

APOYO EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN  
SELECTIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL MUNICIPIO  
DE SANTANDER DE QUILICHAO

LEIDY TATIANA CAMILDE

Código: 49102032



UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2016

APOYO EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN  
SELECTIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL MUNICIPIO  
DE SANTANDER DE QUILICHAO

LEIDY TATIANA CAMILDE

Informe final de trabajo práctico profesional empresarial, modalidad de pasantía para  
optar por el título de Ingeniero Ambiental

Directora

MSc. María Elena Castro Caicedo  
Departamento de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2016

## NOTA DE ACEPTACION

El Director y los respectivos Jurados han leído este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

---

Firma del Director

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Popayán, Agosto de 2016

## DEDICATORIA

*“A Dios, a mi madre y hermanos*

*A Dios por ser guía en cada uno de mis pasos, por darme la sabiduría y fortaleza para enfrentar los momentos difíciles*

*A mi madre por su apoyo incondicional, sus consejos y fortaleza en el día a día, por la confianza que me han ofrecido, por ser mí apoyo en todo momento.*

*A mis hermanos por todo el apoyo que me han brindado”.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser esa fuerza que me mueve para poder realizar cada reto y metas fijadas.

A mi madre MELBA MARIA CAMILDE por todo su esfuerzo y sacrificio; por ser parte vital en este camino, por su incansable labor de guiarme y aconsejarme. Para ella mi más sincero amor, respeto y gratitud.

A mi hermana y amiga NORMA GONZALEZ CAMILDE por brindarme siempre su apoyo incondicional, por siempre estar a mi lado en las buenas y en las malas; por su comprensión, paciencia y amor, dándome ánimos de fuerza y valor para seguir adelante.

A mi directora de trabajo de grado la Ingeniera MARÍA ELENA CASTRO CAICEDO. Por su apoyo, paciencia, generosidad y disposición.

A la empresa de servicios públicos EMQUILICHAO E.S.P. al ingeniero ANDRÉS SADOVNIK por haber permitido que hiciera parte de este proyecto, al Ingeniero CESAR LEANDRO GONZÁLEZ por compartir sus conocimientos, brindarme su apoyo y aportar la información necesaria para que este proyecto se hubiera desarrollado y a las señoras GLADYS SÁNCHEZ, ESNEDA REYES por compartirme tantos conocimientos y por hacerme parte de su equipo de trabajo y aportarme en la formación como profesional.

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>13</b>
<b>1 ANTECEDENTES Y ALCANCES DEL PROYECTO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 GENERAL.....	15
2.2 ESPECÍFICOS.....	15
<b>3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS Y ESTIMACIÓN PER CÁPITA .....	16
3.2 DISEÑO DE LAS MACRO Y MICRO RUTAS SELECTIVAS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO.....	17
3.3 EFICIENCIA Y EFICACIA DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA.....	19
3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA CAMPAÑA EDUCATIVA.....	20
<b>4 GENERALIDADES DE LA ZONA DEL PROYECTO.....</b>	<b>21</b>
4.1 UBICACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO .....	21
4.2 LOCALIZACIÓN CON COORDENADAS.....	21
4.3 LÍMITES GEOGRÁFICOS.....	21
4.4 EXTENSIÓN.....	22
4.5 DISTRIBUCIÓN DEL TERRITORIO POR PISOS TÉRMICOS .....	22
4.6 ECONOMÍA.....	22
4.7 DEMOGRAFÍA.....	22
<b>5 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO DE ASEO.....</b>	<b>25</b>
5.1 MISIÓN Y VISIÓN.....	25
5.1.1 Misión .....	25
5.1.2 Visión.....	26
5.2 PRODUCCIÓN RESIDUOS SÓLIDOS.....	26
5.2.1 Número total de usuarios en el área urbana .....	26
5.3 COMPONENTE DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE .....	27

<b>6</b>	<b>ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y ESTIMACIÓN PER CÁPITA .....</b>	<b>31</b>
6.1	ZONIFICACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	31
6.2	CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS .....	32
6.3	DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITAL.....	35
<b>7</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS RUTAS SELECTIVAS .....</b>	<b>37</b>
7.1	ZONIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE LAS RUTAS SELECTIVAS.....	37
7.1.1	Volumen de Residuos Sólidos Aprovechables por Ruta.....	38
7.2	SENTIDOS VIALES.....	40
7.2.1	Radio de giro .....	41
7.2.2	Pendientes .....	41
7.2.3	Estado de las vías.....	42
7.3	CENTROIDE DE PRODUCCIÓN .....	42
7.4	TIEMPOS ASOCIADOS AL RECORRIDO .....	48
<b>8</b>	<b>DISEÑO DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA.....</b>	<b>50</b>
8.1	DESCRIPCION DE RUTAS .....	50
8.1.1	Detalle Del Recorrido Ruta 1 .....	51
8.1.2	Detalle Del Recorrido Ruta 2.....	52
8.1.3	Detalle Del Recorrido Ruta 3.....	53
8.1.4	Detalle Del Recorrido Ruta 4.....	55
8.1.5	Detalle Del Recorrido Ruta 5.....	56
8.1.6	Detalle Del Recorrido Ruta 6.....	57
8.2	CUADRILLAS DE RUTEO.....	60
8.2.1	Frecuencia y Cantidad De Viajes Por Turno.....	61
8.2.2	Comprobación Matemática De La Cuadrilla .....	61
8.3	RUTAS ESPECIALES .....	62
<b>9</b>	<b>EFICIENCIA Y EFICACIA DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA.....</b>	<b>63</b>
9.1	AJUSTE DE TIEMPOS POR RUTA .....	63
9.2	VIABILIDAD DE LA RUTA EN Km.....	64

<b>10</b>	<b>CAMPAÑA EDUCATIVA DE LAS RUTAS SELECTIVAS .....</b>	<b>66</b>
10.1	CONTACTO CON INSTITUCIONES EDUCATIVAS .....	66
10.2	ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS .....	66
10.3	APOYO EN LA CELEBRACIÓN DEL DÍA MUNDIAL DEL RECICLADOR .....	68
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>71</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>



## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Micro rutas Municipio de Santander de Quilichao.....	28
Imagen 2. Zonificación Municipal .....	31
Imagen 3. Zonificación para el diseño de las rutas selectivas.....	37
Imagen 4. Sentido Vial En El Municipio de Santander de Quilichao .....	41
Imagen 5. Ubicación de los centroides de producción por zonas en el municipio.....	46
Imagen 6. Ubicación del centroide a nivel municipal .....	47
Imagen 7. Tiempos.....	49
Imagen 8. Ruta 1 .....	51
Imagen 9. Ruta 2 .....	53
Imagen 10. Ruta 3.....	54
Imagen 11. Ruta 4.....	55
Imagen 12. Ruta 5.....	56
Imagen 13. Ruta 6.....	57

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número total de edificaciones en el área urbana .....	26
Tabla 2. Producción total de residuos sólidos generados en el municipio .....	27
Tabla 3. Micro-rutas establecidas en el sistema de aseo .....	29
Tabla 4. Continuidad del servicio .....	30
Tabla 5. Zonas de Muestreo .....	31
Tabla 6. Promedio Aritmético y Porcentaje en Peso húmedo de las Muestras de Residuos que llega a Quitapereza .....	32
Tabla 7. Volumen de Residuos Sólidos Aprovechables .....	34
Tabla 8. Pesos de residuos por mes y PPC .....	35
Tabla 9. Producción Per Capita de Residuos Inorgánicos .....	35
Tabla 10. Producción Per Cápita de residuos Orgánicos .....	36
Tabla 11. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 1 .....	38
Tabla 12. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 2 .....	38
Tabla 13. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 3 .....	38
Tabla 14. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 4 .....	39
Tabla 15. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 5 .....	39
Tabla 16. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 6 .....	39
Tabla 17. Sentido vial .....	40
Tabla 18. Centroides Zona 1 .....	43
Tabla 19. Centroides Zona 2 .....	43
Tabla 20. Centroides Zona 3 .....	44
Tabla 21. Centroides Zona 4 .....	44
Tabla 22. Centroides Zona 5 .....	45
Tabla 23. Centroides Zona 6 .....	45
Tabla 24. Centroides de producción a nivel municipal .....	47
Tabla 25. Determinación de Tiempos .....	48
Tabla 26. Tamaño de las Rutas .....	62
Tabla 27. Estimación en la Distancia de las Rutas .....	64
Tabla 28. Comparación de longitudes .....	65
Tabla 29. Capacitaciones manejo integral de residuos sólidos .....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Ubicación desarrollo del proyecto .....	21
Figura 2. Distribución de la población por edad y género.....	23
Figura 3. Distribución de la población por barrios .....	24
Figura 4. Composición de los residuos sólidos que llegan al relleno de Quitapereza .	33
Figura 5.Porcentaje de residuos sólidos en el Municipio.....	33

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Rutas de recolección .....	74
Anexo 2. Registro fotográfico de la pasante .....	80
Anexo 3. Centro de acopio para el municipio de Santander de Quilichao.....	84

## INTRODUCCION

Existe una problemática global ambiental debido al aumento en la generación de residuos sólidos, que está directamente relacionado al crecimiento exponencial poblacional, ya que este involucra un incremento en la demanda por alimentos y por otros bienes, generando el aumento en el volumen de residuos sólidos que se produce a diario, de tal manera que desbordan la capacidad de los rellenos sanitarios generando problemas de contaminación por gases nocivos, malos olores, la generación de patógenos, la aparición de plagas: aves, roedores, entre otros, sino se hace un manejo integral de estos. (Banco Mundial, 2007).

Por ello es importante la implementación de programas y proyectos que involucren la gestión integral de los residuos sólidos donde se contemplen todas las etapas: reducción en el origen; aprovechamiento y valorización; tratamiento y transformación; y disposición final controlada. Esta una alternativa que ataca directamente el problema que es algo común en casi todos los países de Latinoamérica. (manual de gestión de residuos sólidos, 2006), es por esto que Colombia ha realizado un cambio trascendental en la normatividad existente, para establecer medidas de manejo adecuadas para los residuos sólidos estableciendo políticas de gestión para la minimización del impacto ambiental, el crecimiento económico y mejoramiento de la calidad de vida en todos los Municipios del país. (Lorenzo y Valdez, 2001)

Así que el Municipio de Santander de Quilichao teniendo en cuenta el plan de gestión integral de residuos sólidos, se propone generar valores y compromisos cotidianos a través de la implementación de las rutas selectivas en la población, poniendo en marcha procesos de interacción para lograr cambios de hábitos y de comportamientos, respecto a los factores medio ambientales directamente relacionados con los residuos sólidos.

Este documento contiene el desarrollo de la práctica Profesional Empresarial y tuvo el propósito de diseñar e implementar la ruta de recolección selectiva de los residuos sólidos en el municipio de Santander de Quilichao. Es así como desde esta perspectiva se desarrollaron las actividades que apuntaron al diseño e implementación de un Modelo de Gestión de Residuos Sólidos Domésticos que implican la realización de actividades para el manejo adecuado de residuos sólidos Municipales. Permitiendo iniciar un proceso de sensibilización para el manejo integral de los mismos.

Con este trabajo se buscó que el Municipio tenga una ruta selectiva técnicamente viable, para ello fue necesario hacer un análisis de la información sobre la caracterización de los residuos sólidos y estimación per cápita, determinar sentidos viales Municipales, el centroide de producción de residuos sólidos y los tiempos asociados a la recolección, se hace una descripción de cada ruta, se determina su eficiencia y eficacia, y por último la implementación de la campaña educativa.

## **1 ANTECEDENTES Y ALCANCES DEL PROYECTO**

El Municipio de Santander de Quilichao cuenta con la empresa de servicios públicos EMQUILICHAO que asumió la prestación de este servicio desde el año 1996 en la cabecera urbana del Municipio, posteriormente se amplió la cobertura del servicio al corregimiento de Mondomo y algunos barrios periféricos del municipio como lo son san Bernabé, Lourdes y Bello Horizonte, por ello la cobertura es del 100 %. Actualmente se tiene un registro de 15 375 usuarios y se recolectan, transportan y disponen 42 toneladas de residuos diariamente, para tal fin la empresa tiene establecidas siete rutas de recolección y barrido, con una frecuencia de dos veces por semana.

Para garantizar la calidad del servicio la empresa ha dispuesto de un equipamiento amplio y completamente renovado con el cual se puede garantizar cumplimiento en los horarios y recorridos a los usuarios, al igual que el menor impacto en la contaminación por lixiviados y residuos sólidos en las vías urbanas. Dicho equipamiento está compuesto por dos vehículos recolectores de 16 toneladas en perfecto estado, una volqueta, una retroexcavadora, un buldócer y dos camionetas.

Dentro del servicio de aseo EMQUILICHAO E.S.P. no realiza el aprovechamiento directamente, debido a que dentro de su programa de responsabilidad social destina un rubro para el acompañamiento y asesoría técnica además de suministrar materiales de trabajo a la Fundación para el Desarrollo Económico, Social y Ambiental de Colombia "FUNDESAM" recibiendo como beneficios la disminución de los residuos sólidos que son llevados a disposición final, prolongando así la vida útil del sitio de disposición final, por otra parte se brinda una oportunidad de empleo, generación de ingresos y desarrollo comunitario en torno al manejo integral de los residuos sólidos.

En cuanto a la recolección selectiva, en el municipio no se han diseñado ni implementado rutas que permitan la recolección del material potencialmente aprovechable que equivale al 25,5% del total de residuos generados por el municipio, es decir cerca de 500 toneladas por mes de material como cartón, vidrio, papel, plástico y metal. Actualmente se adelantan esfuerzos para lograr consolidar una base de datos acerca de los recicladores de oficio en el Municipio y poder así formalizar el aprovechamiento de los residuos aprovechables.

Emquilichao con este proyecto abarcará todos los sectores del casco urbano del municipio además de los corregimientos de Mondomo, Mandiva y Quinamayo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL.**

Apoyo en el diseño e implementación de la ruta de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables y actualizar el PGIRS de Santander de Quilichao para lograr disminuir la cantidad de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario del Municipio.

### **2.2 ESPECÍFICOS.**

- Analizar la información referente a la caracterización de los residuos sólidos y estimar la producción per cápita.
- Diseñar las macro y micro rutas selectivas de residuos sólidos en el Municipio de Santander de Quilichao.
- Determinar la eficiencia y eficacia de la ruta selectiva en sus primeras etapas.
- Implementar la campaña educativa de las rutas de recolección selectivas de residuos sólidos en el Municipio de Santander de Quilichao

### **3 METODOLOGÍA**

Para el cumplimiento de los objetivos se propuso la siguiente metodología de trabajo por parte de la pasante, con la dirección del Ingeniero Cesar González, encargado de la dirección del proyecto por parte de la empresa EMQUILICHAO E.S.P., y la dirección de la Ingeniera María Elena Castro Caicedo como directora del trabajo de grado por parte de la Universidad del Cauca.

#### **3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y ESTIMACIÓN PER CÁPITA**

Para llevar a cabo este objetivo la empresa Emquilichao E.S.P., suministró los resultados de la caracterización de residuos sólidos en el documento denominado Relleno Sanitario de Quitapereza realizada por la empresa EMCASERVICIOS durante seis (6) días seguidos, del 02/02/2015 al 06/02/2015, durante los cuales se tomaron 16 muestras, de los vehículos que efectuaron su recorrido de recolección de residuos sólidos ordinarios en diferentes sectores; la información suministrada permitió hacer un análisis de la caracterización de residuos sólidos, y como esta se ve afectada por el tiempo en que se hizo, es decir se concluye que la caracterización debió realizarse por al menos un mes de toma de muestras en distintos días de la semana, permitiendo determinar un panorama más amplio de los hábitos de la comunidad frente a los residuos sólidos, también la empresa suministró la información de pesaje de residuos sólidos de los 7 primeros meses del año 2015 es decir de (enero a julio) y el número de usuarios inscritos discriminados por razón social. (Relleno Sanitario de Quitapereza, EMCASERVICIOS, 2015)

Con estos datos se determinó la producción per cápita de residuos ordinarios, de residuos aprovechables orgánicos e inorgánicos; tal como lo indican las siguientes actividades.

#### **Zonificación para la Caracterización de los Residuos**

La zonificación municipal permitió identificar los sectores muestreados, se localizaron en un plano cartográfico mediante el programa ARCGIS 10.1, delimitando las zonas de acuerdo a las características de ubicación que tienen en el Municipio como centro, sur, norte, nor-oeste y sur-oeste se estableció el área neta de cada zona y se cuantifico la



densidad poblacional por zona con los datos de población actual consultado en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

### **Caracterización de subproductos**

La empresa de servicios públicos Emquilichao suministró el estudio realizado por EMCASERVICIO denominado Relleno Sanitario de Quitapereza, donde se encuentra la caracterización de subproductos empleada en este trabajo, con ella se cuantificó el peso de residuos sólidos aprovechables tomando como base que Emquilichao recolecta a diario un promedio de 42 toneladas de residuos sólidos que son llevados al relleno sanitario, esto con los porcentajes de residuos sólidos aprovechables resultado de la caracterización se determinan los pesos por producto y con los precios de venta del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Santander de Quilichao (PGIRS), se obtuvo un estimado diario de los valores de comercialización por producto y por tonelada.

### **Determinación de la producción per cápita**

Con los datos de número de habitantes que se encuentran en la página del DANE y peso de residuos sólidos entregados por Emquilichao se determinó la producción per cápita de residuos ordinarios para el Municipio.

También se cuantifico la producción de residuos sólidos aprovechables tomando las 42 toneladas diarias en promedios de residuos ordinarios que se producen actualmente y los porcentajes de la caracterización, con estos valores se obtiene unos kilogramos diarios de residuos que al dividirlo entre la población actual en el municipio se obtiene el total de residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables.

