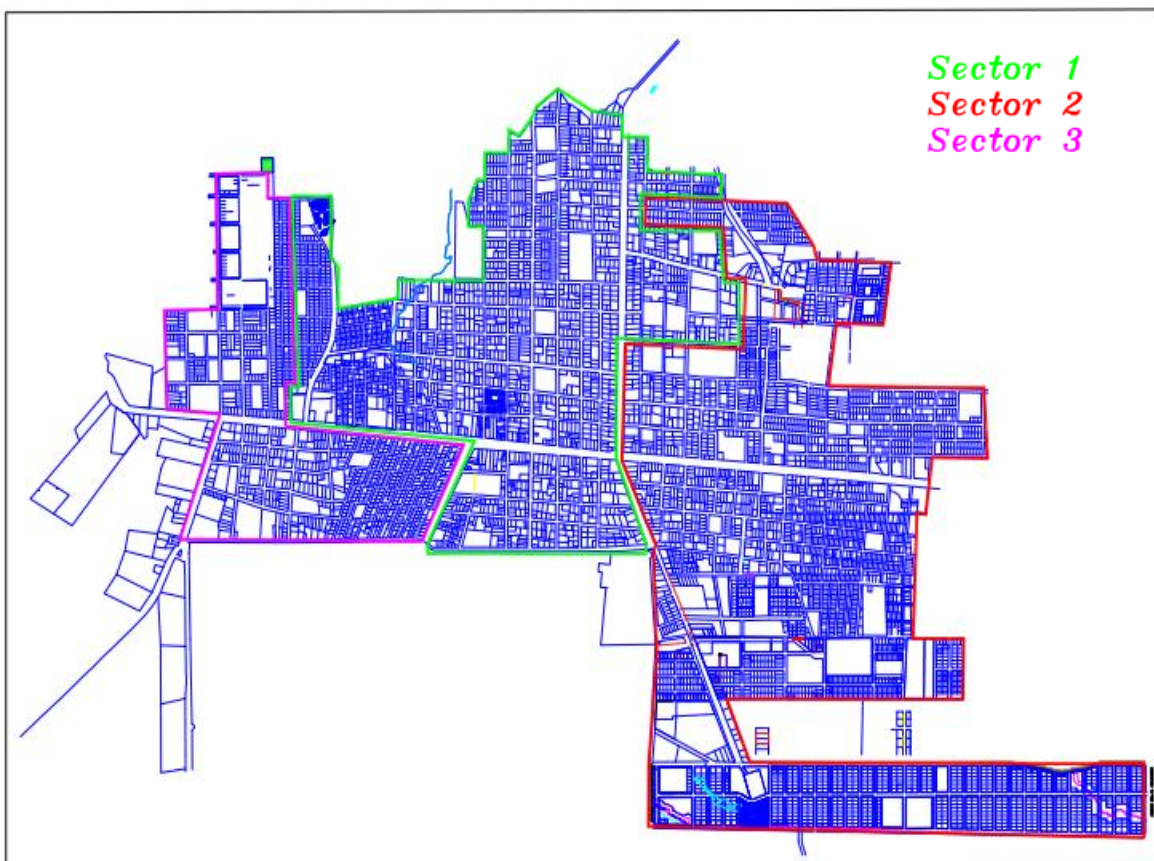
## Anexo 2. Horario definitivo sistema con contenerización.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Horario Diurno y Vespertino (Jornada 8 horas)</b>							
<b>Vehículo 1</b>	Sector 1				Sector 3		Sector 2
<b>Vehículo 1</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
<b>Vehículo 2</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
<b>Vehículo 3</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
<b>Vehículo 2</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
<b>Vehículo 3</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	
<b>Horario Nocturno (Jornada 6 horas)</b>							
<b>Vehículo 1</b>			Cont. 2			Cont. 2	

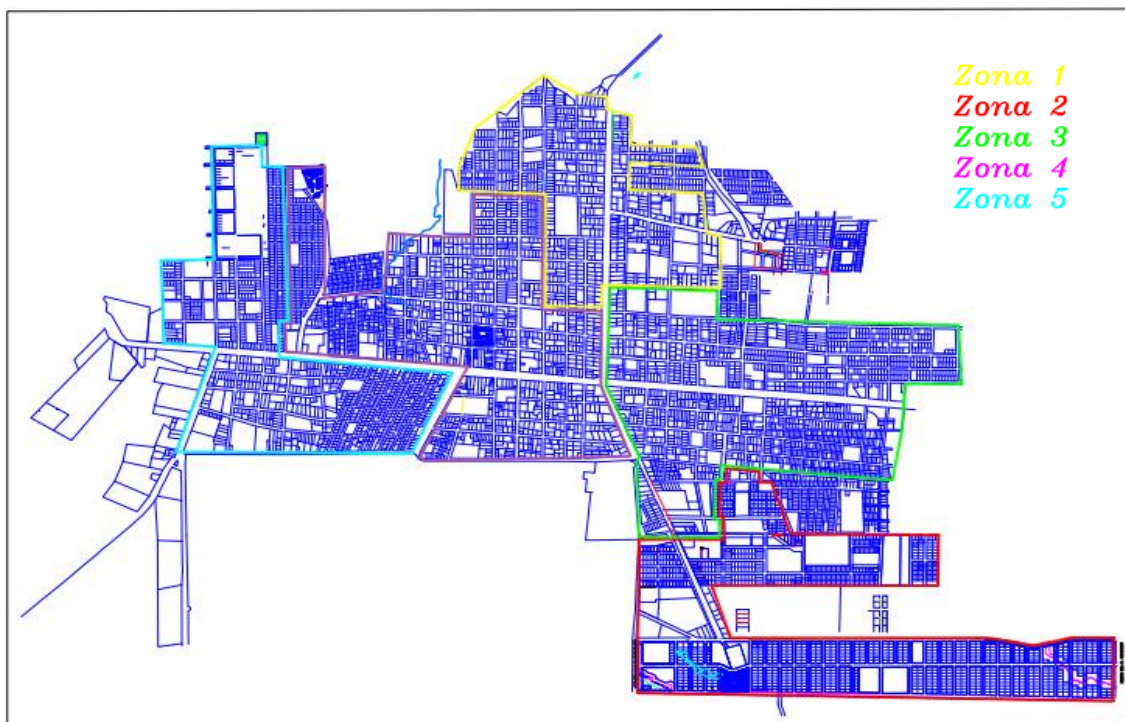
**Anexo 3.** Horario definitivo sistema sin contenerización.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
<b>Horario Diurno y Vespertino (Jornada 8 horas)</b>							
<b>Vehículo 1</b>	Sector 1				Sector 3		Sector 2
<b>Vehículo 1</b>		Zona 1		Zona 1		Zona 1	
<b>Vehículo 2</b>	Zona 2		Zona 2		Zona 2		
<b>Vehículo 3</b>	Zona 3		Zona 3		Zona 3		
<b>Vehículo 2</b>		Zona 4		Zona 4		Zona 4	
<b>Vehículo 3</b>		Zona 5		Zona 5		Zona 5	