#### **Producción per cápita**

$$PPC = \frac{Kg \text{ Recolectados}}{No \text{ de habitantes}}$$

## **3.2 DISEÑO DE LAS MACRO Y MICRO RUTAS SELECTIVAS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO.**

Para el diseño de las rutas se tuvieron en cuenta algunas condiciones como fueron respetar las rutas de reciclaje que ya están establecidas, evitar tener la recolección de

residuos sólidos aprovechables el mismo día de la ruta de recolección de residuos sólidos ordinarios; para el planteamiento de las rutas de recolección se divide el municipio en sectores con una magnitud semejante y se procede a cuantificar y verificar la siguiente información:

### **Zonificación para el diseño de las rutas selectivas**

Se sectorizó el municipio en 6 zonas teniendo en cuenta que solo se cuenta con un vehículo recolector de 24 m<sup>3</sup> de capacidad y jornadas de trabajo de 8 horas, donde se tiene que realizar la recolección en el menor tiempo posible para hacer la selección del material en el centro de acopio, para ello se tuvo en cuenta que las zonas tuvieran una producción semejante de residuos sólidos, que la producción de residuos sólidos no rebase la capacidad del vehículo y que los días de recolección seleccionados para recolectar el reciclaje no coincidan con la ruta de residuos ordinarios, la densidad poblacional por zona se buscó fuera lo más equitativa posible teniendo en cuenta que Santander tiene una población en la zona urbana de 52 970 habitantes, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, para el año 2015. Es por ello que se tuvo en cuenta el área neta de 4,33 Km<sup>2</sup>, para tomar como valor estándar una densidad poblacional de 12 164 habitantes/Km<sup>2</sup>

### **Volumen de Residuos Sólidos Aprovechables por Ruta**

El volumen diario de residuos sólidos aprovechables a nivel municipal se determinó a partir de los porcentajes resultantes de la caracterización, teniendo en cuenta el número de habitantes por ruta, la producción per cápita y los pesos unitarios obtenidos de la tabla F.1.5 del Título F del RAS 2000.

#### **Volumen diario**

$$\text{Volumen} = \frac{(\% \text{ Peso humedo})(\text{Peso de los residuos } (Kg/\text{día}))}{(\text{Peso unitario } (Kg/m^3))}$$

### **Estado de las vías**

Para determinar el estado de las vías se realizaron recorridos por el Municipio para distinguir los detalles de sentidos viales, radios de giro y pendientes todos estos se marcaron en un mapa y sirvieron de apoyo para demarcar correctamente las rutas.

### **Centroide de producción**

El centroide de producción se determina a partir de los puntos medios de cada barrio que se hallaron con ayuda de ARCGIS 10.1 tomando de cada uno las coordenadas, con los datos de área y PPC de aprovechables inorgánicos se cuantificó el número de usuarios por barrio y la producción de residuos sólidos aprovechables por barrio, permitiendo obtener las coordenadas finales del centroide por zona, y con las coordenadas y la producción total de cada zona se grafica el centroide municipal.

### **Tiempos Asociados al Recorrido**

Tomando como referencia los centroides por zonas, el lugar de garaje que se encuentra ubicado en el barrio San José y el centro de acopio se calcula los tiempos de transporte que tendrá cada jornada yendo desde el garaje hasta el centro de producción de cada zona y luego del centro de producción al centro de acopio, tomando como base una velocidad de 30 km/hora en vehículos sin carga y 20 Km/hora en vehículos con carga todo esto basado en las condiciones de transporte dentro del casco urbano.

### **Diseño de las Rutas Selectivas**

Con la información anterior se elaboró en físico las rutas selectivas donde se realizó la diagramación de la ruta en ARCGIS 10.1 teniendo en cuenta todas las recomendaciones plasmadas en el Título F del RAS 2000 en cuanto a la topografía, giros, sentidos viales y de accesibilidad, demarcando numéricamente la secuencia del recorrido. Se cuantificaron las longitudes de los recorridos por kilómetros de cada ruta en el programa ARCGIS 10.1 en su versión de prueba.

## **3.3 EFICIENCIA Y EFICACIA DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA**

Se realizaron recorridos de reconocimiento para verificar algunas de las características del Municipio que permitieran determinar los siguientes valores para cada ruta y determinar la eficiencia y eficacia de la misma.

- Al realizar las rutas de verificación se realizaron ajustes para mejorar los recorridos ya planteados donde se disminuyeron los giros a la izquierda y recorridos en tránsito para aumentar la productividad en los recorridos de servicio.
- Se realizaron ajustes para que los tiempos fueran más cercanos a la realidad de la ruta teniendo en cuenta el porcentaje de paradas, este se cuantificó determinando

el área de las zonas a las que el vehículo recolector no puede acceder, la densidad poblacional de estas y la producción de residuos aprovechables que pueden tener ese número de habitantes y eso en proporción a la carga total de residuos aprovechables inorgánicos producidos, se obtiene un porcentaje que se empleó como parámetro para determinar unos tiempos teóricos dentro de las rutas de acuerdo con el porcentaje de paradas y el estado de las vías, tomando como medida estándar una velocidad de 5 Km/hora de acuerdo con los parámetros de conducción manejados dentro del casco urbano de Santander de Quilichao

### **3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA CAMPAÑA EDUCATIVA**

Se desarrollaron todas las actividades preliminares que permitieron poner en marcha el proceso educativo y la respectiva puesta en marcha de las Rutas Selectivas, para ello se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Se establecieron estrategias pedagógicas con el fin de llegar a toda la comunidad Quilichagüeña de manera asertiva, estableciendo acuerdos con Juntas de acción comunal, escuelas, colegios y algunas iglesias del Municipio
- Se hizo contacto con instituciones educativas para lograr su apoyo en el proceso de sensibilización puerta a puerta, se capacitó a los estudiantes que comenzaron el proceso de sensibilización.
- Jornadas pedagógicas, con el fin de educar al personal que realiza las visitas de instrumentación in situ y la recolección de los residuos sólidos aprovechables.
- Visitas de seguimiento con el fin de afianzar la cultura del reciclaje, cuando se detectó que en algunas zonas hubo deficiencias en el proceso de separación en la fuente por parte de la comunidad y se realizaron visitas para reafirmar el conocimiento y proceso de reciclaje.
- Celebración del día mundial del reciclador: se realizó una jornada de reciclaje al parque para conmemorar el día del reciclador con el fin de educar a la comunidad sobre el tipo de material aprovechable y entregar bolsas reutilizables.

## 4 GENERALIDADES DE LA ZONA DEL PROYECTO

### 4.1 UBICACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO

El Municipio de Santander de Quilichao está ubicado en la República de Colombia, en el sector Norte del departamento del Cauca, 82,5 Km al norte de Popayán y 45 Km al sur de Santiago de Cali, limitado al Norte con los municipios de Villarrica y Jamundí, al occidente con el Municipio de Buenos Aires, al oriente con los Municipios de Caloto y Jambaló y al sur con el municipio de Caldo.

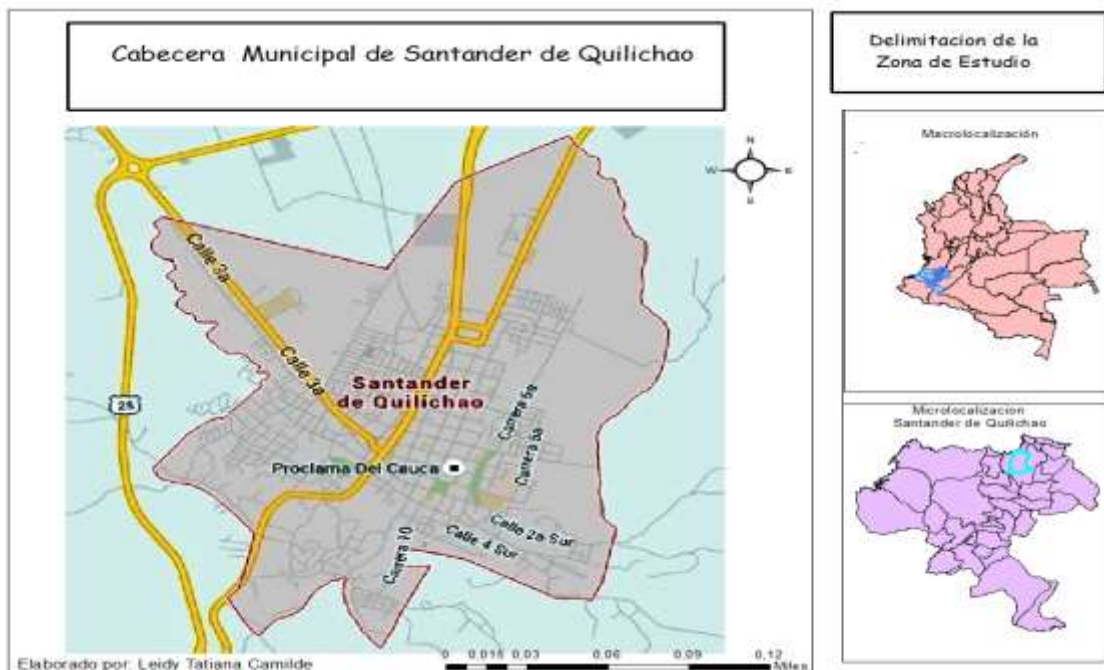
### 4.2 LOCALIZACIÓN CON COORDENADAS

La cabecera municipal se localiza a los 3 grados de latitud norte, y a los 74 grados 54 minutos de longitud al oeste de Greenwich y a una altitud de 1 071 m.s.n.m. tal como lo muestra la figura 1. La ubicación espacial del Municipio de Santander de Quilichao.

### 4.3 LÍMITES GEOGRÁFICOS

- Norte: Villarrica y Jamundí
- Sur: Caldo
- Oriente: Caloto y Jambaló
- Occidente: Buenos Aires

**Figura 1.**Ubicación desarrollo del proyecto



Elaboración propia

#### **4.4 EXTENSIÓN**

- Área urbana: 8.58 Km<sup>2</sup>
- Área Rural: 509.42Km<sup>2</sup>

#### **4.5 DISTRIBUCIÓN DEL TERRITORIO POR PISOS TÉRMICOS**

- Cálido (0 a 1 000 msnm más 24<sup>c</sup>) : 128 km<sup>2</sup>
- Medio (1 000 a 2 000 msnm entre 18<sup>c</sup> a 24<sup>c</sup>) : 365 km<sup>2</sup>
- Frio (2 000 a 3 000 msnm entre 12<sup>c</sup> a 18<sup>c</sup>) : 25km<sup>2</sup>

#### **4.6 ECONOMÍA**

Básicamente la economía del Municipio de Santander de Quilichao proviene en buena parte del sector primario de vocación agropecuaria donde el café, la caña de azúcar y la yuca entre otros son renglones de gran importancia que generan ingresos a los agricultores.

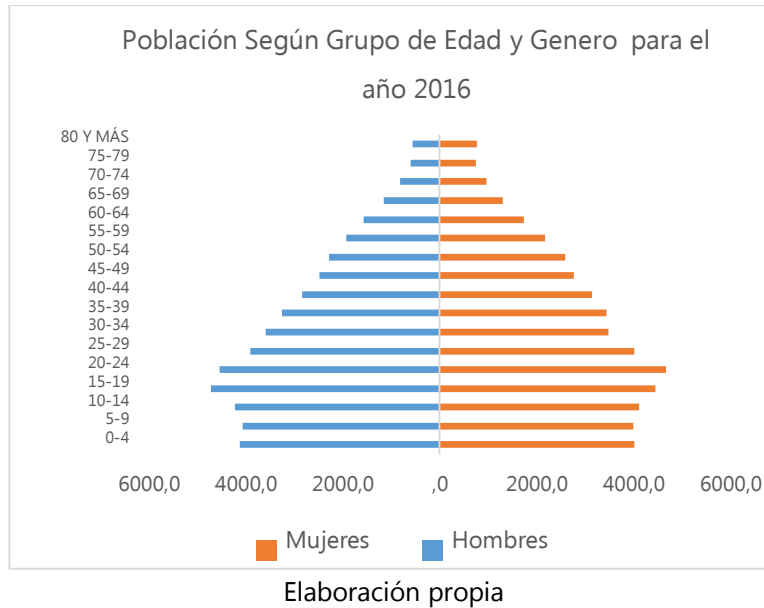
Con los beneficios que trajeron la Ley Páez y la instalación de empresas manufactureras, el renglón secundario pasó a ocupar un buen lugar en la economía local y regional, sin desconocer que el sector terciario, el comercio en el casco urbano es fuente generadora de empleo y actividad económica dinámica.

#### **4.7 DEMOGRAFÍA**

La población estimada según censo del DANE para el año 2005 es de 80 653 habitantes, compuesta por un 36% de comunidades afrodescendientes y 21% de comunidades indígenas, 43% de la población son mestizos. La población se encuentra distribuida espacialmente de la siguiente manera 40 778 habitantes residen en la cabecera municipal, 39 875 habitantes residen en la zona rural, en las 104 veredas, distribuidas en la zona montañosa y plana del municipio.

La figura 2. Distribución de la población por edad y género muestra la serie completa de población por sexo y grupos quinquenales de edad y edades simples de 0 a 26 años.

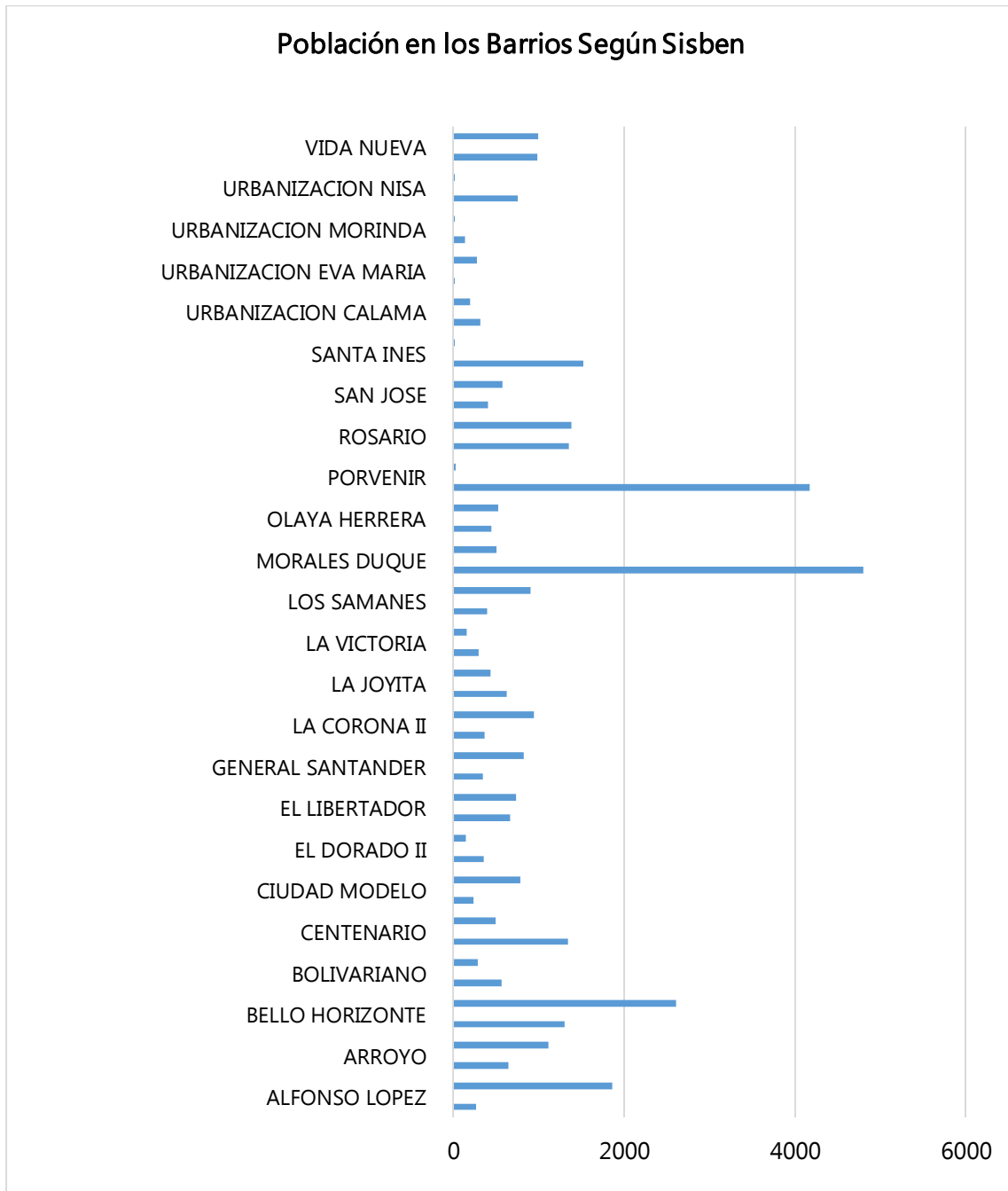
**Figura 2.** Distribución de la población por edad y género



Un proyecto de recolección normalmente tiene un plazo de aplicación relativamente breve (de 5 a 10 años) en función de la dinámica de la ciudad. Debe preverse la evolución de la población y establecer programas que permitan la adaptación del proyecto a las variantes que se produzcan, teniendo en cuenta lo anterior es importante ver las dinámicas de crecimiento poblacional de acuerdo a estándares de género y otras como la que brinda el Sisben que permite verificar las zonas de mayor densidad poblacional por barrios. (Emquilichao, 2013)

La figura 3. Muestra la distribución de la población para cada barrio del municipio de Santander de Quilichao según datos del Sisben para el año 2015.