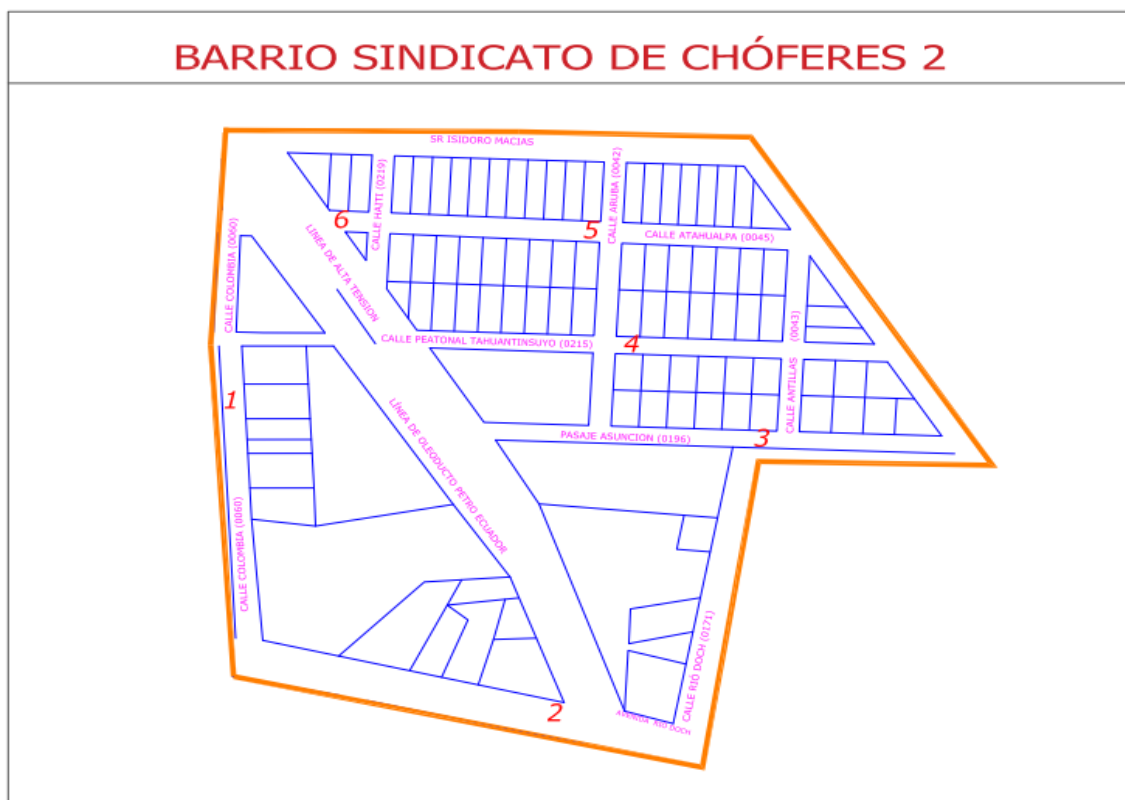
**Anexo 4.** Sectores en el sistema con contenerización de acuerdo con el horario del anexo 2.



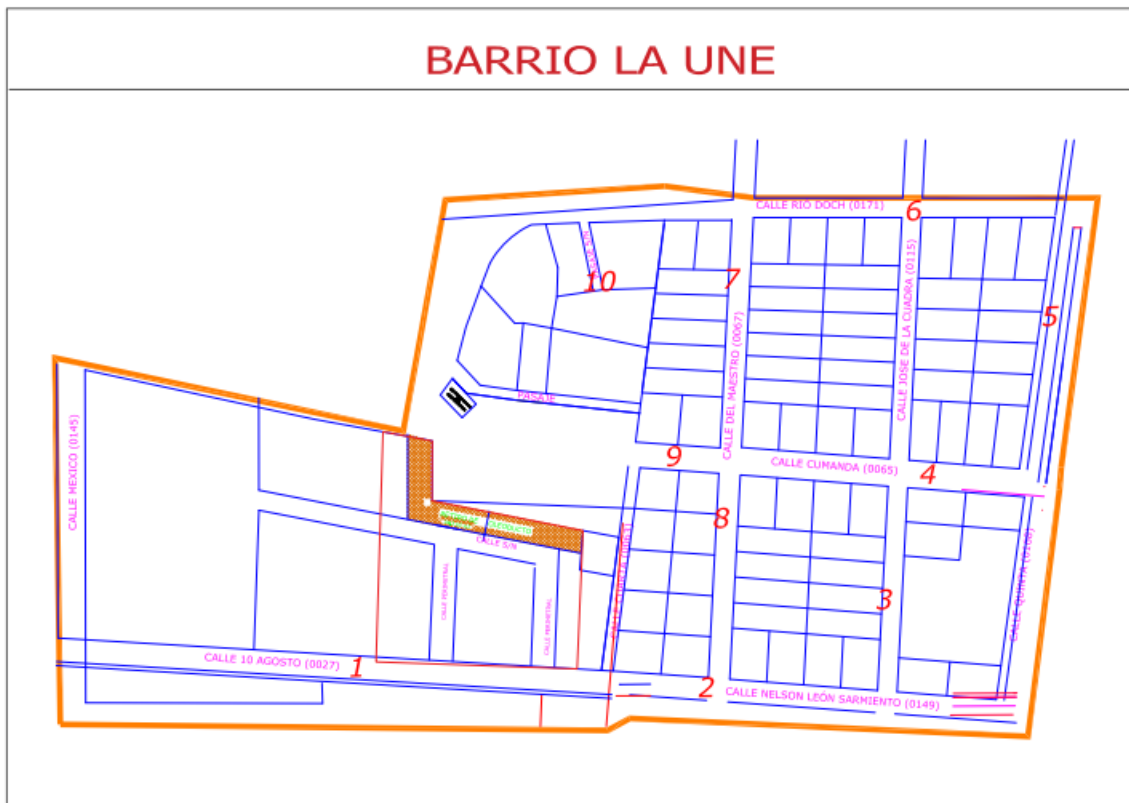
**Anexo 5.** Zonas en el sistema con contenerización de acuerdo con el horario del anexo 2.



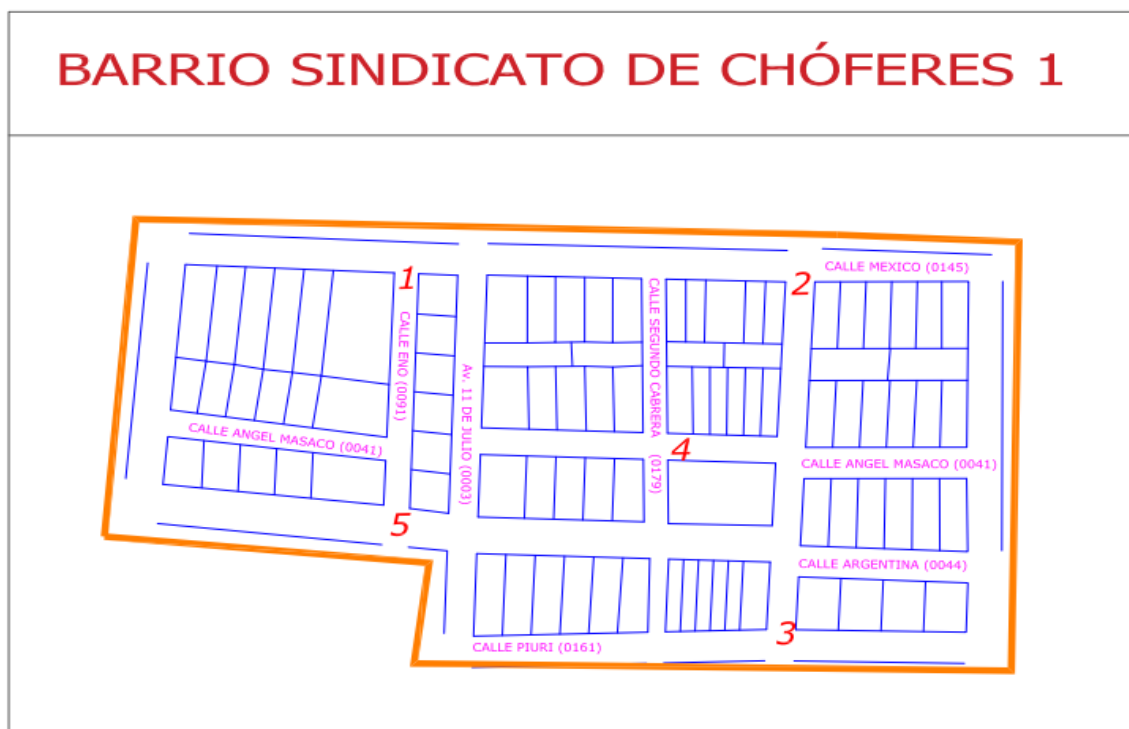
**Anexo 6.** Contenerización en el Barrio Sindicato de Chóferes 2.