Figura 3. Distribución de la población por barrios



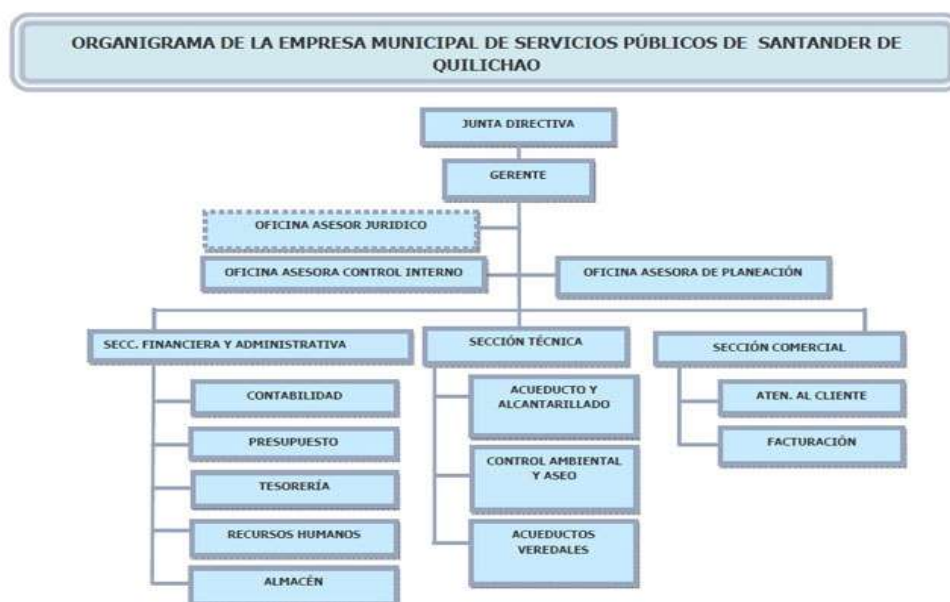
Fuente: Elaboración propia



## 5 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO DE ASEO

La Empresa de Servicios Públicos Emquilichao E.S.P del Municipio de Santander de Quilichao, es la encargada de la prestación de servicios para la Administración, Recolección, Transporte, Barrido y Actividades complementarias del servicio público domiciliario de aseo en el área urbana del Municipio de Santander de Quilichao, incluido la administración y operación del relleno sanitario Quitapereza.

Es por ello que el municipio de Santander de Quilichao, Cauca, y la empresa prestadora del servicio de aseo municipal "EMQUILICHAO ESP" para mejorar las condiciones del municipio llevara a cabo la implementación de un plan de manejo integral de residuos sólidos haciendo énfasis en las etapas de aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos. De acuerdo a las especificaciones del decreto 2981 de 2013 y la resolución 754 de 2014.



Fuente: Emquilichao E.S.P

### 5.1 MISIÓN Y VISIÓN

#### 5.1.1 Misión

- EMQUILICHAO E.S.P., presta los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, para satisfacer oportunamente las necesidades básicas de nuestros usuarios con personal competente y comprometido

### 5.1.2 | Visión

- Ser en el 2018 un prestador eficiente de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo e incursionar como operador en nuevos mercados y servicios.



## 5.2 PRODUCCIÓN RESIDUOS SÓLIDOS

Actualmente el Municipio tiene un contrato de prestación de servicios con la empresa “Servicios Públicos EMQUILICHAO E.S.P.” quien es la encargada de la prestación de servicios para la Administración, Recolección, Transporte, Aprovechamiento, Barrido y Actividades complementarias del servicio público domiciliario de aseo en el municipio de Santander de Quilichao.

Actualmente en el municipio cerca del 89% de las edificaciones son de tipo residencial y aproximadamente el 7.3% es de tipo Comercial, siendo estas dos las más representativas en Santander de Quilichao y en donde se generan la mayor cantidad de residuos sólidos. En la Tabla N. 1 se presenta la distribución de los tipos de edificaciones en el municipio de Santander de Quilichao, discriminados cada uno por tipo de edificación y el número de edificaciones en cada uno de ellos.

### 5.2.1 Número total de usuarios en el área urbana

**Tabla 1.** Número total de edificaciones en el área urbana

Tipo de edificación	Número de edificaciones
Domiciliares	13 744
Comerciales	1 116
Industriales	18
Oficiales	46
Especiales	421
TOTAL	15 375

Fuente: EMQUILICHAO E.S.P.

$$\#personas/vivienda = \frac{52970 \text{ habitantes}}{13744 \text{ viviendas}} = 4 \text{ hab/vivienda}$$

A continuación se ilustra en la Tabla N. 2 la producción total de residuos sólidos generados en el municipio de Santander de Quilichao discriminando el tipo de edificación y la cantidad de usuarios en cada uno de ellos.

**Tabla 2.** Producción total de residuos sólidos generados en el municipio

Tipo de edificación	No. De edificaciones	Producción kg/usuario-mes	Total Residuos sólidos producidos (ton)
Domiciliares	13 744	89,02	1 223,49
Comerciales	1 116	216,3	241,39
Industriales	18	2 808,9	50,56
Oficiales	46	216,3	9,95
Especiales	421	55	23,16
TOTAL	15 375		1 548,55

Fuente: EMQUILICHAO E.S.P.

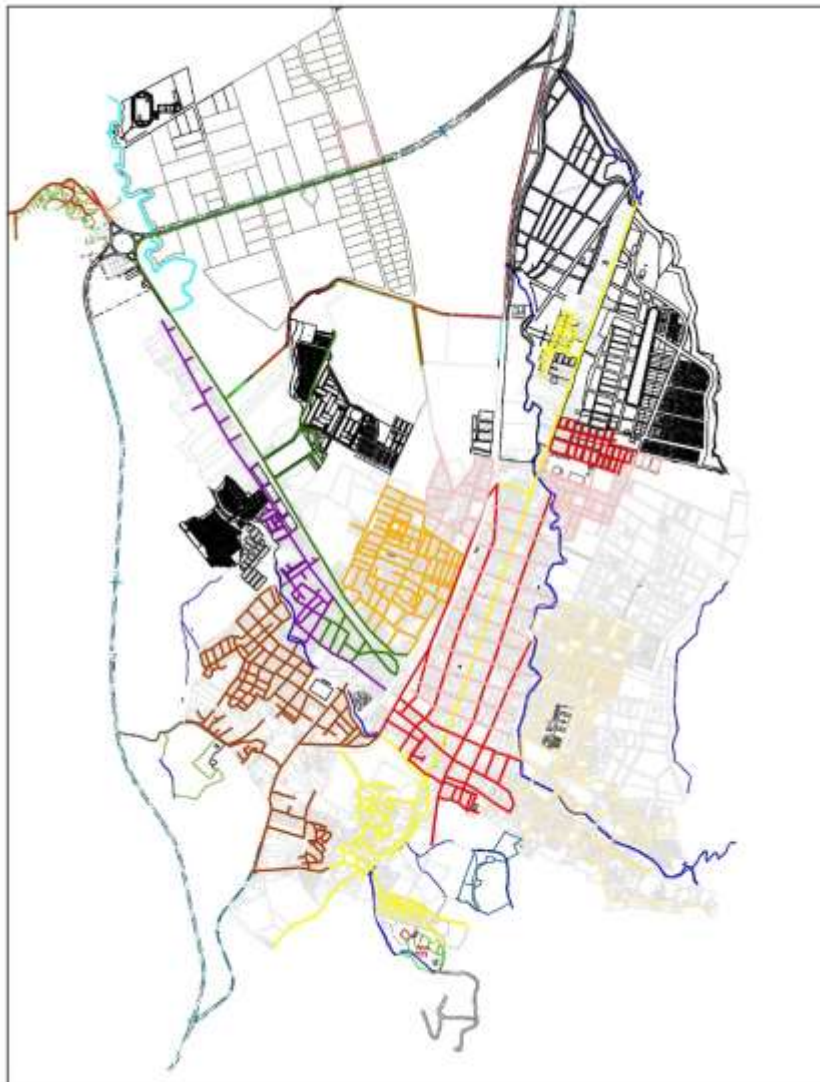
Como se puede observar en la Tabla N° 2, la mayor producción de residuos sólidos mensuales en el municipio de Santander de Quilichao se presenta en el sector residencial y comercial, esto debido a que estos tipos de edificación son los más comunes y junto con la producción mensual se convierten en los mayores generadores de residuos sólidos convencionales del municipio.

### 5.3 COMPONENTE DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Del área total del Municipio en su parte urbana solo 6,98 Km<sup>2</sup> cuentan con el servicio de aseo. En la actualidad la empresa es la encargada de la recolección del 100% de los residuos sólidos producidos en la zona urbana. Respecto a las macro y micro rutas (ver imagen 1) la optimización y el fortalecimiento en los tiempos de recolección plantean dos objetivos principales que son ofrecer calidad y continuidad del servicio a los usuarios mediante el cumplimiento de las rutas de recolección establecidas, de acuerdo a las frecuencias y horarios previamente definidos, armonizándolos con los proyectos de segregación en la fuente y el aprovechamiento de estos materiales. La imagen 1

corresponde a un plano donde se ilustran las nueve microrutas con que cuenta el municipio, cada una de ellas está indicada con un color diferente, igualmente se encuentran bien divididas y dan lugar a las tres macrorutas de recolección de residuos sólidos que atiende a todo el municipio.

**Imagen 1.** Micro rutas Municipio de Santander de Quilichao



Fuente: Plano microrutas EMQUILICHAO E.S.P.

Actualmente en el municipio se manejan 3 macrorutas y 9 microrutas con las siguientes características:

## Micro-rutas

Como se puede observar en la Tabla N° 3 la identificación de microrutas la distancia al punto de disposición final y el tipo de usuarios

**Tabla 3.** Micro-rutas establecidas en el sistema de aseo

Identificación Micro ruta	Número de usuarios	Tipo principal de usuarios	Distancia al sitio de disposición (en km)
1	Canalón, Alfonso López, Olaya herrera centenario parte oriental entre carreras 13 y 11 y occidental, libertador parte oriental entre carreras 13 y 11 y parte oriental	Domiciliario - Comercial	5
2	Zona centro, barrios centenario y libertador de oriente a occidente los guaduales, general Santander, corona I, el jardín, el limonar, la cuerera , entrada donde Triviño	Domiciliario - Comercial	6
3	Morales duque, san José, morinda, san José parte alta	Domiciliario	6,5
4	Betania, porvenir, I, II, III, san Bernabé, el tajo, bello horizonte, la primavera, la esperanza, I,II,III, santa Inés,	Domiciliario	8
5	Santa Anita I,II,III, Rosario, Lourdes, el Arroyo, Villa sabina, belén	Domiciliario	5
6	Panamericano, La Joyita, Dorado I, Dorado II, Niño Jesús De Praga, Urbanización Jamaica, Samaria, Urbanización Andalucía, Ciudad Modelo, Calle 5 Entre Carreras 14 y 25, Terminal De Transporte	Domiciliario - Comercial	6,5
7	Nariño, Villa Del Sur, Los Guabos, Villa Fátima, Los Alcázares, Nariño Unido, Corona II, Proyecto Niza, Villa Kella, Carrera 11 de Sur a Norte Cubriendo La Parte Central De Los Barrios Centenario, Libertador y Bolivariano	Domiciliario - Comercial	5
8	Quinamayó, mandiva y Mondomo	Domiciliario	10
9	Parque Industrial, Ladrillera Meléndez y Japio	Industrial - Domiciliario	9

Fuente: EMQUILICHAO E.S.P

Tabla N° 4 donde se presenta la frecuencia y continuidad del servicio para las 3 zonas establecidas en el municipio con su respectivo número, tipo de usuarios y extractos.

**Tabla 4.** Continuidad del servicio

Estrato	# Usuarios	Frecuencia semanal	Número de recolecciones anuales	# Veces en que no se prestó el servicio en el año	% anual en que no se presta el servicio
1	3 474	2	104	0	0
2	6 836	2	104	0	0
3	3 372	2	104	0	0
4	62	2	104	0	0
Comercial	1 116	2	104	0	0
Industrial	18	2	104	0	0
Oficial	78	2	104	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>15 375</b>	<b>14</b>	<b>728</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: EMQUILICHAO E.S.P

## 6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y ESTIMACIÓN PER CÁPITA

### 6.1 ZONIFICACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

La zonificación municipal permite determinar áreas homogéneas o con características similares y delimitarlas gráficamente con fines de planificación. Se determinó que las zonas de las que se tomaría muestras para realizar el estudio tal como lo muestra la imagen 2. Donde se muestran las 5 zonas con su respectiva ubicación a nivel Municipal, y la tabla 5. Donde se plasman las zonas de muestreo realizadas para la caracterización de residuos sólidos

**Imagen 2. Zonificación Municipal**



Fuente: elaboración propia

**Tabla 5. Zonas de Muestreo**

ZONAS	RUTAS
Zona central	Centro y Canalón
Zona sur	Betania, Porvenir, Bello Horizonte
Zona norte	Santa Anita 1, 2
Zona Sur- oeste	Morales Duque, Dorado 1
Zona Nor- oeste	Ladrillera, Ciudad Santander

Elaboración propia

## 6.2 CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Para caracterizar los residuos sólidos se consideraron como tales, todos aquellos residuos sólidos generados diariamente, como parte de las actividades domésticas y comerciales, las cuales incluyen la generación de residuos sólidos, del sector residencial, de pequeños comercios, residuos de la zona industrial, servicios públicos municipales, (barrido, plaza de mercado) etc. Cada vehículo recolector deposita por viaje un promedio de 7 746,94 Kg/día.

Se seleccionaron y cuantificaron los subproductos de varias muestra de residuos sólidos de aproximadamente 72 Kg, por vehículo muestreado, durante seis (6) días seguidos, del 02/02/2015 al 06/02/2015, en este periodo de tiempo se tomaron 16 muestras, de los vehículos que efectuaron su recorrido de recolección en diferentes sectores. (Relleno Sanitario Quitapereza, Emcaservicios, 2015)

Se aclara que la caracterización debió realizarse por un periodo de tiempo mayor, es decir, la caracterización debió elaborarse por al menos 4 semanas, tomando días alternos cada semana, tratando de realizar el estudio incluso en fines de semana y festivo; es preciso pesar los residuos tomados cada día y observar sus variaciones, con estos datos se realizaría un promedio semanal para determinar la PPC de cada sector del municipio y un análisis detallando que cambios se observan en los residuos recolectados. Permitiendo así obtener un panorama más amplio de los hábitos de la comunidad frente a los residuos sólidos, en la tabla 6. Se presentan los resultados de la caracterización de residuos sólidos de acuerdo con el tipo de residuo se presenta los resultados como promedio aritmético y en porcentaje de peso húmedo, la figura 4. Muestra la distribución de los porcentajes en peso húmedo en un gráfico circular de cada uno de los residuos que se analizaron en el estudio, y en la figura 5. Se precisa la información la distribución de porcentajes de residuos sólidos en 3 categorías orgánicos, parcialmente aprovechables y otros que corresponderían a los residuos ordinarios.

**Tabla 6.** Promedio Aritmético y Porcentaje en Peso húmedo de las Muestras de Residuos que llega a Quitapereza.

Relleno Sanitario QUITAPEREZA	PROMEDIO ARITMETICO (Kg)	PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)
Restos de Alimentos	31,17	42,2
Papel y Cartón	1,71	2,3
Plástico	6,40	8,7
Textiles (Trapos)	4,29	5,8



Relleno Sanitario QUITAPEREZA	PROMEDIO ARITMETICO (Kg)	PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)
Caucho	0,50	0,7
Madera	1,85	2,5
Vidrios	2,73	3,7
Hueso	0,00	0,0
Metales	0,459	0,6
Poda	14,48	19,6
Pilas y Baterías	0,00	0,0
Residuos Hospitalarios	2,98	4,0
Residuos de Icopor	2,85	3,9
Papel Higiénico	2,78	3,8
Cuero	1,75	2,4
TOTAL	73,93	100,0

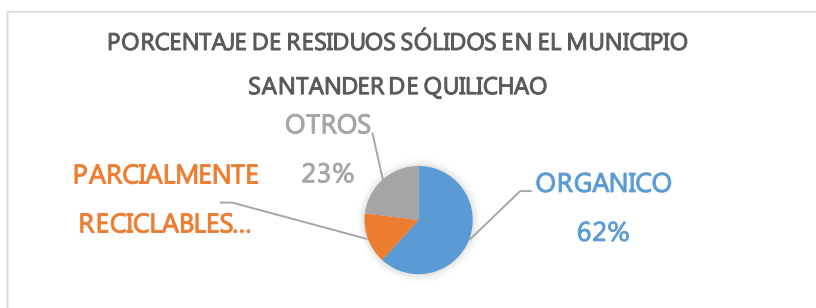
Fuente: Emquilichao E.S.P

**Figura 4.** Composición de los residuos sólidos que llegan al relleno de Quitapereza



Fuente: Emquilichao E.S.P

**Figura 5.** Porcentaje de residuos sólidos en el Municipio



Fuente: Emquilichao E.S.P

Claramente se puede ver que al relleno Quitapereza llega una mayor cantidad de subproductos orgánicos derivados de los residuos alimenticios y de poda (62%), en cuanto a los materiales susceptibles de venta para su posterior reciclamiento destacan el plástico, textiles, vidrios, papel y cartón y metales; en lo que corresponde a residuos no susceptibles de reciclamiento se destaca la generación de residuos hospitalarios, papel higiénico, madera, residuos de icopor entre otros.

En los residuos sólidos que llegan al relleno de Quitapereza en la ciudad de Santander de Quilichao se observan las siguientes características:

En términos generales se puede observar que, el subproducto que presentó un mayor porcentaje, fueron los residuos alimenticios con un valor (41.94 %), de igual manera los residuos de poda presentaron porcentaje alto de (19,25%)

Una característica peculiar de los resultados obtenidos es el alto porcentaje de residuos hospitalarios (4,66%) y el nulo porcentaje de pilas y baterías (0,00%).

En la tabla 7. Se muestran el peso en kilogramos diarios de residuos sólidos aprovechables a nivel Municipal este se determinó a partir de los porcentajes resultantes de la caracterización.

**Tabla 7.** Volumen de Residuos Sólidos Aprovechables.

<b>RESIDUOS APROVECHABLES</b>	<b>PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)</b>	<b>PESO DE LOS RESIDUOS (Kg /día)</b>	<b>COSTO POR TIPO DE RESIDUO (\$/Ton)</b>
Papel y Cartón	2,3	971,3281	42.738,36
Plástico	8,7	3635,38	199.945,00
Vidrios	3,7	1550,717	69.782,65
Metales	0,6	255,6127	8.946,45
Total		<b>6 413,0378</b>	<b>321 413,46</b>

Fuente: PGIRS de Santander de Quilichao

Se estimó los kilogramos diarios de residuos sólidos aprovechables que son llevados al relleno sanitario, los cuales si se realizara una adecuada separación en la fuente dejando de recibir un aproximado de \$321 413,46 diariamente es decir que mensualmente se dejan de ver alrededor de \$9 642 391,34 millones de pesos como ingreso adicional por la comercialización del material aprovechable, sin tener en cuenta los costos de transporte, separación, recolección entre otros. Por tanto se hace necesario la implementación de la ruta para la conservación del medio ambiente, generación de empleo y generar ingresos para la mejora de las condiciones de vida de la comunidad Quilichagüña.

La Figura N. 8 se hacen las mismas especificaciones pero ahora teniendo en cuenta el porcentaje que tiene cada tipo de residuo recolectados.

### 6.3 Determinación de la producción per cápita

En la tabla 8. Se muestra los pesos en toneladas de los primeros meses del año 2015 luego se realizó un promedio de los pesos de esos primeros meses y tomando en cuenta que en Santander de Quilichao hay una población de 52970 habitantes en el casco urbano, de acuerdo con datos del Censo Nacional de Población realizado por el DANE y sus respectiva proyección para el año 2015.

**Tabla 8. Pesos de residuos por mes**

MES	PESO (TON/MES)
ENERO	1 070
FEBRERO	987,985
MARZO	1 226,125
MAYO	938,47
JUNIO	1004,286
JULIO	1119,55

CACULOS

<b>Total</b>	6 346,481
<b>promedio mes</b>	1 057,746
<b>promedio diario</b>	35,258
<b>PPC (ton/hab-día)</b>	0,000666
<b>Kg/hab-día</b>	0,67

Fuente: Emquilichao E.S.P

La producción per cápita de residuos sólidos para el municipio de Santander de Quilichao es de 0,67 Kg/hab-día siendo alta según la tabla F. 1.2 del ras 2000 "Valores típicos de la PPC para municipios colombianos de acuerdo al NCS" debido a las características y número de habitantes del Municipio.

La tabla 9. Muestra los datos de la producción per cápita de residuos sólidos aprovechables inorgánicos dando un estimado bajo por habitante que se espera aumente en cuanto se adquieran hábitos de separación en la fuente y protección del medio ambiente.

**Tabla 9. Producción Per Cápita de Residuos Inorgánicos.**

residuos aprovechables inorgánicos	Kg /día
Papel y Cartón	1 021,6
Plástico	3 864,5
Vidrios	1 643,5

Metales	266,5
Total	6 796,3
PPC aprovechables	0,13

Fuente: Emquilichao E.S.P

La tabla 10. Muestra la producción per cápita de residuos potencialmente aprovechables de tipo orgánico en procesos de procesamiento de abonos y compostaje el cual merece la pena de ser valorado debido al alto porcentaje que se produce por habitante diariamente.

**Tabla 10.** Producción Per Cápita de residuos Orgánicos

<b>residuos aprovechables orgánicos</b>	<b>Kg /día</b>
Restos de Alimentos	17 705,44
Poda	8 225,047
TOTAL	25 930,48
PPC Aprovechables Orgánicos (Kg/hab-día)	0,49

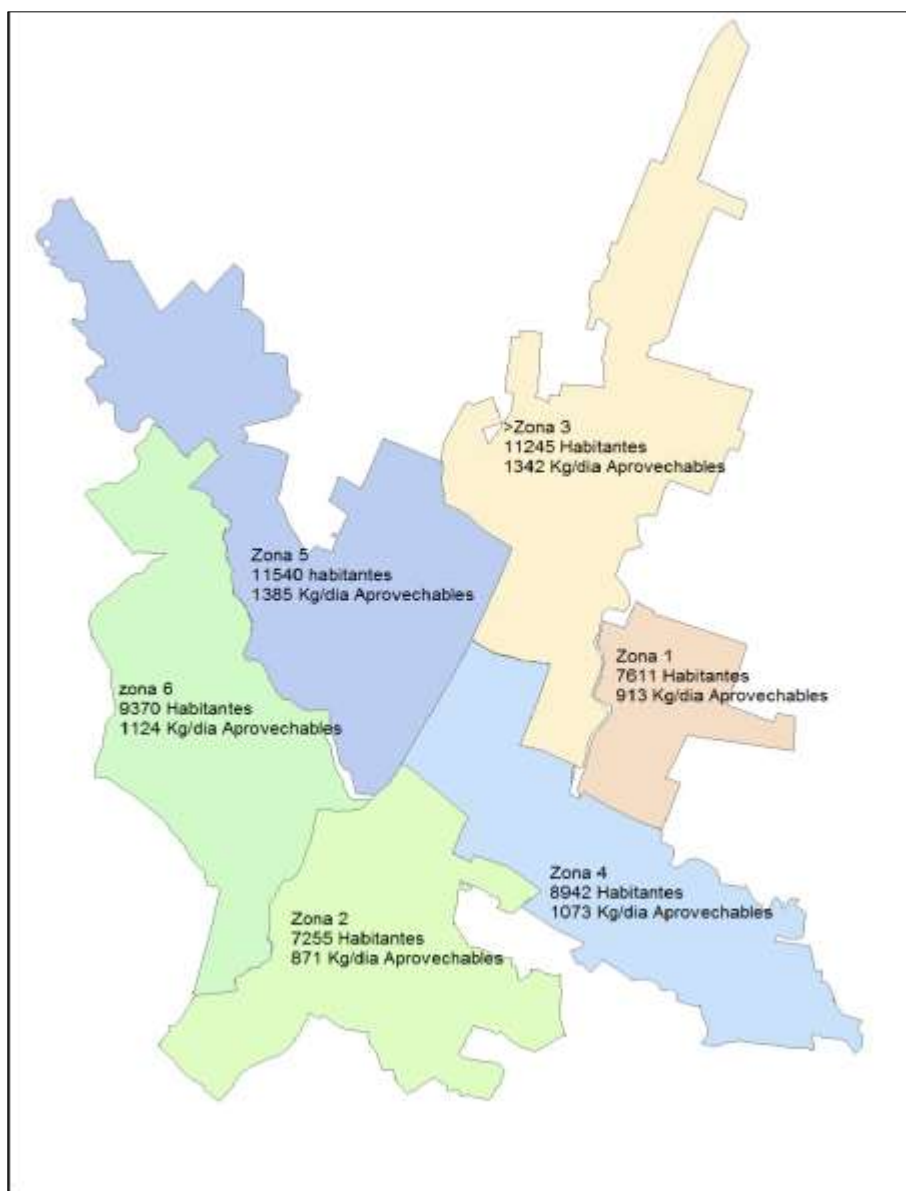
Fuente: Emquilichao E.S.P

## 7 CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS RUTAS SELECTIVAS

### 7.1 ZONIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE LAS RUTAS SELECTIVAS

Se sectorizó el municipio en 6 zonas teniendo en cuenta que solo se cuenta con un vehículo recolector tipo compactador de 7,5 toneladas de capacidad y jornadas de trabajo de 8 horas donde se tiene que realizar la recolección en el menor tiempo posible para hacer la selección del material en el centro de acopio.

**Imagen 3. Zonificación para el diseño de las rutas selectivas**



Elaboración propia

### 7.1.1 Volumen de Residuos Sólidos Aprovechables por Ruta

El volumen diario de residuos sólidos aprovechables a nivel municipal se determinó a partir de los porcentajes resultantes de la caracterización, teniendo en cuenta el número de habitantes por ruta y la producción per cápita de 0,67 Kg/(hab-día) y los pesos unitarios obtenidos de la tabla F.1.5 del Título F de la Ras 2000, estos resultados se muestran en las tablas 11 a 16 para cada ruta.

**Tabla 11. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 1**

RESIDUOS APROVECHABLES	PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)	PESO DE LOS RESIDUOS (Kg /día)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DIARIO (m <sup>3</sup> /día)
Papel y Cartón	2,3	<b>138,3</b>	50	2,766
Plástico	8,7	<b>523,1</b>	65	8,048
Vidrios	3,7	<b>222,5</b>	196	1,135
Metales	0,6	<b>36,1</b>	320	0,113
Elaboración propia			<b>Volumen Total</b>	12

**Tabla 12. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 2**

RESIDUOS APROVECHABLES	PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)	PESO DE LOS RESIDUOS (Kg /día)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DIARIO (m <sup>3</sup> /día)
Papel y Cartón	2,3	<b>131,8</b>	50	2,636
Plástico	8,7	<b>498,6</b>	65	7,671
Vidrios	3,7	<b>212,1</b>	196	1,082
Metales	0,6	<b>34,4</b>	320	0,107
Elaboración propia			<b>Volumen Total</b>	11

**Tabla 13. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 3**

RESIDUOS APROVECHABLES	PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)	PESO DE LOS RESIDUOS (Kg /día)	PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DIARIO (m <sup>3</sup> /día)
Papel y Cartón	2,3	<b>204,3</b>	50	4,086
Plástico	8,7	<b>772,9</b>	65	11,890
Vidrios	3,7	<b>328,7</b>	196	1,677
Metales	0,6	<b>53,3</b>	320	0,167
Elaboración propia			<b>Volumen Total</b>	18

**Tabla 14. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 4**

<b>RESIDUOS APROVECHABLES</b>	<b>PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)</b>	<b>PESO DE LOS RESIDUOS (Kg /día)</b>	<b>PESO UNITARIO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN DIARIO (m<sup>3</sup>/día)</b>
Papel y Cartón	2,3	<b>162,5</b>	50	3,250
Plástico	8,7	<b>614,6</b>	65	9,455
Vidrios	3,7	<b>261,4</b>	196	1,334
Metales	0,6	<b>42,4</b>	320	0,132
Elaboración propia			<b>Volumen Total</b>	14

**Tabla 15. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 5**

<b>RESIDUOS APROVECHABLES</b>	<b>PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)</b>	<b>PESO DE LOS RESIDUOS (Kg /día)</b>	<b>PESO UNITARIO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN DIARIO (m<sup>3</sup>/día)</b>
Papel y Cartón	2,3	<b>212,3</b>	50	4,247
Plástico	8,7	<b>803,2</b>	65	12,357
Vidrios	3,7	<b>341,6</b>	196	1,743
Metales	0,6	<b>55,4</b>	320	0,173
Elaboración propia			<b>Volumen Total</b>	19

**Tabla 16. Volumen Residuos Aprovechables Ruta 6**

<b>RESIDUOS APROVECHABLES</b>	<b>PORCENTAJE EN PESO HÚMEDO (%)</b>	<b>PESO DE LOS RESIDUOS (Kg /día)</b>	<b>PESO UNITARIO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN DIARIO (m<sup>3</sup>/día)</b>
Papel y Cartón	2,3	<b>172,4</b>	50	3,448
Plástico	8,7	<b>652,2</b>	65	10,033
Vidrios	3,7	<b>277,4</b>	196	1,415
Metales	0,6	<b>45,0</b>	320	0,141
Elaboración propia			<b>Volumen Total</b>	15

El volumen que tendrá el vehículo encargado de la recolección de material reciclable será de 24 m<sup>3</sup>, lo que de acuerdo al análisis del volumen a recolectar por ruta tendrá la capacidad suficiente para hacer un solo viaje por cada ruta optimizando tiempo y rendimiento en la recolección, también permite verificar que el centro de acopio cumple con los requerimientos mínimos de diseño tal como lo muestra la propuesta arquitectónica del centro de acopio para el municipio de Santander de Quilichao (anexo C), este cuenta con una zona de descargar 254 m<sup>3</sup> de volumen y en la zona de selección 168 m<sup>3</sup> que son los lugares que requieren mayor espacio, la zona de pesaje cuenta con un volumen de 60 m<sup>3</sup> y la zona de compactación con un volumen de 34 m<sup>3</sup>

que es significativamente menor al que llega pero tiene el diferencial que ya se encuentra seleccionado y pasa a compactación.

## 7.2 SENTIDOS VIALES

Las vías que hacen parte del Municipio de Santander de Quilichao, se caracterizan en su mayoría por ser de doble sentido, a excepción de las calles del centro del Municipio que tienen restricción vial tal como lo indica la tabla 17 donde se encuentran las calles que cuentan con dicha restricción vial y el sentido que manejan, también en la imagen 4. Se encuentra plasmado la imagen del centro de la ciudad y su respectivo sentido vial.

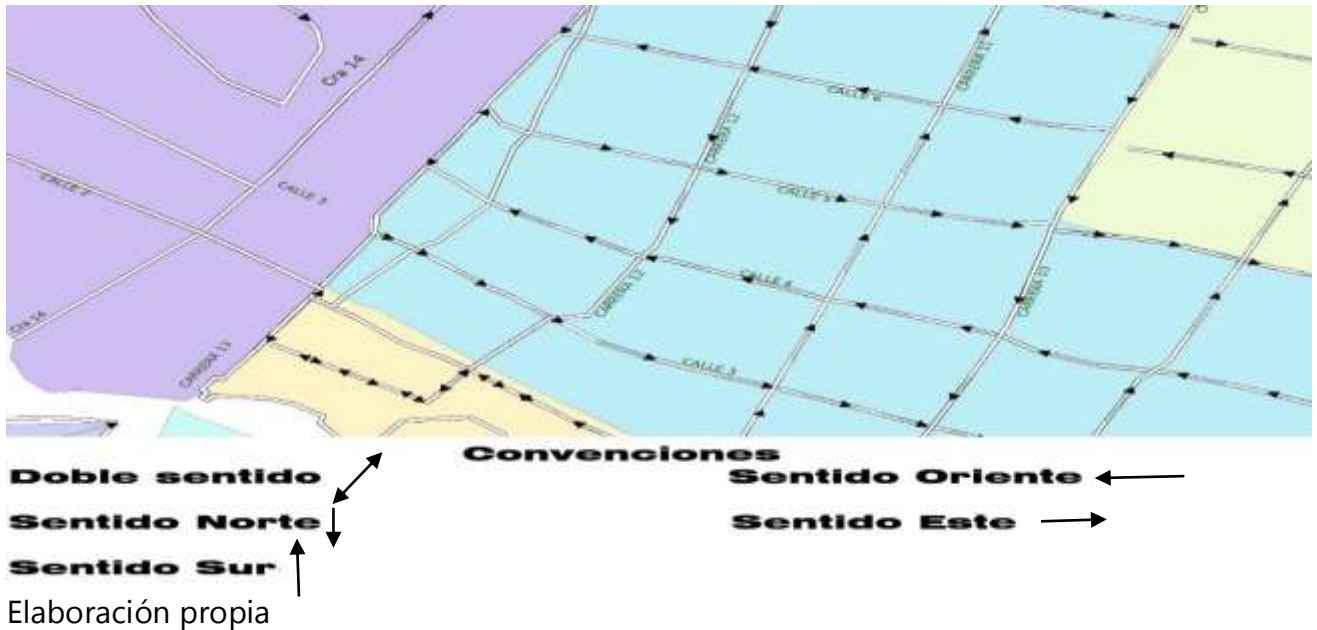
**Tabla 17.** Sentido vial

<b>DESDE</b>	<b>HASTA</b>	<b>SOBRE</b>	<b>SENTIDO VIAL</b>
Calle 1	Calle 8	Carrera 14	Oeste
Calle 8	Calle 6	Carrera 14	Este
Entrada Este	Salida Oeste	Carrera 13	Doble sentido
Calle 4	Calle 14	Carrera 12	Este
Calle 2	Calle 14	Carrera 11	Oeste
Calle 1	Calle 14	Carrera 10	Este
Calle 2	Calle 9	Carrera 9	Oeste
Carrera 13	Carrera 12	Calle 2	Sur
Carrera 11	Carrera 10	Calle 2	Sur
Carrera 13	Carrera 9	Calle 3	Norte
Carrera 8	Carrera 13	Calle 4	Sur
Carrera 8	Carrera 13	Calle 5	Norte
Carrera 8	Carrera 13	Calle 6	Sur
Carrera 8	Carrera 13	Calle 7	Norte
Carrera 9	Carrera 13	Calle 8	Sur
Carrera 9	Carrera 13	Calle 9	Norte
Carrera 10	Carrera 13	Calle 10	Sur
Carrera 10	Carrera 13	Calle 11	Norte
Carrera 10	Carrera 13	Calle 12	Sur
Carrera 10	Carrera 13	Calle 13	Norte
Carrera 11	Carrera 13	Calle 14	Sur

Elaboración propia



#### Imagen 4. Sentido Vial En El Municipio de Santander de Quilichao



#### 7.2.1 Radio de giro

Debido a que el vehículo seleccionado para realizar el recorrido en cada una de las rutas de recolección selectiva es un camión tamaño similar a los vehículos que realizan la ruta de recolección de residuos convencionales en el Municipio de Santander de Quilichao, podrá realizar sin ningún inconveniente cada uno de los giros que sean requeridos al recorrer las rutas diseñadas de acuerdo a observaciones realizadas en campo.