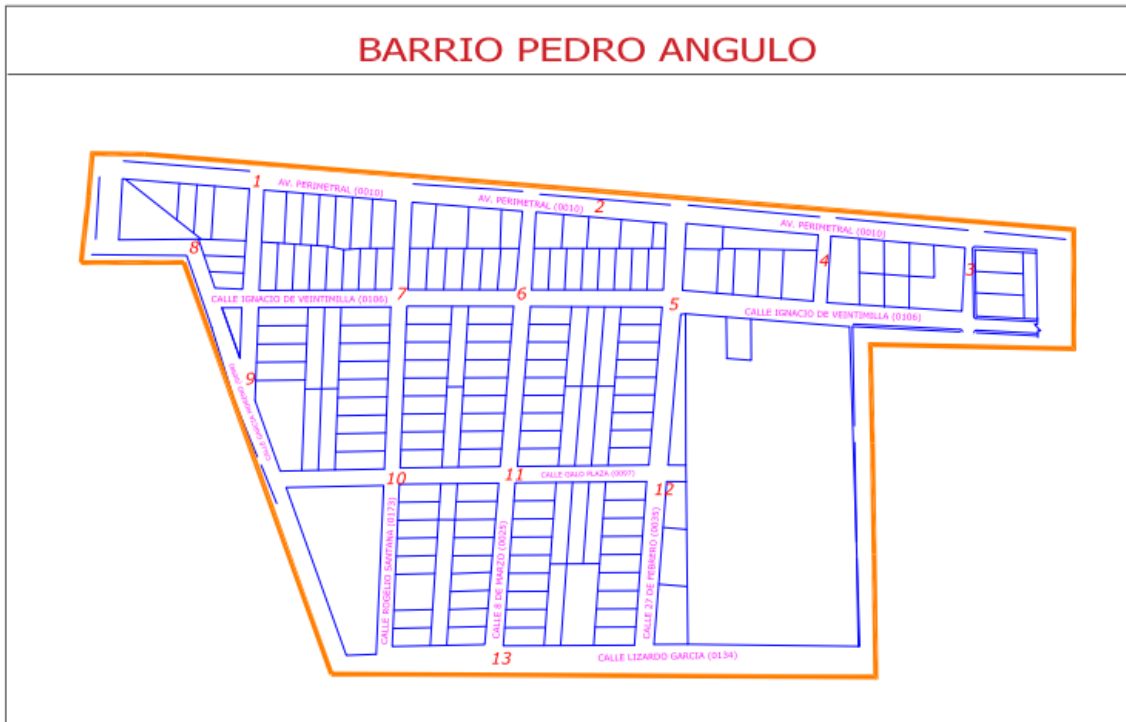
### Anexo 7. Contenerización en el Barrio La Une.



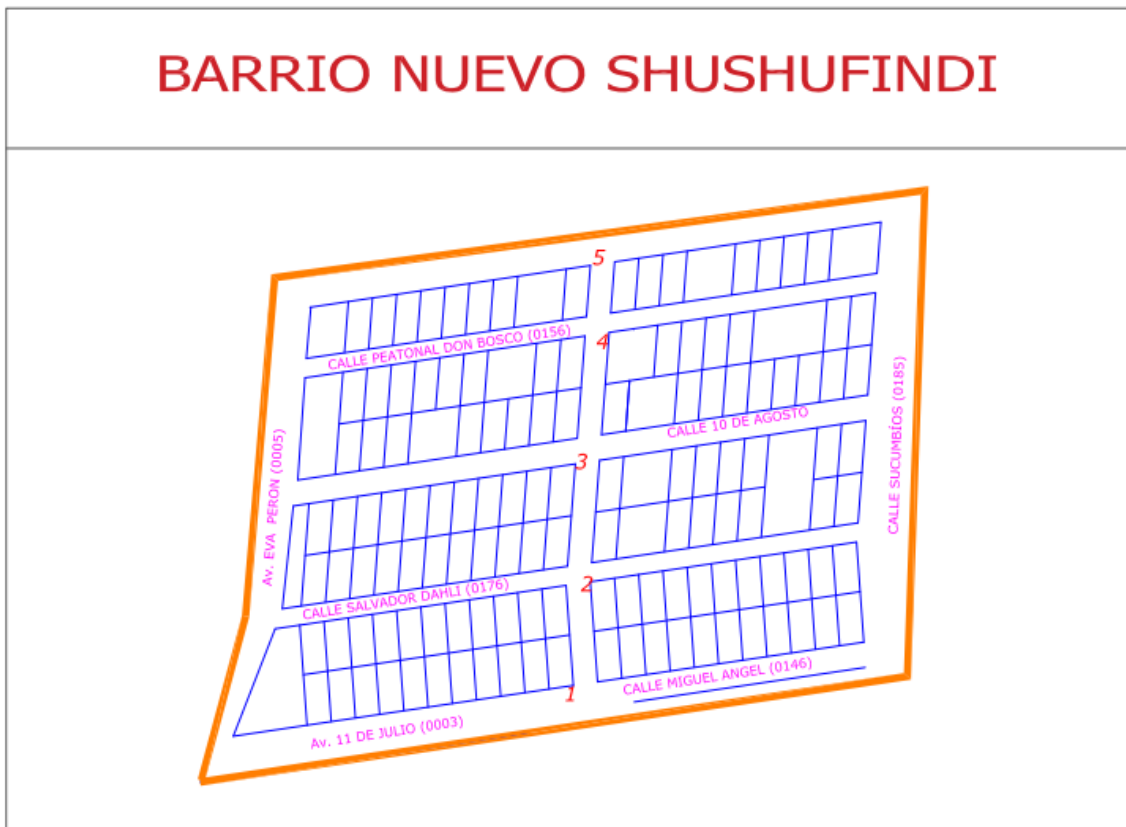
### Anexo 8. Contenerización en el Barrio Sindicato de Chóferes 1.