#### 7.2.2 Pendientes

El área donde serán implementadas las rutas de recolección selectiva presentan pendientes pronunciadas en los barrios el Porvenir I, II, III, Lourdes, Belén y los barrios ubicados sobre la carrera 13 (Bello horizonte, San Bernabé, Santa Inés) en la entrada sur del municipio, como solución a este tipo de pendientes se recomienda iniciar la ruta en las zonas donde las pendientes son más pronunciadas, en caso de que esto no se pueda hacer se recomienda hacer la recolección en estas zonas con vehículos más pequeños, la recolección de residuos se debe iniciar en la zona más alta de la pendiente e ir cuesta abajo.

También hay que destacar que el corregimiento de Mondomo presenta pendientes muy pronunciadas las cuales se deben tener en cuenta en el momento de realizar la recolección de los residuos.

El resto del municipio en su parte urbana se caracteriza por tener terrenos planos lo que permite que el vehículo recolector realice con facilidad el recorrido incluso en la situación en la que se haya alcanzado el cupo máximo del vehículo.

### 7.2.3 Estado de las vías

La malla vial de los sectores se caracteriza por estar en buen estado, aunque hay rutas que en su mayoría la rodadura presenta huecos y parches, igualmente hay vías que no tienen ningún tipo de pavimento. Sin embargo a pesar de la ausencia de pavimento el vehículo encargado de recolectar los residuos potencialmente aprovechables está en la capacidad de recorrer estos trayectos.

## 7.3 CENTROIDE DE PRODUCCIÓN

El Centroides de producción de residuos es el lugar geométrico donde se supone está concentrada la producción de residuos de una zona determinada; sirve para medir las distancias equivalentes del área productora al sitio de disposición final, a la estación de transferencia, o a un lugar determinado.

Por cada barrio se tomó un punto central, se toman las coordenadas de cada área y se realizó un ajuste con un porcentaje de error del 10% para determinar el número de habitantes en cada barrio, en las tablas 18 a 21 se muestran los cálculos del centroide para cada ruta que se determinó a partir de las coordenadas de cada barrio tomando como origen el centro de acopio, la densidad poblacional de cada uno de estos y la producción de residuos sólidos por cada zona permitiendo determinar el centroide para cada una de las rutas, tal como lo muestra la imagen 5. Ubicación de los centroides de producción por zonas en el municipio.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i M_i}{\sum M_i}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i M_i}{\sum M_i}$$

**Ecuación del Centroides de  
Generación**

Donde:

X= Centroide del eje X (m).

Y= Centroide del eje Y (m).

$x_i$  = Distancia en el eje X del sitio  $i$  (m).

$y_i$  = Distancia en el eje Y del sitio  $i$  (m).

$M_i$  = Número de residuos generados en el sitio  $i$  (kg/día).

## CENTROIDE DE PRODUCCIÓN POR ZONAS

**Tabla 18. Centroide Zona 1**

COORDENADAS					CENTROIDE	
X	Y	BARRIO	Habitantes por Barrio	Producción (Kg/día)	X <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>
1066410,16	824521,843	Los Samanes	405	49	51820615,95	40066412,81
1066489,78	824174,917	Santa Anita I	398	48	50927933,33	39356706,33
1066582,68	824449,804	Santa Anita 2	574	69	73488855,67	56805603,5
1066660,4	824607,153	Santa Anita 3	939	113	120203014,9	92925794,85
1065993,09	824265,914	Centro	3428	411	438483040,1	339051562,9
<b>Total</b>				689	734923460	568206080,4
<b>Coordenadas Finales del Centroide</b>					<b>1066224,942</b>	<b>824351,8243</b>

Elaboración propia

**Tabla 19. Centroide Zona 2**

COORDENADAS					CENTROIDE	
X	Y	BARRIO	Habitantes por Barrio	Producción (Kg/día)	X <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
1065809,71	824085,81	Alfonso López.	486	58	62220835,2	48109251,3
1065949,92	823876,646	Canalón	632	76	80876390,9	62509662,3
1065563,771	823872,048	Santa Inés	2337	280	298889682,3	231095370,7
1065554,577	823543,359	Nariño	3170	380	405341018,1	313279029,4
1065692,488	823283,626	Villa del Sur	629	75	80400227,73	62111905,42
<b>Total</b>				871	927728154	717105219
<b>coordenadas finales del centroide</b>					<b>1065621,053</b>	<b>823692,1724</b>

Elaboración propia

**Tabla 20. Centroide Zona 3**

COORDENADAS		CENTROIDE				
X	Y	BARRIO	Habitantes por Barrio	Producción (Kg/día)	X <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
1066249,28	824464,767	Olaya Herrera	1016	122	129940649	100475084
1066382,96	825003,804	La Corona	720	86	92106325	71257766,9
1066163,25	824887,163	Centenario	1904	228	243615107	188484244
1066288,03	825316,387	El Libertador	1046	125	133812303	103571909
1066597,47	825291,432	Los Guadales	689	83	88152426,9	68208902,4
1066112,826	825615,566	Jardín	264	32	33810314,6	26183210,84
1066784,891	825485,242	la Corona II	247	30	31677436,9	24512211,3
1065990,167	825247,592	Limonar	1376	165	175991371,5	136251283,2
1066823,84	825363,197	Villas de Quilichao	36	4	4555339,96	3524302,54
1066611,23	825480,949	General Santander	863	104	110426002	85461842,9
1066570,34	826041,906	Bolivariano	3085	370	394794037	305761755
<b>Total</b>				1349	1438881313	1113692512
<b>coordenadas finales del centroide</b>					<b>1066316,052</b>	<b>825327,4205</b>

Elaboración propia

**Tabla 21. Centroide Zona 4**

COORDENADAS		CENTROIDE				
X	Y	BARRIO	Habitantes por Barrio	Producción (Kg/día)	X <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>
1066686,034	823813,375	Belén	2075	249	265592624	205120109
1065982,335	824272,89	Centro	3428	411	438502493	339072896
1066793,011	823566,2	Rosario	2022	243	258882929	199858106
1066398,588	823729,667	Lourdes	1216	146	155662539	120240080
1066932,531	823400,97	Arroyo	201	24	25684927,4	19822241,4
<b>Total</b>				1073	1144325513	884113432
<b>coordenadas finales del centroide</b>					<b>1066406,892</b>	<b>823912,9925</b>

Elaboración propia

**Tabla 22. Centroide Zona 5**

COORDENADAS					CENTROIDE	
X	Y	BARRIO	Habitantes por Barrio	Producción (Kg/día)	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
1065768	824749	Panamericano	964	116	123254848	95381276,8
1065275,59	825610,582	Ciudad Modelo	159	19	20382412,2	15796790,4
1065087,3	825193,015	Morinda	243	29	31034850,2	24044734,9
1064614,03	825992,578	San José	673	81	85985460	66712770,9
1065410,19	824638,683	Morales Duque	8095	971	1034982383	801087243
1065550,08	824859,501	El Dorado	490	59	62692264,4	48531093,1
1065588,39	824960,085	La Victoria	243	29	31096847,9	24074641,2
1065684,18	825189,992	Niño Jesús de Praga	870	104	111251181	86144996,97
1065902,12	824988,823	La Joyita	642	77	82065927,2	63517532,69
1065619,53	825027,141	El Dorado II	256	31	32740883,3	25348744,8
1064941,86	825630,686	Morales Duque	15	2	1916895,34	1486135,23
<b>Total</b>				1518	1617403952	1252125960
<b>coordenadas finales del centroide</b>					<b>1065443,51</b>	<b>824821,4558</b>

Elaboración propia

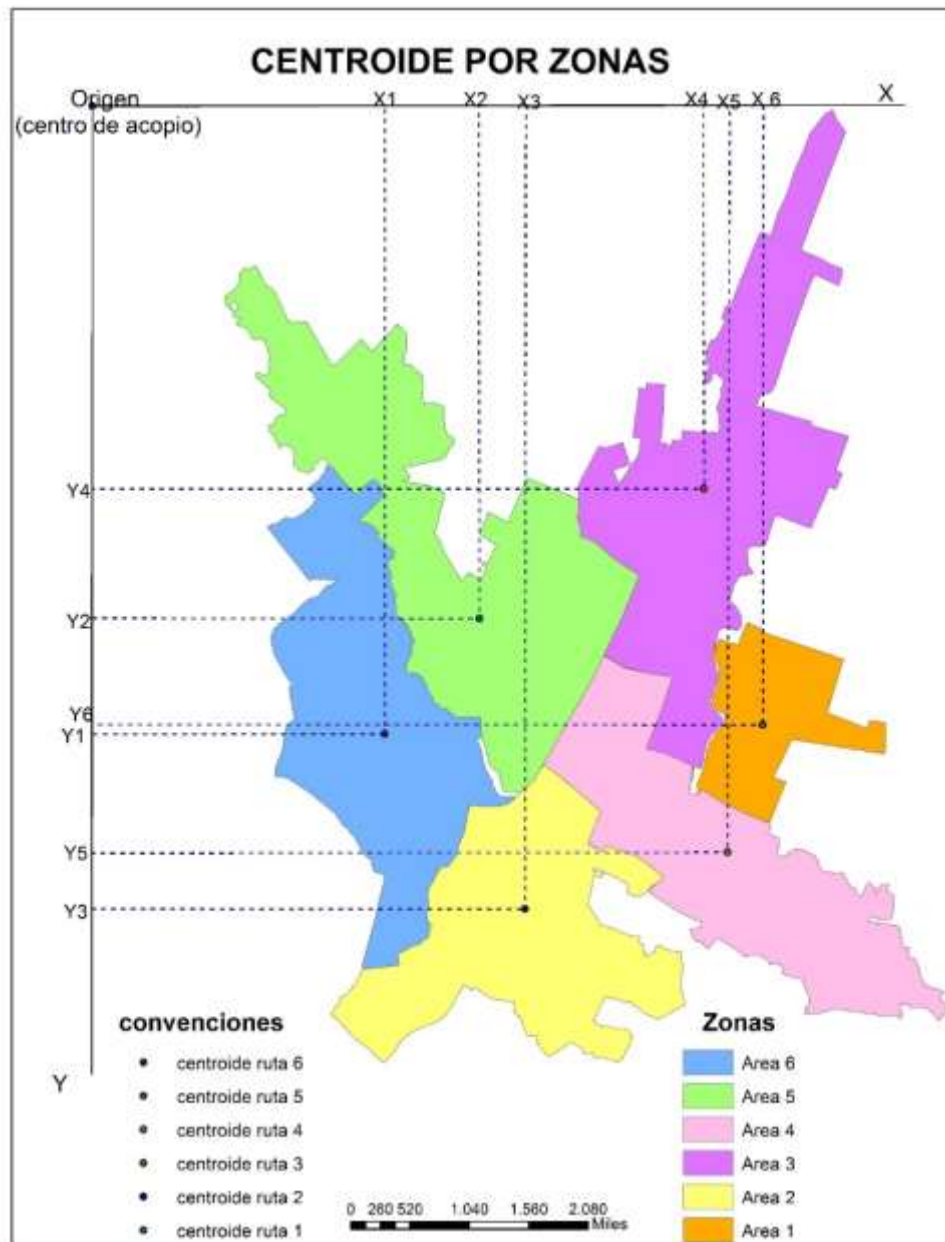
**Tabla 23. Centroide Zona 6**

COORDENADAS					CENTROIDE	
X	Y	BARRIO	Habitantes por Barrio	Producción (Kg/día)	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
1065489,77	824122,225	Urbanización Betania	88	11	11206656,6	8667990,09
1064981,86	824154,16	Bello Horizonte	1794	215	229303255	177450188
1065115,21	823964,393	San Bernabé	2205	265	281789234	217989841
1065317,8	824256,737	Betania	1131	136	144521056	111818703
1065097,26	824469,584	Porvenir I	1210	145	154643527	119706331
1065097,26	824736,284	Porvenir 2	715	86	91409408,7	70781006,6
1064837,4	824510,615	Porvenir 3	617	74	78845357	61050479,7
1065011,21	824971,143	vida nueva	1611	193	205854695	159457649

1064776,08	824760,539	vida nueva 1	75	9	9582984,73	7422844,85
<b>Total</b>				1133	1207156173	934345033
<b>coordenadas finales del centroide</b>					<b>1065075,362</b>	<b>824373,7608</b>

Elaboración propia

**Imagen 5. Ubicación de los centroides de producción por zonas en el municipio**



Elaboración propia a través de ARCGIS 10.1

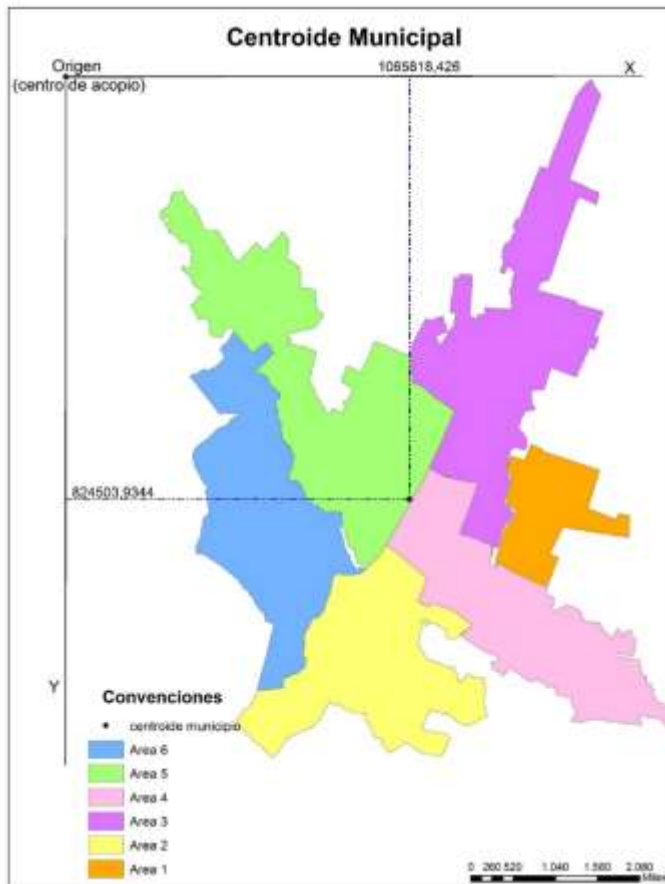
**Tabla 24. Centroides de producción a nivel municipal**

Rutas	coordenadas		Producción por ruta	centroide	
	X	Y		X	Y
Ruta 1	1066224,942	824351,8243	689	734923460	568206080,4
Ruta 2	1065621,053	823692,1724	871	927728154,2	717105219,1
Ruta 3	1066316,052	825327,4205	1349	1438881313	1113692512
Ruta 4	1066406,892	823912,9925	1073	1144325513	884113432,3
Ruta 5	1065443,513	824821,4558	1518	1617403952	1252125960
Ruta 6	1065075,362	824373,7608	1133	1207156173	934345032,5
Total			6634	7070418565	5469588237
<b>Centroide final Municipal</b>				<b>1065818,426</b>	<b>824503,9344</b>

Elaboración propia

La imagen 6. Muestra la ubicación de este centroide de producción está ubicada entre los barrio Centro sobre la carrera 13 tal como lo muestra el mapa del municipio de Santander de Quilichao.

**Imagen 6. Ubicación del centroide a nivel municipal**



Elaboración propia a través de Arcgis 10.1

Se determinó que el punto central de producción de residuos sólidos municipal se encuentra en el barrio Centro el cual se empleó para determinar los tiempos a partir de ese centro de producción de residuos.

#### 7.4 TIEMPOS ASOCIADOS AL RECORRIDO

Los tiempos improductivos pero necesarios para completar la recolección, son los tiempos que comienzan a sumar en los tiempos disponibles por jornada de recolección, es por ello que son importantes y con los centroides por rutas se determinaron los tiempos que se gastan por zona desde el garaje hasta el centroide de producción y luego hasta el centro de acopio. La tabla 25. Muestra los tiempos en minutos de los recorridos que realiza el vehículo por cada zona a recolectar, los cuales se encuentran plasmados en la imagen 7. Donde se hace una distinción de cada uno de los tiempos por colores para cada zona.