### Anexo 9. Contenerización en el Barrio Pedro Angulo.

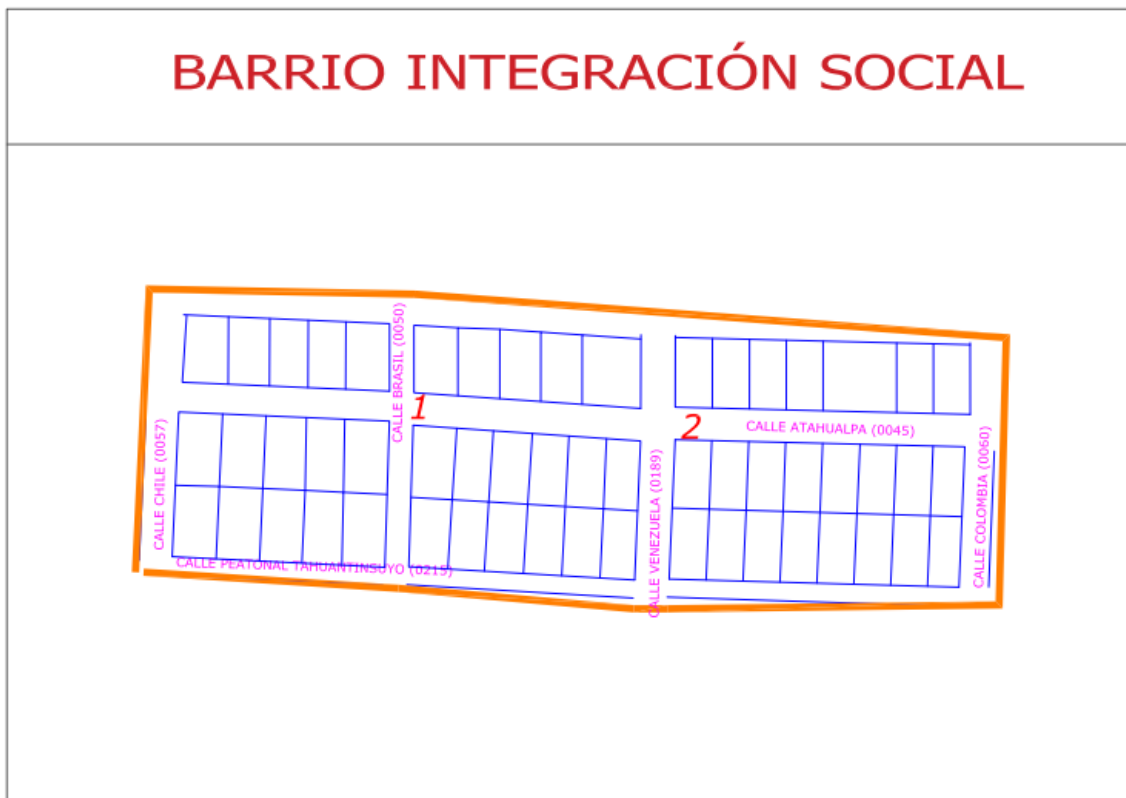


### Anexo 10. Contenerización en el Barrio Nuevo Shushufindi.





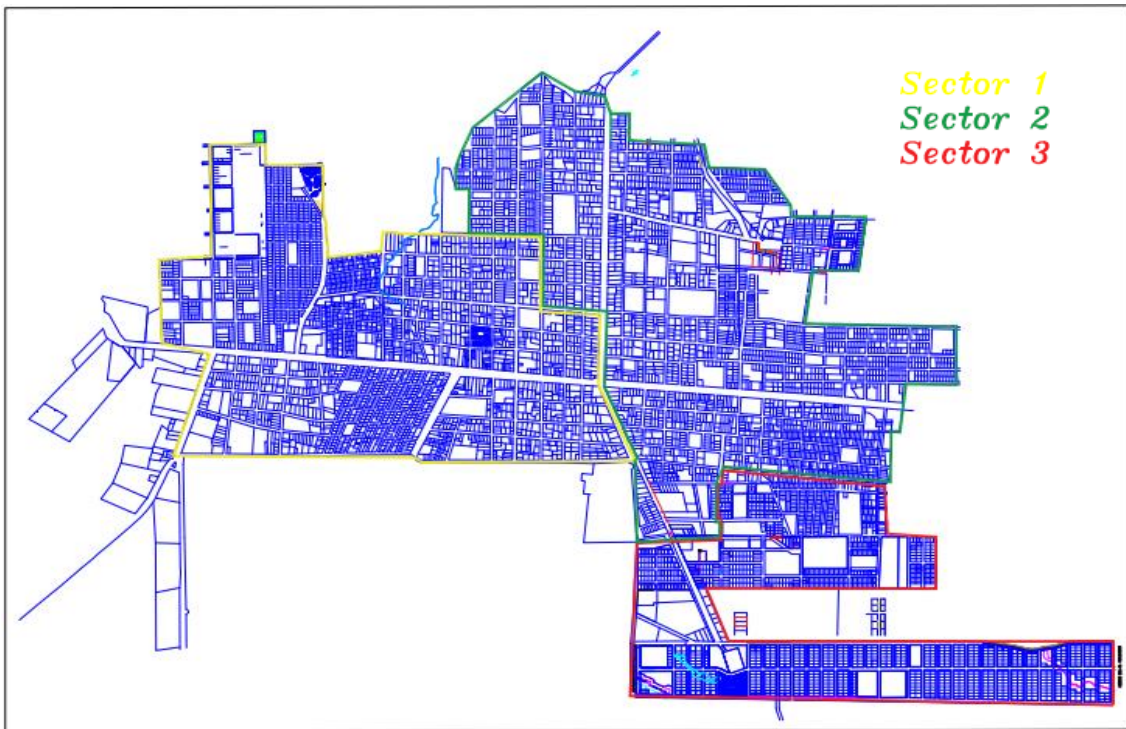
**Anexo 11. Contenerización en el Barrio integración Social.**