**Tabla 25. Determinación de Tiempos**

<b>Zona</b>	<b>Tiempo del garaje a la zona de recolección (T1) (min)</b>	<b>tiempo de recorrido de la ruta de recolección al centro de acopio (T2) (min)</b>
1	7	21
2	10	21
3	18	17
4	1	23
5	17	15
6	17	16

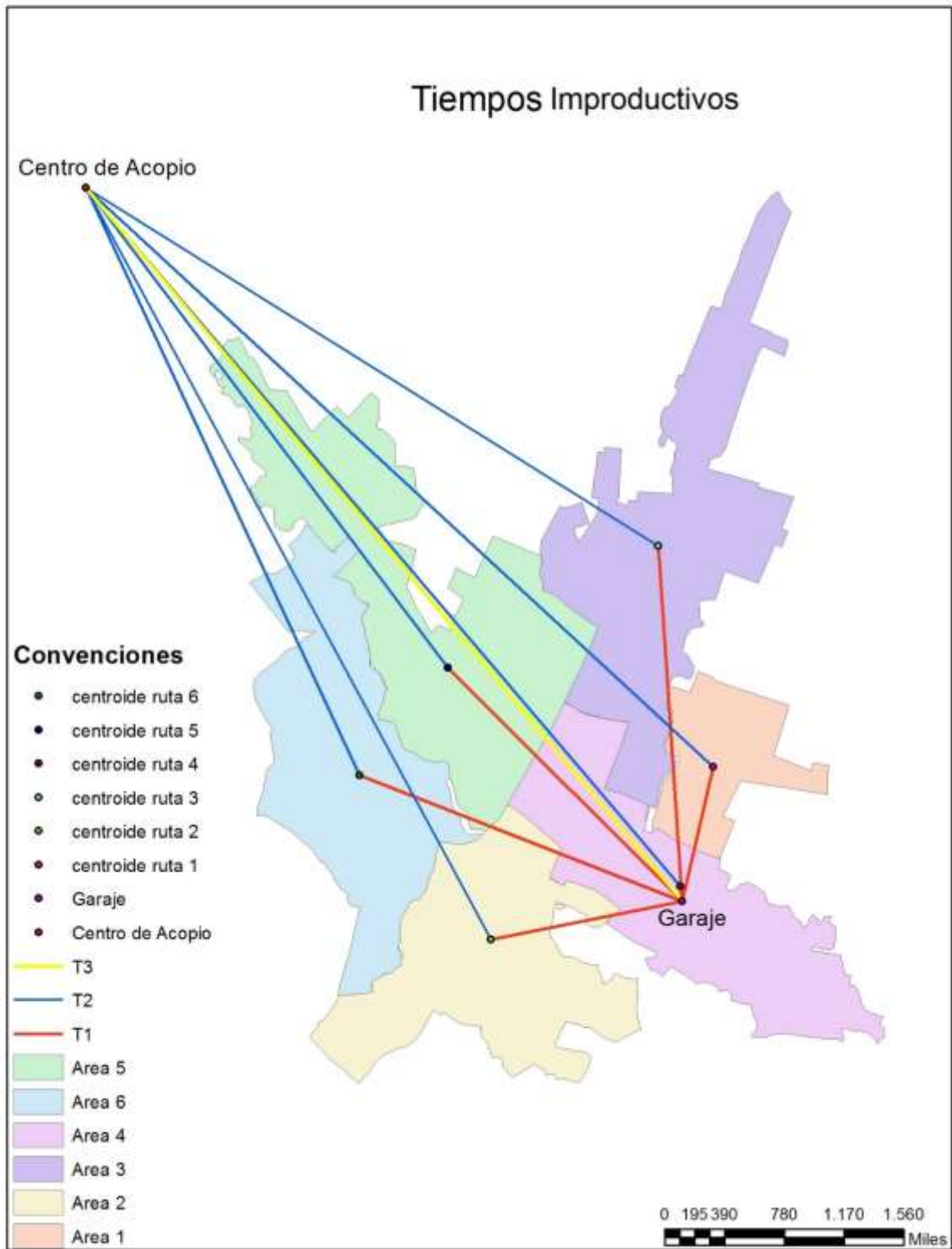
Elaboración propia

Estos tiempos permitirán determinar los tiempos improductivos y el tiempo total gastado en la recolección.

El tiempo (**T3**) que le toma a un vehículo recolector del centro de acopio al garaje es de 23 minutos de recorrido en promedio.



Imagen 7. Tiempos



Elaboración propia

## **8 DISEÑO DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA.**

La siguiente actividad consistió en diseñar las microrutas. Teniendo en cuenta que el macroruteo es la asignación de vehículos recolectores a diversas áreas de la ciudad para realizar la recolección, para el caso en estudio se estableció una única macroruta ya que se cuenta únicamente con un vehículo para realizar la recolección de residuos potencialmente aprovechables.

### **8.1 DESCRIPCION DE RUTAS**

El diseño de cada una de las microrutas las cuales son el recorrido específico que debe cumplir el vehículo de recolección en las áreas donde ha sido asignado, con el fin de recolectar de la mejor manera posible los residuos sólidos potencialmente aprovechables generados por los habitantes de dicha área.

Con respecto a la complejidad del recorrido, se pueden encontrar zonas de recolección ubicadas en faldas de cerros o en calles pequeñas de difícil recorrido. Para ejecutar la propuesta, primero se analizó la distribución actual de rutas y la utilización de la capacidad de carga disponible de la flota asignada.

Para el caso del microruteo se establecieron seis rutas, las cuales están compuestas por los siguientes barrios y corregimientos:

1. Mondomo, Quinamayo, Santa Anita I, Santa Anita II, Santa Anita III, Calama, Los Samanes, Privilegio, Nipororó, Colegio Fernández Guerra, El Edén, Centro.
2. Canalón, Alfonso López, Villa del Sur, Santa Inés, Nariño, La Esperanza, Los Guabos, Los Alcázares, Campito, Parque Industrial.
3. Olaya Herrera, Bolivariano, General Santander, Villas de Quilichao, La Corona I, La Corona II, Los Guadales, El Libertador, Centenario, Jardín, Limonar, Corana Real, Pasaje Bolivariano, Urbanización Niza, Villa Kella.
4. Belén, Alto Belén, El Arroyo, Lourdes, Rosario, Centro, Urbanización Carabalí, Mirador, Villa Sabina, Villa Vásquez.
5. Panamericano, El Dorado I, El Dorado II, La Victoria, Morales Duque, San José, Morinda, Ciudad Modelo, Niño Jesús de Praga, La Samaria, Prados de la Samaria, La Ceiba, Villa Colombia, Jamaica de los Quilichaos, Urbanización Andalucía.
6. Betania, Porvenir I, Porvenir II, Porvenir III, San Bernabé, Bello Horizonte, Vida Nueva, Asoma sol, Las Torres, San Luis, Urbanización Betania.

### 8.1.1 DETALLE DEL RECORRIDO RUTA 1

En la imagen 8. Se muestra el recorrido de la ruta 1, el recorrido inicia en el corregimiento de Mondomo que corresponde a la zona más alta y lejana del recorrido este corregimiento está compuesto por 6 barrios y se caracteriza por ser un terreno de mucha pendiente por ello se hace vital que el recorrido inicie en esta zona, luego se hace la recolección en las zonas aledañas que se encuentran de regreso hacia la parte urbana del municipio. como son Mandiva y Quinamayó respectivamente el recorrido por estas zonas toma alrededor de 3 horas, luego el recorrido se hará en la zona urbana del municipio de Santander de Quilichao comenzando en una avenida principal, la panamericana (carrera 13) haciendo el recorrido tal como lo indica la secuencia numérica en el centro del municipio se procuró evitar pasar varias veces por las mismas calles, se tuvo en cuenta las restricciones viales dentro del municipio, en la mayoría de las calles se realiza un avance transversal, pues la mayoría de las calles lo permite, en zonas donde no se tiene acceso los operarios tendrán que cargar los residuos hasta el vehículo recolector, la ruta termina en la carrera 8.

**Imagen 8. Ruta 1**

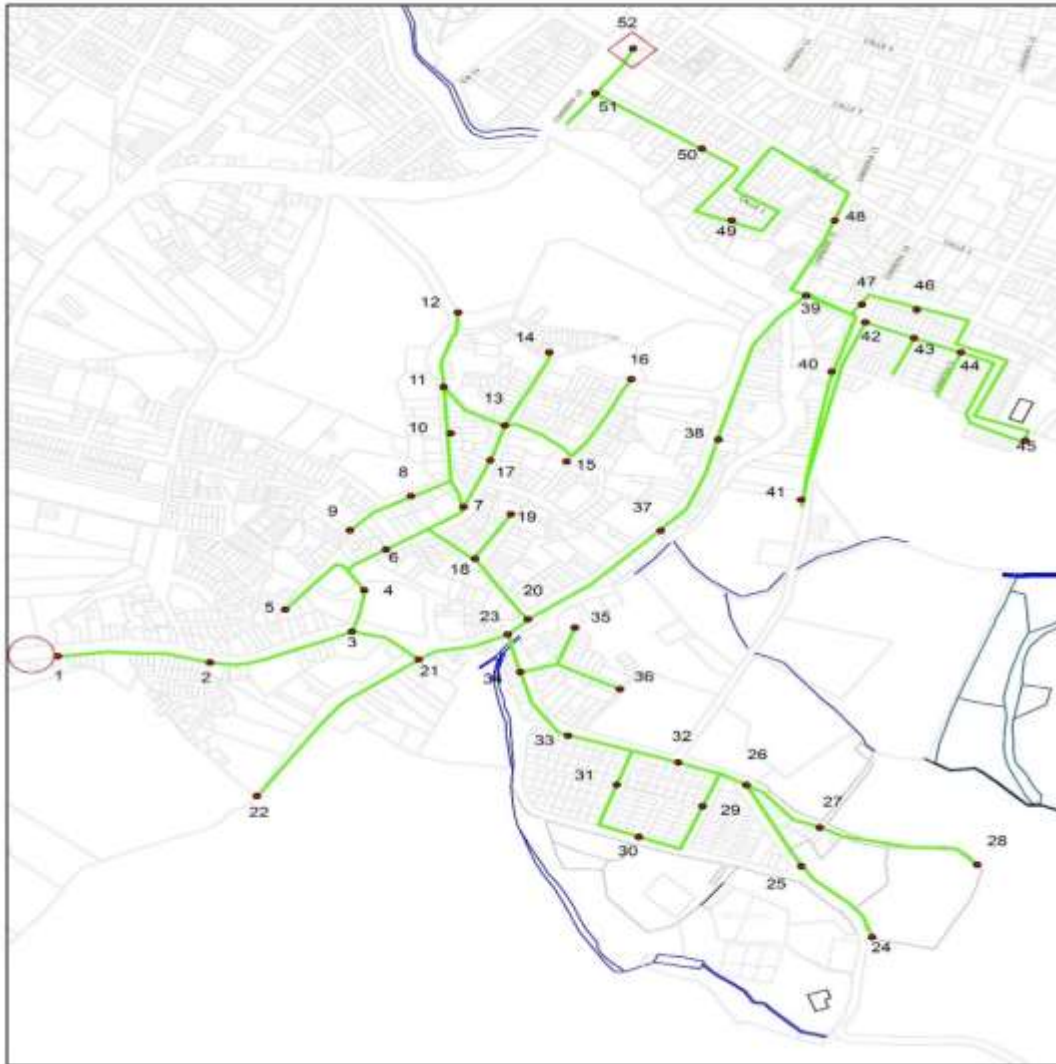


Elaboración propia

### 8.1.2 DETALLE DEL RECORRIDO RUTA 2

En la imagen 9. Se muestra el recorrido de la ruta 2, se inicia en la parte alta del barrio Nariño sobre la carrera 11, a lo largo del recorrido por esta ruta se tienen que hacer varias paradas para la recolección de algunas urbanizaciones como son los alcázares, Los Guabos y la esperanza las cuales no cuentan con unas vías adecuadas para el acceso del vehículo recolector por tanto tomara un poco más tiempo hacer este recorrido estas urbanizaciones están en el punto 1 y 2 de la imagen 8 ruta 2, el sentido de recolección se hará tal como lo indica la secuencia numérica en los puntos de mayor pendiente se hará la recolección desde lo más alto de la colina hasta lo más bajo puntos 24 y 25, estas zonas cuentan con vías de doble sentido, también habrá que entrar en reversa en muchas zonas del recorrido para facilitar la recolección, habrán vueltas en U en algunos sitios donde se disponga del espacio, el estado de las vías de recolección en la mayor parte de la ruta esta sin pavimentar lo que hace más lenta la recolección, la ruta de recolección termina en la carrera 13 con calle 2.

**Imagen 9. Ruta 2**



Elaboración propia

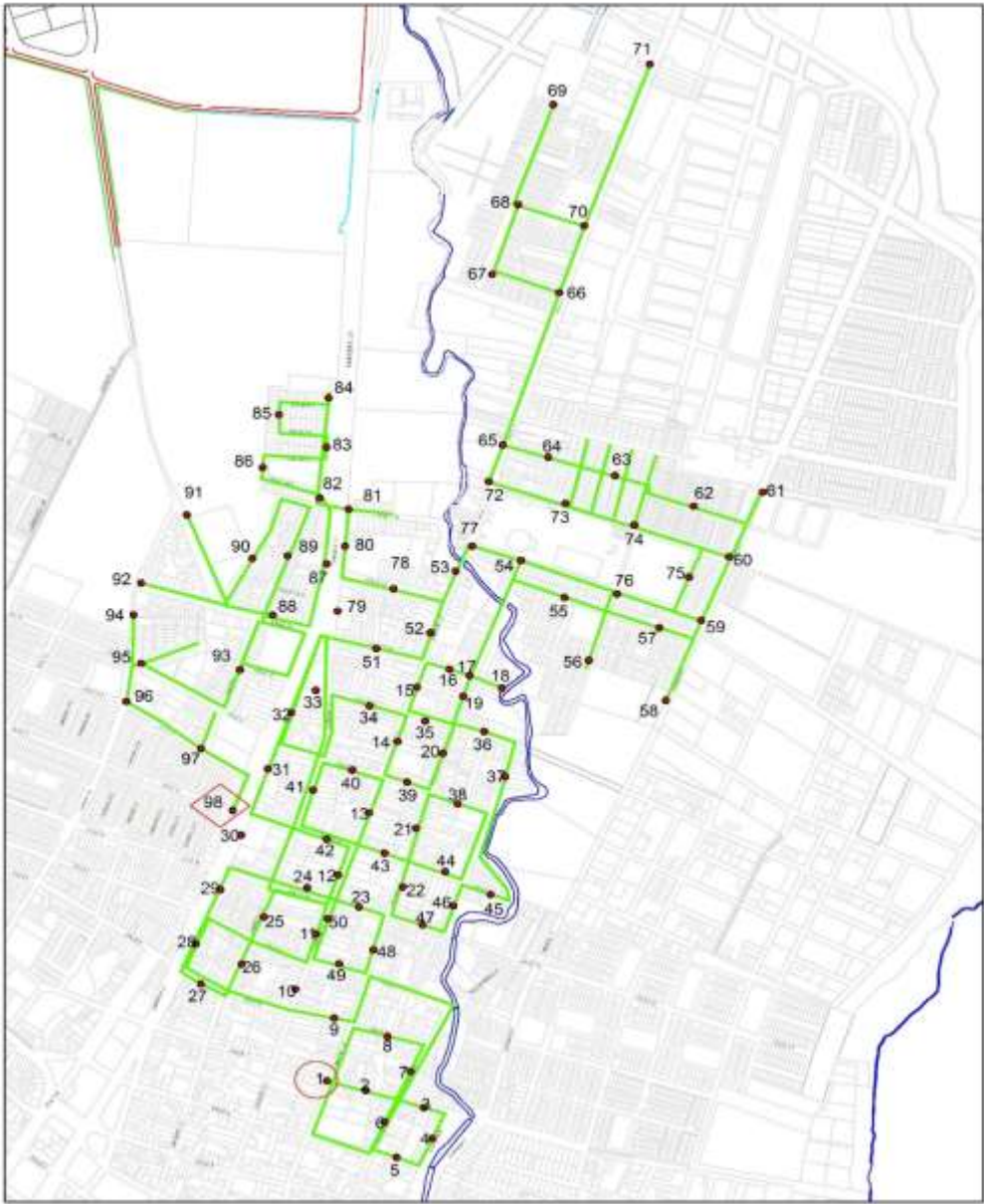
### 8.1.3 DETALLE DEL RECORRIDO RUTA 3

En la imagen 10. Se muestra el recorrido de la ruta 3, el recorrido inicia en la carrera 10 con calle 7 dándole prioridad a esta zona debido al alto flujo vehicular que tiene por ser una zona comercial aumentando el flujo vehicular el día miércoles que es el día de mercado campesino, el recorrido al igual que el resto respeta las restricciones viales, en las urbanizaciones villa Kella y Niza se plantea como estrategia utilizar el método de esquina para la recolección esto debido a que algunas partes de estas urbanizaciones no cuentan con vías de acceso para hacer la recolección puerta a puerta. Por ello queda planteado que estas zonas la recolección se haga con el método

de esquina, la ruta de recolección cuenta con vías en buen estado lo que hace que el recorrido se haga con mayor rapidez.

Se plantea para que la ruta termine en la carrera 13 con calle 11, además de terminar en una frontera invisible como es la vía panamericana que tiene alto flujo vehicular, también es el punto más cercano al centro de acopio que está en proceso de construcción tal como lo muestra el anexo c.

**Imagen 10. Ruta 3**



Elaboración propia

#### 8.1.4 DETALLE DEL RECORRIDO RUTA 4

En la imagen 11. Se muestra el recorrido de la ruta 4 se plantea iniciar por la parte más alta del barrio Lourdes debido a que tiene una alta pendiente también se caracteriza por ser una vía muy transitada ya que conduce hacia la vereda de san pedro y otras zonas donde el flujo vial es grande, esta zona se caracteriza por tener una alta densidad poblacional por tanto se recomienda hacer la recolección en forma de peine es decir ambos lados de la vía a la misma hora, no se recomienda iniciar la recolección por el centro del municipio ya que la idea es recolectar en la zona comercial y estos abren a partir de las 8 de la mañana, además como la recolección se hará los días jueves en horas de la mañana el flujo vial no es alto por tanto no se generaría congestión vial, la ruta terminaría en la carrera 13 que es la vía panamericana y el punto más cercano al centro de acopio.

**Imagen 11. Ruta 4**



Elaboración propia

### 8.1.5 DETALLE DEL RECORRIDO RUTA 5

En la imagen 12. Se muestra el recorrido de la ruta 5, que es la más extensa debido a que incluye el barrio más grande del municipio (morales duque) y otros de menor tamaño por ello la recolección de esta zona se plantea que inicie en la calle 5, para evitar el alto flujo vehicular se inicia el recorrido desde las 6 de la mañana, luego se haría recolección en el área del terminal que también se caracteriza por tener mucho flujo vehicular y se continuaría la recolección tal como lo plantea la secuencia numérica terminando el recorrido en el punto más cercano al centro de acopio de materiales aprovechables del municipio.