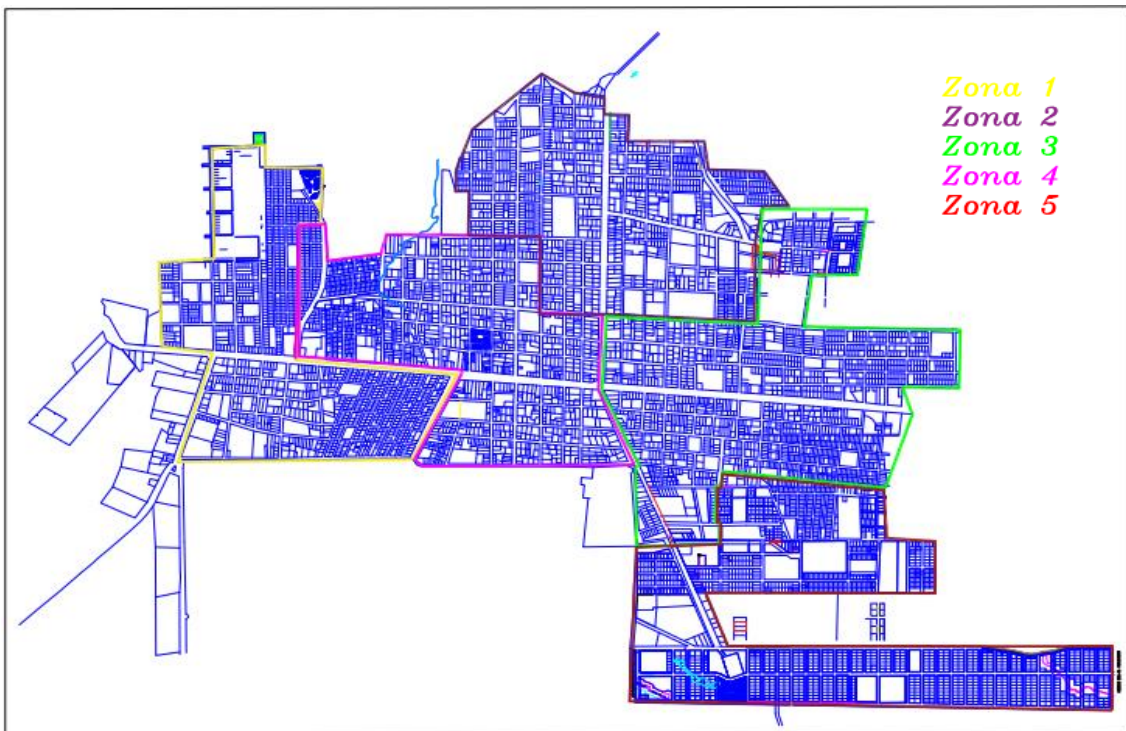
**Anexo 12. Contenerización en la Urbanización Octavio García.**



**Anexo 13.** Sectores en el sistema sin contenerización de acuerdo con el horario del anexo 3.



**Anexo 14.** Zonas en el sistema sin contenerización de acuerdo con el horario del anexo 3.



**Anexo 15.** Modelo de encuesta realizada.

Ubicación:

Código Catastral:

Tiempo de almacenamiento:

Generadores:

Niños: 0-10:      Adolescentes: 11-18:      Adultos: 19-65:      Adulto mayor: 66-más:

Preparación de alimentos en el hogar, fuente:

Cocinan:            25%:            50%:            75%:            100%:

Compran:           25%:            50%:            75%:            100%:

Peso basura:

¿Está conforme con los horarios de recolección?

Muy satisfecho:            Satisfecho:            Regular:            Nada Satisfecho:

¿Está conforme con el trabajo de los señores recolectores?

Muy satisfecho:            Satisfecho:            Regular:            Nada Satisfecho:

Observaciones:

**Anexo 16.** Total de muestras de acuerdo con los usuarios y estratos para la caracterización.

ID	ESTRATOS	USUARIOS	PORCENTAJE	MUESTRAS	MUESTRA REAL
RS	RESIDENCIAL	2229	65.3	20.9	21
CP	COMERCIAL PEQUEÑO	1033	30.2	9.7	10
CG	COMERCIAL GRANDE	121	3.5	1.1	1
H	HOTEL	33	1.0	0.3	0
	TOTAL	3416	100	32	32

**Anexo 17.** Datos obtenidos durante el muestreo.

ID	Nº	DÍA	ALMACENAMIENTO (Día)	NIÑOS (0-10)	ADOLESCENTES (11-18)	ADULTOS (19-65)	ADULTO MAYOR (66-MÁS)	COCINAN (%)	COMPRAN (%)	PESO BASURA (Kg)
RS	1	VIERNES (2018,08,24)	1.00	1.00		3.00		100.00	0.00	4.00
RS	2		1.00	1.00		3.00		100.00	0.00	2.10
RS	3		2.00	2.00		4.00		100.00	0.00	4.00
RS	4		4.00			3.00		75.00	25.00	7.50

ID	Nº	DÍA	ALMACENAMIENTO (Día)	NIÑOS (0-10)	ADOLESCENTES (11-18)	ADULTOS (19-65)	ADULTO MAYOR (66- MÁS)	COCINAN (%)	COMPRAN (%)	PESO BASURA (Kg)
RS	5		1.00		2.00	2.00		100.00	0.00	2.00
RS	6		4.00		1.00	4.00	1.00	75.00	25.00	23.30
RS	7		7.00	1.00		2.00	1.00	50.00	50.00	17.00
RS	8		2.00	1.00	2.00	2.00		100.00	0.00	8.00
RS	9		1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	100.00	0.00	6.70
RS	10		2.00	1.00	1.00	2.00		100.00	0.00	7.50
RS	11		6.00	2.00		2.00		100.00	0.00	8.00
RS	12		3.00		2.00	4.00	2.00	100.00	0.00	20.10
RS	13		2.00	3.00	3.00	2.00		100.00	0.00	12.20
RS	14		3.00	1.00	1.00	3.00		100.00	0.00	13.10
RS	15		2.00	3.00	1.00	2.00		100.00	0.00	4.00
RS	16		1.00	2.00		2.00		100.00	0.00	1.00
RS	17		1.00	1.00		2.00		100.00	0.00	1.50
RS	18		1.00	2.00		4.00		100.00	0.00	1.50
RS	19		2.00	2.00		4.00		50.00	50.00	10.00
RS	20		7.00	1.00	1.00	2.00	2.00	100.00	0.00	29.00
RS	21		1.00	1.00	1.00	2.00		100.00	0.00	4.00
CP	22		1.00							4.20
CP	23		2.00							5.00
CP	24		2.00							7.50
CP	25		1.00							0.50
CP	26		1.00							1.00
CP	27		2.00							0.10
CP	28		1.00							0.30
CP	29		1.00							0.60
CP	30		1.00							2.00
CP	31		7.00							11.10
CG	32		1.00							11.00
RS	1	LUNES (2018,08,26)	3.00	3.00		2.00		100.00	0.00	5
RS	2		4.00	1.00		2.00	1	100.00	0.00	9.3
RS	3		2.00		1.00	2.00		100.00	0.00	4.1
RS	4		1.00			4.00		75.00	25.00	3.4
RS	5		1.00	1.00	1.00	2.00		50.00	50.00	0.9
RS	6		1.00		1.00	2.00		25.00	75.00	2.2
RS	7		1.00			4.00		50.00	50.00	2.2
RS	8		3.00	1.00	3.00	6.00		100.00	0.00	17.3
RS	9		2.00			4.00		25.00	75.00	4.2
RS	10		2.00		3.00	2.00		100.00	0.00	13.5
RS	11		2.00			4.00		50.00	50.00	4.4

ID	Nº	DÍA	ALMACENAMIENTO (Día)	NIÑOS (0-10)	ADOLESCENTES (11-18)	ADULTOS (19-65)	ADULTO MAYOR (66- MÁS)	COCINAN (%)	COMPRAN (%)	PESO BASURA (Kg)	
RS	12		4.00			2.00	2.00	100.00	0.00	7.5	
RS	13		2.00			4.00		50.00	50.00	4.2	
RS	14		1.00	1.00	2.00	2.00		100.00	0.00	1.8	
RS	15		2.00			4.00		50.00	50.00	4	
RS	16		3.00	3.00		2.00		100.00	0.00	6	
RS	17		4.00		1.00	2.00		100.00	0.00	3.6	
RS	18		4.00		3.00	5.00		100.00	0.00	11.2	
RS	19		2.00		2.00	4.00		100.00	0.00	6	
RS	20		2.00			4.00		100.00	0.00	7	
RS	21		2.00	1.00	3.00	1.00		100.00	0.00	11.5	
CP	22		3.00							10.1	
CP	23		3.00							12	
CP	24		1.00							8.1	
CP	25		2.00							7.2	
CP	26		1.00							1	
CP	27		2.00							17.5	
CP	28		2.00							9	
CP	29		1.00							9.2	
CP	30		2.00							35.5	
CP	31		1.00							7.6	
CG	32		1.00							12.3	
RS	1		MARTES (2018,08,27)	1.00	3.00		2.00		75.00	25.00	1.20
RS	2			2.00			4.00		75.00	25.00	5.00
RS	3			2.00	2.00	2.00	1.00		100.00	0.00	2.50
RS	4			3.00	2.00		4.00		100.00	0.00	16.60
RS	5			5.00	1.00		2.00		100.00	0.00	1.10
RS	6			1.00		3.00	4.00		100.00	0.00	2.50
RS	7			1.00	5.00		2.00		100.00	0.00	0.90
RS	8			1.00		1.00	4.00		75.00	25.00	2.10
RS	9			2.00	2.00	1.00	5.00		75.00	25.00	10.00
RS	10			2.00	3.00		4.00		100.00	0.00	7.00
RS	11			1.00		1.00	4.00		50.00	50.00	3.00
RS	12	3.00		2.00		4.00		100.00	0.00	11.70	
RS	13	1.00				4.00		50.00	50.00	2.20	
RS	14	2.00		1.00	2.00	5.00		100.00	0.00	12.20	
RS	15	3.00				3.00		100.00	0.00	2.80	
RS	16	1.00				4.00		50.00	50.00	3.10	
RS	17	2.00			2.00	2.00		50.00	50.00	4.20	
RS	18	1.00				3.00		100.00	0.00	0.90	