**Imagen 12. Ruta 5**



Elaboración propia



### 8.1.6 DETALLE DEL RECORRIDO RUTA 6

En la imagen 13. Se muestra el recorrido de ruta 6, esta ruta inicia en el barrio asoma sol, con el fin de realizar la recolección en las zonas de mayor pendientes topográficas, el estado de las vías en los primeros kilómetros de recolección se caracteriza por ser destapados por tanto la recolección se tiene que hacer a menor velocidad que la promedio, esta ruta también tiene gran número de paradas debido a el difícil acceso de muchas zonas en la ruta, la ruta termina en el barrio San Bernabé en el punto donde lo indica el rombo.

**Imagen 13. Ruta 6**



Elaboración propia

La tabla 26. Muestra el área de cada zona y los kilómetros que tiene cada ruta, además incluye los barrios que hacen parte de las zonas y el día en que se realizara la recolección.

**Tabla 26. Tamaño de las Rutas**

<b>TAMAÑO DE RUTAS</b>				
<b>Ruta</b>	<b>Nombre de barrios</b>	<b>Día de recolección</b>	<b>Longitud total de la ruta (Km)</b>	<b>Área por sector (Ha)</b>
Ruta 1	Mondomo, Quinamayo, Santa Anita I, Santa Anita II, Santa Anita III, Calama, Los Samanes, Privilegio, Nipororó, Colegio Fernández Guerra, El Edén, Centro.	Lunes	15,457	57,6241
Ruta 2	Canalón, Alfonzo López, Villa del Sur, Santa Inés, Nariño, La Esperanza, Los Guabos, Los Alcázares, Campito, parque industrial	Martes	6,281	78,222
Ruta 3	Olaya Herrera, Bolivariano, General Santander, Villas de Quilichao, La Corona I, La Corona II, Los Guadales, El Libertador, Centenario, Jardín, Limonar, Corana Real, Pasaje Bolivariano, Urbanización Niza, Villa Kella.	Miércoles	16,336	97,1179
Ruta 4	Belén, Alto Belén, El Arroyo, Lourdes, Rosario, Centro, Urbanización Carabalí, Mirador, Villa Sabina, Villa Vásquez.	Jueves	14,765	76,1288
Ruta 5	Panamericano, El Dorado I, El Dorado II, La Victoria, Morales Duque, San José, Morinda, Ciudad Modelo, Niño Jesús de Praga, La Samaria, Prados de la Samaria, La Ceiba, Villa Colombia, Jamaica de los Quilichaos, Urbanización Andalucía.	Viernes	18,363	106,0258
Ruta 6	Betania, Porvenir I, Porvenir II, Porvenir III, San Bernabé, Bello Horizonte, Vida Nueva, Asoma sol, Las Torres, San Luis, Urbanización Betania.	Sábado	4,317	82,1027

Elaboración propia

Los tiempos que se muestran en la tabla 27 son los tiempos asociados a las distancias por ruta, realizando el recorrido a una velocidad constante de 5 km/hora. Mostrando que en algunas rutas los tiempos son pequeños en comparación con los otros, estos

tiempos se ven compensados en las rutas de menor tiempo debido al número de paradas que realizan, y al estado de las vías que en su mayoría está sin pavimentar.

**Tabla 27. Tiempos dentro de las rutas**

<b>Ruta</b>	<b>Longitud de la ruta (Km)</b>	<b>Tiempo recolección (horas)</b>
1	15,457	3,1
2	6,281	1,3
3	16,336	3,3
4	14,765	3,0
5	18,363	3,7
6	4,317	0,9

Elaboración propia

### **TIEMPO DE TRANSPORTE POR RUTA**

En la tabla 28. Se muestran el total de horas estimado por rutas, y el total estimado de horas de recolección semanales.

**Tabla 28. Tiempo de transporte**

<b>Ruta</b>	<b>T1 (horas)</b>	<b>T2 (horas)</b>	<b>T3 (horas)</b>	<b>T4 (horas)</b>	<b>Total (horas)</b>
1	0,1	0,4	0,4	3,1	4
2	0,2	0,4	0,4	1,3	2,3
3	0,3	0,3	0,4	3,3	4,3
4	0,02	0,4	0,4	3,0	3,82
5	0,3	0,3	0,4	3,7	4,7
6	0,3	0,3	0,4	0,9	1,9
<b>TOTAL HORAS A LA SEMANA</b>					21,02

Elaboración propia

T1= Tiempo del garaje a la zona de recolección

T2= tiempo de recorrido de la ruta de recolección al centro de acopio

T3= tiempo que le toma a un vehículo recolector del centro de acopio al garaje

T4= Tiempos dentro de las rutas

Los tiempos de recolección teóricamente son equitativos entre la ruta 1, 3, 4, 5, que son de aproximadamente 4 horas y la ruta 2, 6 aunque sus tiempos son menores los recorridos requieren mayor número de paradas como se determinó en la verificación.

## 8.2 CUADRILLAS DE RUTEO.

El grupo de empleados o personas que acompaña un vehículo de recolección, grupo generalmente conocido o designado como "cuadrilla", está integrado por el conductor y los operarios, cuyo número varía de 1 a 4, siendo 3 el más usual. La recolección de los residuos normalmente se lleva a cabo con un equipo de tres o, en algunos casos cuatro operarios conformado por el conductor y dos o tres recolectores que cargan los residuos al vehículo de recolección. En la mayoría de las operaciones de recolección, generalmente el conductor se queda dentro del vehículo por motivos de seguridad y para agilizar el proceso de la operación.

Al hacer los estimativos de personal para el cálculo de costos, deberá tenerse en cuenta el grupo de control y supervisión, así como los empleados de la parte administrativa que correspondan a la recolección. El rendimiento de las cuadrillas es un parámetro de gran importancia y deberá determinarse con exactitud (preferiblemente en terreno) tomando en consideración que solo será válido para las condiciones dadas de lugar (vías, estrato, vehículo, etc.), números de operarios y frecuencia.

Según Duque & Collazos (2003), en Colombia se considera usualmente:

Rendimiento: 120 min. Hombre/tonelada. Con estos valores se tendría respectivamente, para una cuadrilla de tres hombres: Rendimiento: 40 minutos/tonelada.

Para las rutas de recolección de residuos sólidos aprovechables en el municipio de Santander de Quilichao, se recomienda que la cuadrilla está conformada por 3 operarios los cuales se distribuirían de la siguiente manera:

- El conductor del vehículo
- Dos recolectores uno ubicado a lado y lado del vehículo

El recolector que estará ubicado en la parte superior del vehículo tipo escalera que es el empleado para la recolección deberá encargarse de recibir los residuos y ubicarlos de forma tal que permitan la buena utilización del espacio en el vehículo.

## 8.2.1 FRECUENCIA Y CANTIDAD DE VIAJES POR TURNO

Con los datos anteriores y en función del tipo de residuos, características de la zona y a los requerimientos de la población, debe establecerse la frecuencia de recolección, y teniendo en cuenta la distancia al centro de descarga y tipo de vehículo determinar la cantidad de viajes a realizar por turno pero teóricamente se deja como 1 solo viaje por jornada de trabajo.

## 8.2.2 COMPROBACIÓN MATEMÁTICA DE LA CUADRILLA

El tamaño de la cuadrilla de recolección ideal, denotado por Nr. se calcula por:

$$Nr = \frac{N * C}{R * H}$$

N = Número de viajes por turno (1)

C = Capacidad del vehículo en toneladas (7,5) ton

R = Rendimiento en ton/Hombre/hr el rendimiento se determinó de forma teórica según los datos de Duque & Collazos (2003), se toma un rendimiento de 40 minutos/tonelada.

H = Duración de la Jornada en horas, se espera hacer la recolección en el menor tiempo posible debido a que se tiene que hacer la recolección y la separación del material recolectado, es por ello que para tener una mayor eficiencia se calcula una cuadrilla ideal para que realice ese trabajo. (Sedesol, Manual Técnico Sobre Generación, Recolección y Transferencia De Residuos Sólidos Municipales, 2001)

$$Nr = \frac{1 * 7,5}{0,67 * 4} = 2,8 \approx \mathbf{3 \text{ personas}}$$

La cuadrilla de ruteo estará conformada por 3 personas tal como ya se había planteado. La cuadrilla del vehículo debe estar integrada por un conductor y dos operarios, los cuales se encargarán de ir recogiendo las bolsas plásticas con los residuos y depositarlas en el vehículo, cada operario tendrá a su cargo una acera. El conductor de cada camión tiene como obligaciones cumplir con las rutas, horarios y frecuencias que se le hayan asignado. (Sakurai, Kunitoshi. 1980)

### **8.3 RUTAS ESPECIALES**

Dentro de las rutas se plantea un recorrido que abarca toda la zona céntrica del municipio principalmente en el área de galería para realizar la recolección diaria de los residuos que de ahí salen, este recorrido se hará en horas de la tarde utilizando personal que vaya de local en local haciendo recolección del material, esta ruta se caracteriza por ser muy corta es factible realizar la recolección por el método de esquina.

## 9 EFICIENCIA Y EFICACIA DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA

La ruta es eficiente y eficaz en tanto garantiza la utilización de todos los recursos, se disminuyen los tiempos improductivos, el tamaño de la cuadrilla es el ideal, de igual forma se generan estrategias para la recolección selectiva con eficacia y eficiencia facilitando los medios para la recuperación de los residuos que posteriormente pueden ser reciclados. La recolección está dada por días y materiales, por sectores y jornadas garantizando la cobertura con organización y planificación de recorridos y manejo de volúmenes de materiales, es por ello que al realizar los recorridos fue preciso tener en cuenta otros factores que permiten una mayor precisión en la implementación de las rutas de recolección selectivas.

Teniendo en cuenta las premisas anteriormente enunciadas se establecieron las longitudes a recorrer teóricamente, tanto de recolección como de transporte para cada una de las microrutas diseñadas, esta verificación se realizó con recorridos por cada una de las rutas, estos tiempos se presentan en las siguientes tablas:

### 9.1 AJUSTE DE TIEMPOS POR RUTA

Durante los recorridos de verificación se determinó que los tiempos estimados son más bajos que los tiempos reales de recolección esto debido a los diferentes imprevistos y paradas que se presentan en la ruta es por ello que con el fin de hacer una estimación más cercana a la realidad se determinaron unos incrementos por paradas tal como lo muestra la tabla 28. Donde se tuvo en cuenta las zonas de difícil acceso por cada ruta, y se determinó el número de habitantes por cada una de estas zonas, se cuantificó la carga por habitante y con los valores de carga total de residuos sólidos aprovechables por cada zona se halló el incremento por paradas más apropiado para cada ruta

**Tabla 29. Incrementos de tiempos por paradas**

Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4	Ruta 5	Ruta 6	Ítem
0,01030	0,09662	0,12733	0,06992	0,03815	0,16772	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
125,3	1 175,3	1 548,9	850,5	464,1	2 040,1	<b>Habitantes</b>
15,0	141,0	185,9	102,1	55,7	244,8	<b>carga parcial (Kg/hab)</b>
913	871	1 349	1 073	1 385	1 124	<b>carga total (Kg/hab)</b>
2%	16%	14%	10%	4%	22%	<b>incremento por paradas</b>

Elaboración propia

Como se puede observar en los mapas, las rutas obedecen a distancias distintas a las de la solución del modelo, esto debido a los ajustes, sin embargo no guardan mucha diferencia entre ellas. Como resumen, la tabla 30 ajustes de los tiempos de las rutas, muestra las distancias recorridas y un ajuste en el tiempo debido a las paradas que tiene que realizar el vehículo recolector. Aunque sean rutas de similar volumen de recolección de residuos sólidos aprovechables, no todas tienen la misma complejidad en cuanto a la solución.

**Tabla 30. Ajustes de los tiempos en las Rutas**

Ruta	Longitud de la ruta (Km)	Tiempo recolección (horas)	Incrementos por paradas (%)	Tiempo Total de recolección (horas)
1	15,457	3,1	2	3,2
2	6,281	1,3	16	1,5
3	16,336	3,3	14	3,8
4	14,765	3,0	10	3,3
5	18,363	3,7	4	3,8
6	4,317	0,9	22	1,1

Elaboración propia

## 9.2 VIABILIDAD DE LA RUTA EN Km

Un término relevante para la diferenciación de la optimización de rutas de residuos sólidos es la distancia productiva, que es aquella en donde se cargan residuos sólidos. La no productiva o distancias muertas. Se tiene entonces la siguiente fórmula de distancia cubierta en la recolección, donde **Km** denota a dicha distancia:

$$Km = \frac{p}{d} = \frac{a * T * r}{60}$$

(Sedesol, Manual Técnico Sobre Generación, Recolección y Transferencia De Residuos Sólidos Municipales, 2001)

Donde

P = población de la zona que atenderá un vehículo en cada turno.

d = densidad de población en Hab/ Km

a = proporción de la distancia productiva en relación a la distancia total.

T = tiempo disponible para la recolección en minutos (8 horas = 480 minutos)



r = velocidad de avance del vehículo durante la recolección, de 5 km/hr

El diseño de la ruta busca aumentar el valor de a, lo que significa que las distancias productivas sean máximas, usualmente se encuentra entre 0.9 y 0.6. (Sedesol, Manual Técnico Sobre Generación, Recolección y Transferencia De Residuos Sólidos Municipales, 2001)

En la tabla 31 se presentan los resultados de la longitud que se proyecta con la ecuación de viabilidad de la ruta, también se encuentra la longitud real la cual fue medida en planos y permitió hacer la comparación, y el valor de "a" es la distancia que recorre el vehículo cargando residuos dividida por la distancia total que recorre la ruta.

**Tabla 31.** Comparación de longitudes

<b>Ruta</b>	<b>Longitud Real (Km)</b>	<b>a</b>	<b>Longitud Proyectada (Km)</b>
1	18,55	0,56	22,4
2	10,05	0,81	32,4
3	19,60	0,49	19,6
4	17,72	0,73	29,2
5	22,04	0,69	27,6
6	6,04	0,86	34,4

Elaboración propia

El objetivo de esta fórmula es que exista una igualdad, es decir que los km recorridos sean iguales a los proyectados. Si la distancia proyectada fuera mucho menor que la real, significaría que el tiempo disponible no alcanzaría para hacer la tarea. Y si en cambio, la distancia real ejecutada fuera mucho menor a la proyectada, sobraría tiempo y habría gastos innecesarios.

Teniendo en cuenta los resultados se puede concluir que la longitud proyectada es mayor a la longitud real dejando como consecuencia tiempo disponible para hacer la separación del material recolectado por tanto al final del turno no se habrían generado gastos innecesarios.

## 10 CAMPAÑA EDUCATIVA DE LAS RUTAS SELECTIVAS

Se desarrollaron todas las actividades preliminares que permitirán poner en marcha el proceso educativo y la respectiva puesta en marcha de las Rutas de Recolección Selectiva de Residuos Sólidos. Debe dar cuenta y llevar a cabo, por lo menos, los aspectos que se indican a continuación:

### 10.1 CONTACTO CON INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Se hicieron convenios con instituciones de la zona como Sena, Colegio Fernández Guerra, Institución Educativa de Mondomo estas Instituciones educativas desearon vincularse para brindar un acompañamiento en el proceso de sensibilización de la comunidad y así permitan lograr el acercamiento entre los dos actores y reconocimiento de la labor al ver resultados más efectivos en la puesta en marcha del proyecto.

### 10.2 ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS

Las estrategias comunicativas, pedagógica y operativa que se desarrollaron, estuvieron enfocadas a la creación de espacios de reflexión donde se afianzaron la conciencia de protección y conservación del ambiente, donde a su vez se puso de manifiesto la necesidad de detener o mitigar la destrucción desencadenada por los procesos evolutivos y tecnológicos de la humanidad y donde surgieron compromisos y se plantearon mecanismos, estrategias y responsabilidades enfocadas a hacer más armónica la interacción hombre/entorno.

La metodología planteada se desarrolló durante la implementación de la campaña educativa es de tipo participativo donde como primera medida se capacitó al grupo de estudiantes que realizan esta labor como parte de su trabajo de grado tal como lo muestra la tabla 32. El listado de los estudiantes que hicieron parte de la capacitación de manejo integral de residuos sólidos.

**Tabla 32. Capacitaciones del manejo integral de residuos sólidos**

<b>Nombres y apellidos</b>	<b>institución</b>	<b>horas</b>
Leidy Yohanna Escue Gallardo	Sena	1800
Mary Yanelly Riascos R	Sena	1800
Luz Miriam González Castro Fernández	Sena	1800

José Joaquín Ararat	Sena	1800
Carol Andrea Lasso V	Sena	1800
Liseth Alejandra Larrahondo	Sena	1800
Angie Paola Escue	I.E.T.A Fernández Guerra	80
Jazmín Andrea Alfonso V	I.E.T.A Fernández Guerra	80
Ángela Ximena Cruz T	I.E.T.A Fernández Guerra	80
Nohemíly Claros Becoche	I.E.T.A Fernández Guerra	80
María Juliana Abona M	I.E.T.A Fernández Guerra	80
Tatiana Medina Burgos	I.E.T.A Fernández Guerra	80
Obed Reyes	Sena	1800
Elisa María Niño	I.E.T.A Fernández Guerra	80
Stephen Flores Rincón	I.E.T.A Fernández Guerra	80
Camilo Andrés Córdoba Chacón	I.E.T.A Fernández Guerra	80

Elaboración propia

Este listado es de los vinculados en la primera etapa de implementación de la campaña educativa para la apertura de las rutas del reciclaje ellos se encargaron de hacer un acompañamiento puerta a puerta.

Los estudiantes tuvieron una capacitación centrada en el manejo integral de residuos sólidos, acercamiento a la comunidad, y materiales reciclables.

Las visitas puerta a puerta tuvieron como objetivo brindar indicaciones sencillas y adecuadas a los habitantes de los barrios del Municipio de Santander de Quilichao, sobre el procedimiento a seguir para la separación de residuos sólidos. Para ello los estudiantes se capacitaron en el manejo de una adecuada comunicación personal.