ID	Nº	DÍA	ALMACENAMIENTO (Día)	NIÑOS (0-10)	ADOLESCENTES (11-18)	ADULTOS (19-65)	ADULTO MAYOR (66- MÁS)	COCINAN (%)	COMPRAN (%)	PESO BASURA (Kg)
CP	26		1.00							1.00
CP	27		1.00							2.80
CP	28		1.00							1.50
CP	29		1.00							1.50
CP	30		1.00							1.80
CP	31		1.00							1.20
CG	32		1.00							5.00
RS	1		2.00	1.00	1.00	3.00		100.00	0.00	4.20
RS	2		1.00	1.00		3.00	1.00	100.00	0.00	3.50
RS	3		2.00	1.00		2.00	2.00	100.00	0.00	4.30
RS	4		1.00			4.00	1.00	100.00	0.00	3.00
RS	5		3.00	1.00		2.00	2.00	50.00	50.00	6.60
RS	6		2.00	3.00		3.00		100.00	0.00	7.00
RS	7		1.00	3.00		3.00		100.00	0.00	2.30
RS	8		5.00		1.00	4.00	2.00	100.00	0.00	22.80
RS	9		1.00	1.00	2.00	2.00		50.00	50.00	3.20
RS	10		1.00	1.00	1.00	2.00		100.00	0.00	2.90
RS	11		1.00	2.00		5.00		100.00	0.00	2.50
RS	12		1.00		2.00	2.00	2.00	100.00	0.00	3.20
RS	13		1.00			4.00		100.00	0.00	2.00
RS	14		2.00	1.00	2.00	1.00		100.00	0.00	4.20
RS	15		2.00		1.00	4.00		100.00	0.00	5.30
RS	16		2.00	1.00	2.00	2.00		75.00	25.00	6.30
RS	17		1.00	1.00		4.00		100.00	0.00	3.10
RS	18		1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	75.00	25.00	3.40
RS	19		2.00		2.00	2.00		75.00	25.00	4.20
RS	20		7.00	2.00		3.00		100.00	0.00	20.90
RS	21		2.00	1.00	2.00	2.00		100.00	0.00	4.90
CP	22		3.00							11.50
CP	23		4.00							8.40
CP	24		5.00							23.80
CP	25		3.00							13.80
CP	26		4.00							10.10
CP	27		3.00							16.00
CP	28		4.00							18.20
CP	29		4.00							10.00
CP	30		5.00							18.10
CP	31		3.00							17.00
CG	32		7.00							42.80

JUEVES (2018,08,30)

































**Anexo 26. Método AHP: Matriz de Comparación por pares - Criterios.**

Matriz de Comparación por pares - Criterios										
Criterios	Veredas	Calles	Área del sector	Cantidad de Manzanas	Matriz Normalizada				Ponderación	
<b>Veredas</b>	1.0	1.0	0.3	3.0	0.19	0.19	0.18	0.25	0.20	
<b>Calles</b>	1.0	1.0	0.3	3.0	0.19	0.19	0.18	0.25	0.20	
<b>Area del sector</b>	3.0	3.0	1.0	5.0	0.56	0.56	0.54	0.42	0.52	
<b>Cantidad de Manzanas</b>	0.3	0.3	0.2	1.0	0.06	0.06	0.11	0.08	0.08	
<b>SUMA</b>	5.3	5.3	1.9	12.0						

**Anexo 27. Medición de calles por barrio.**

N°	Barrio/Urbanización/Lotización	m	km
1	Barrio Los Toritos	3016.8	3.0
2	Barrio 4 de Octubre	3077.3	3.1
3	Barrio 2 de Septiembre	498.9	0.5
4	Barrio 8 de Enero	1457.3	1.5
5	Sindicato de Choferes 2	1351.8	1.4
6	Barrio Jesus del Gran Poder	869.7	0.9
7	Barrio La Une	2550.9	2.6
8	Barrio El Cisne	4627.6	4.6
9	Sindicato de Choferes 1	1094.9	1.1
10	Barrio La Union	4564.2	4.6
11	Barrio San Francisco Dos	1158.3	1.2
12	Barrio 9 de Octubre	2025.9	2.0
13	Barrio Los Independientes	3027.2	3.0
14	Barrio Pedro Angulo	3265.3	3.3
15	Barrio Union Popular	3147.9	3.1
16	Barrio Palmeras del Ecuador	3267.8	3.3
17	Urbanización 24 de Diciembre	907.6	0.9
18	Urbanización Ordoñez	736.4	0.7
19	Barrio Eloy Alfaro	6994.1	7.0
20	Barrio Miraflores	3417.6	3.4
21	Barrio Orellana	3783.7	3.8
22	Barrio Amazonas	2342.8	2.3
23	Barrio San Francisco de Asis	2511.3	2.5



N°	Barrio/Urbanización/Lotización	m	km
24	Barrio Central	3834.7	3.8
25	Barrio 24 de Mayo	3297	3.3
26	Barrio La Zeneida	1876	1.9
27	Barrio Nuevo Shushufindi	1116.6	1.1
28	Urbanización El Refugio	5265	5.3
29	Urbanización Las Vegas	3862.6	3.9
30	Barrio Los Bosques	4766.2	4.8
31	Lotización Espejo	1229.1	1.2
32	urbanización Octavio Garcia	1144.2	1.1
34	Barrio Nueva Aurora	13978.9	14.0
41	Lotalización Hermanos Durango	1021	1.0
42	Barrio Integración Social	496.2	0.5
		101582.8	101.6

**Anexo 28.** Acrónimos utilizados en el texto.

PNUMA.- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

ISWA.- International Solid Waste Association.

CEPIS.- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente de la OPS.

OPS.- Organización Panamericana de la Salud de la OMS.

OMS.- Organización Mundial de la Salud.

AME.- Asociación de Municipalidades Ecuatorianas.

HDT.- Hoja de Divulgación Técnica del CEPIS.

GAD.- Gobierno Autónomo Descentralizado.

INEC.- Instituto Nacional de Estadística y Censos.

MSP.- Ministerio de Salud Pública.

AHP.- Proceso de Análisis Jerárquico.

GPC.- Generación Per Cápita.

RSU.- Residuos Sólidos Urbanos.