En procura de lograr un mayor acercamiento con la comunidad se plantearon Jornadas Pedagógicas que permitan generar procesos de reconocimiento e inclusión social por intereses comunes. En este caso, es el manejo de los residuos sólidos en un área con características e identidad social similares a través de las Juntas de Acción Comunal (cercanía, vecindario, familiaridad, compartir mismos problemas, espacios públicos, bienes y servicios sociales, etc), donde se trataron algunos de los siguientes temas.

- Ciclo del reciclaje
- Consejos prácticos para minimización de producción de residuos
- Técnicas de separación de residuos domésticos y proceso de reciclaje
- Aprovechamiento del material reciclable
- Beneficios del reciclaje: ambiental, social y económico.
- Compromisos entre las partes.

Se plantea como una estrategia las visitas de seguimiento en caso de detectar

deficiencias en el servicio de recolección en la ruta selectiva de residuos sólidos para ello se plantea visitar los hogares y brindar una asesoría y acompañamiento, evaluar el desarrollo del proceso de gestión de residuos y consolidar su continuidad.

Dentro de la campaña educativa también se capacitó al grupo de operarias encargadas de la recolección de residuos sólidos de la "Fundación para el Desarrollo Económico, Social y Ambiental" Fundesam en el manejo integral de residuos sólidos y en las rutas de recolección de residuos sólidos aprovechables.

### 10.3 APOYO EN LA CELEBRACIÓN DEL DÍA MUNDIAL DEL RECICLADOR

Como parte de la implementación de la campaña educativa la empresa Emquilichao E.S.P celebró el día mundial del reciclador con una actividad denominada **reciclaje al parque**.

Para que llevar a cabo esta actividad se hizo publicidad a través de la radio, televisión, redes sociales, Diseño de volantes y entrega a la comunidad del municipio de Santander de Quilichao con el fin de informar a la comunidad sobre la actividad que se tenía planteada con el fin de ir educando a la comunidad sobre el reciclaje; es decir se educó sobre el material que se puede reciclar, artesanías que se pueden obtener teniendo el mismo como materia prima e incentivar la entrega de una bolsa reutilizable.

Publicidad entregada para la celebración del día mundial del reciclador con una actividad denominada reciclaje al parque



Para que se pudiera llevar a cabo la actividad se tuvieron en cuenta los siguientes recursos:

#### RECURSO HUMANO

- Promotores ambientales
- Auxiliares ambientales

- Estudiantes de distintas instituciones educativas (Sena, Institución Educativa Fernández Guerra)
- Red de Jóvenes de Ambiente
- La Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) con su equipo de profesionales
- Policía nacional
- Fundesam
- Emquilichao ESP

La actividad tuvo buena acogida de la comunidad Quilichagüeña, y dejó como resultados: La entrega de 100 bolsas reutilizables, y la recolección de 199,22 kilogramos de material reciclable además se realizaron actividades lúdicas y presentaciones artísticas.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que los residuos sólidos del municipio de Santander de Quilichao están compuestos por 62% de orgánicos, 15% de reciclables, y 23 % de otros elementos, y de ese 15% de residuos sólidos reciclables está en su mayoría compuesta por papel, cartón, plástico, vidrio y metales. es decir de las 42 toneladas en promedio diarias de residuos sólidos que se recolectan en el Municipio, son susceptibles de ser aprovechadas 6,3 toneladas de material reciclable.
- Se realizó el diseño de las rutas de recolección para el Municipio de Santander de Quilichao basada en aspectos técnicos y logrando una cobertura del 100% del área urbana, trayendo como consecuencia que el servicio de recolección de residuos sólidos sea eficiente, reduciendo costos de operación y mantenimiento, reduciendo las distancias muertas e improductivas respecto a la distancia total recorrida, aprovechando la capacidad total del vehículo recolector, y respetando la jordan legal de trabajo.
- Los diseños iniciales de las rutas de recolección selectiva fueron adoptados como los definitivos al comprobar su eficiencia y viabilidad en las pruebas realizadas en cada uno de los sectores del municipio. Se comprobó además del diseño como tal de la ruta, los sentidos viales, la accesibilidad del vehículo recolector, las distancias haciendo una aproximación de las distancia de acuerdo a un porcentaje de paradas que se realizó en el recorrido.
- Se capacitó a los alumnos de la Institución Educativa Técnico Ambiental Fernández Guerra y estudiantes del Sena y se comenzó a dar capacitación casa a casa a los habitantes de los barrios Morales Duque, Betania, Niño Jesús de Praga, San Bernabé entre otros, los resultados de estas actividades desarrolladas en la comunidad se vieron reflejados los días de las pruebas de la ruta de recolección selectiva, donde se encontró un alto porcentaje de residuos sólidos separados correctamente.
- Se le dio instrumentación sobre normativa y manejo de residuos sólidos aprovechables a los funcionarios de la Fundación para el desarrollo social, económico y ambiental de Santander de Quilichao (Fundesam)) que en el momento son los encargados de la recolección del reciclaje en el municipio.

## RECOMENDACIONES

- Plantear alternativas de aprovechamiento de residuos sólidos tanto a corto como a largo plazo propuestas con el desarrollo del proyecto, se pretende garantizar la inclusión de la comunidad recicladora del municipio de Santander de Quilichao, ya que no se puede desligar el papel que ellos juegan con relación al aprovechamiento de estos residuos, estas alternativas pretenden garantizarles un trabajo formal y digno así como apoyarlos y promover su asociatividad junto con la erradicación del trabajo infantil.
- Con un porcentaje del 62% aproximadamente en la producción de residuos orgánicos en cada uno de los sectores objeto de estudio del Municipio, se justifica el diseño e implementación de una planta de compostaje donde se pueda llevar a cabo el proceso de aprovechamiento de este tipo de residuos con el espacio requerido y con el control de las variables necesarias para producir un compost de calidad.
- Se recomienda la construcción del centro de acopio para que los residuos sólidos aprovechables de las industrias puedan ser recibidos por la empresa de servicios públicos EMQUILICHAO E.S.P garantizando que los residuos que hay son entregados tendrán la manipulación adecuada es decir se cuidaría el buen nombre y la identidad de la empresa que hace entrega de sus residuos sólidos aprovechables.
- La sensibilización y educación ambiental es un proceso lento que debe ser continuo y permanente, es por esto que se debe continuar trabajando con la comunidad Quilichagüeña con el objetivo principal de obtener una eficiencia del 100% en la ruta de recolección selectiva y aumentar así la cantidad de residuos sólidos aprovechables.
- Se recomienda revisar el diseño una o dos veces al año, ya que es inevitable que se produzcan cambios en la ciudad. Dichos cambios pueden provocar aumento en la cantidad de residuos sólidos en algunos sectores; incremento en el tránsito de ciertas calles, sumarse nuevos sectores habitacionales; etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

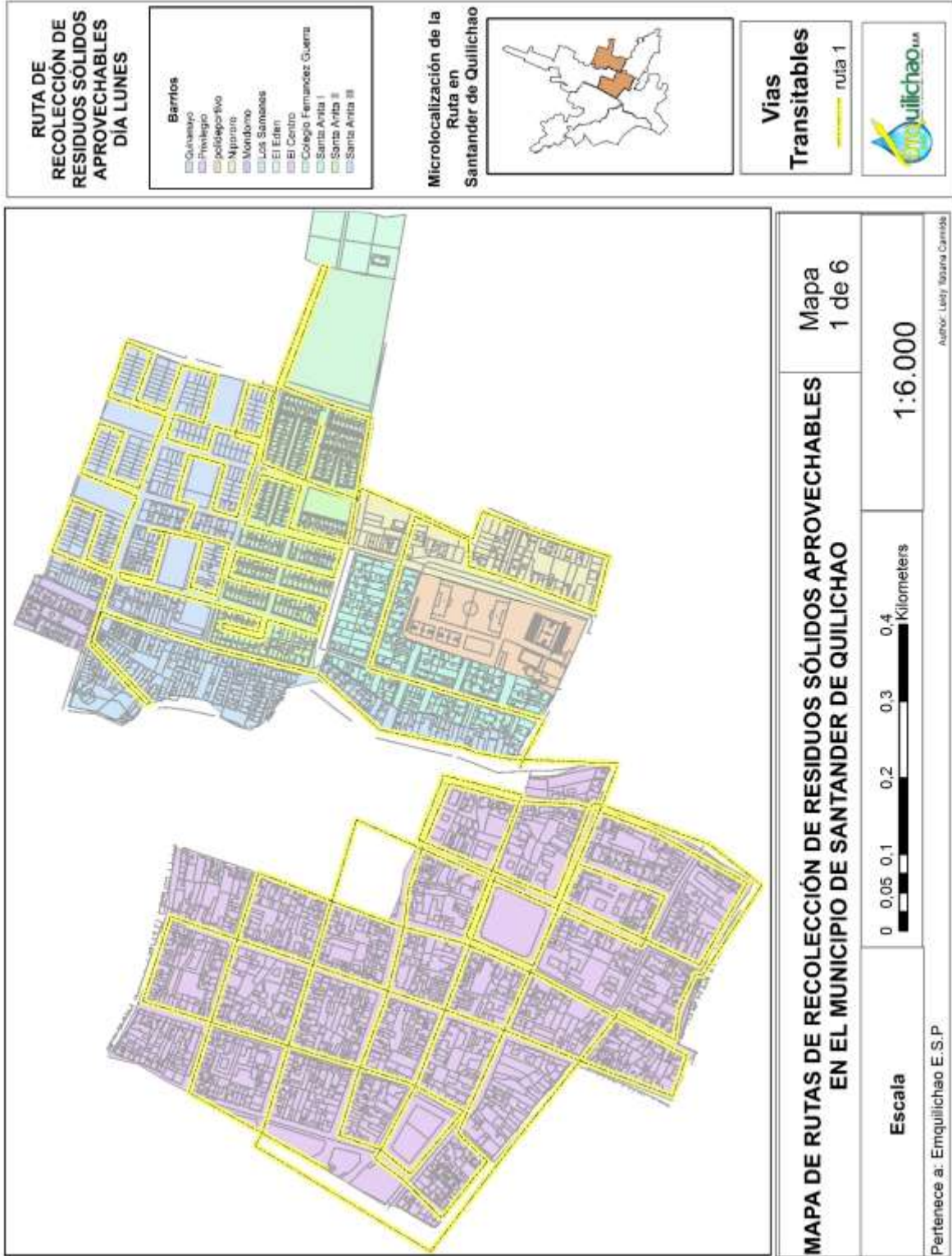
- Acurio Guido, Rossin Antonio, Teixeira Fernando y Zepeda; "Diagnostico de la Situación del Manejo de Residuos Municipales en América Latina y el Caribe"; publicación del Banco Interamericana del Desarrollo y la Organización de la Salud" julio de 1997.
- CANADA. (2006). manual de gestión de residuos sólidos en ciudades de america latina y el caribe.
- CEPIS, 2009 - Método sencillo de análisis de residuos sólidos.
- Collazos Peñaloza, H., and R. Duque Muñoz. 2003, Residuos Solidos
- Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA. Regulación Tarifaria Resolución CRA 351/05.
- EMCASERVICIOS. ( 2015). Relleno Sanitario de Quitapereza.
- EMQUILICHAO E.S.P. (2012). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Santander de Quilichao. Santander de Quilichao, Cauca.
- Emquilichao, Area de Aseo. (25 de Enero de 2016). Emquilichao E.S.P. Obtenido de Emquilichao E.S.P: <http://www.emquilichao.gov.co/>
- Escamiroso M. Lorenzo F, ". (2001). Manejo de los Residuos Sólidos Domiciliarios. Plaza y Valdez.
- Flores López, Jorge L. Estudio de caracterización de los residuos sólidos, Diciembre 2009.
- González Ladislao, "Residuos Sólidos Urbanos"; Universidad de Barcelona, Pág. 155, 2007
- Jaramillo, J. 2002. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente–Perú.
- Mundial, B. (2007). Analisis Sectorial de Residuos Sólidos.
- Medina, J. A., and I. Jiménez. 2001. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental-SEMARNAT. México DF [2015, 20 de agosto].
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. "Decreto 2981 de 2013" Pág. 83; 2013
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), modulo uno: recolección y transporte de residuos sólidos, 2006.
- Pacheco, H., B. Karen, and A. Matos Chamorro. 2009. Caracterización de Residuos Domiciliarios del Distrito de Matucana.
- Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Santander de Quilichao. Pág. (1-23); 2004.
- REPÚBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000. ( 2012). Título F: Sistemas de Aseo Urbano. Sección II, Título F: Sistemas de Aseo Urbano. Bogota, Bogota, D.C, Colombia.
- Secretaria de Desarrollo Social "SEDESOL", Manual Técnico Sobre Generación, Recolección y Transferencia De Residuos Sólidos Municipales, México, 2001



- Sakurai, K. 1983. Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Hojas de divulgación técnica:[1].
- Sakurai, K. Diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 1980.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen, and S. Vigil 1994. Gestión integral de residuos sólidos. McGraw-Hill.

# ANEXOS

## Anexo 1. Rutas de recolección



**RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES**  
**DÍA MARTES**

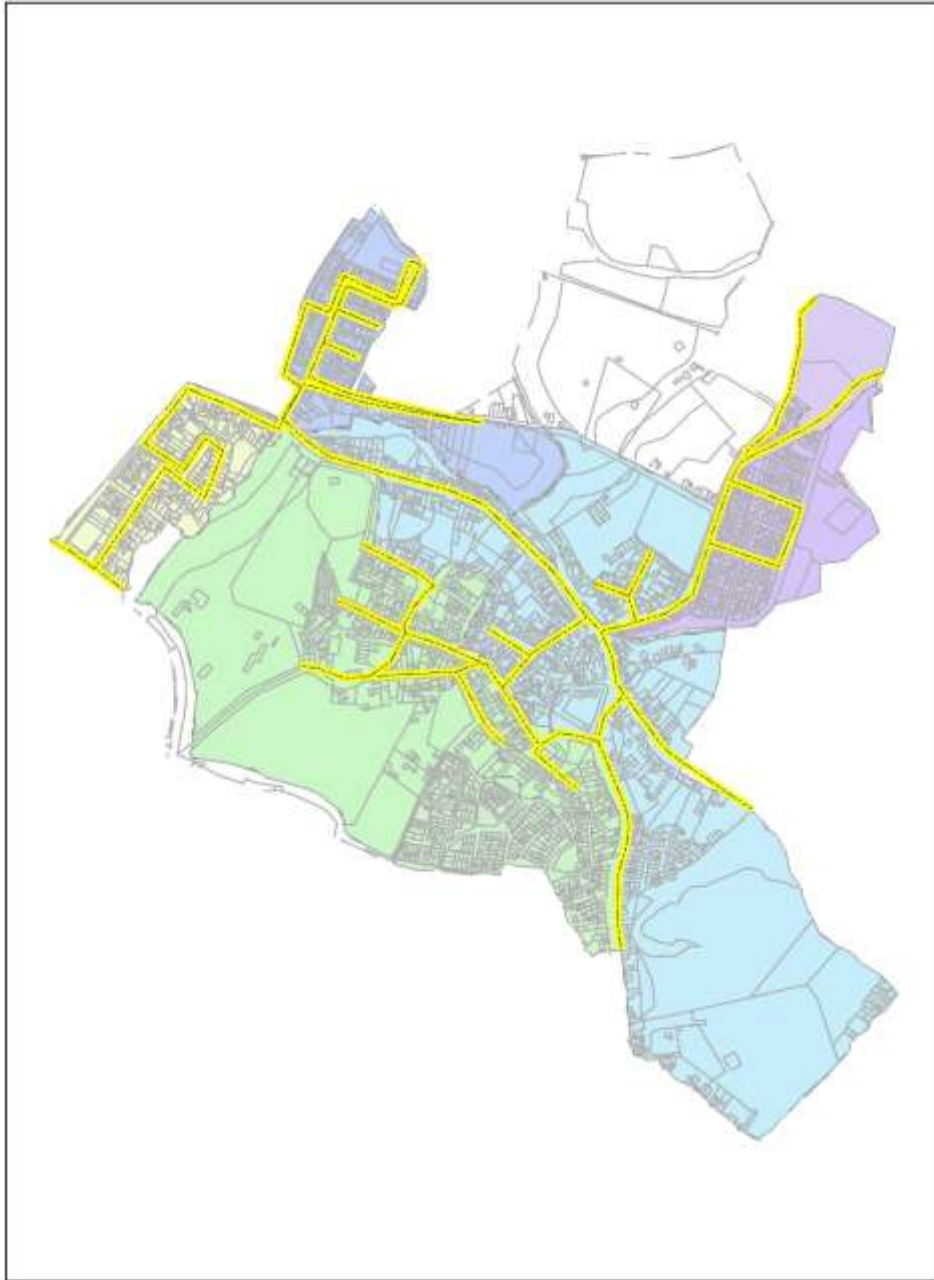
**Barrios**

- Santa Ines
- Nariño
- Los Guabos
- Los Alcázares
- La esperanza
- El Canalón
- campito
- Alfonso Lopez
- Villa del Sur

Microlocalización de la Ruta en Santander de Quilichao



**Vías Transitables**  
Ruta 2



Mapa 2 de 6

**MAPA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO**

1:7.735



Escala

Pertenece a: Emquilichao E. S.P

Autor: Ledy Fabiana Camacho

**MAPA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO**



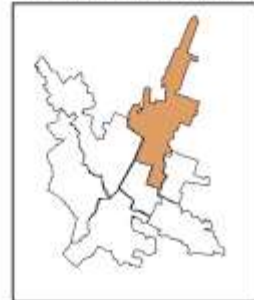
Pertenece a: Emquilichao E.S.P

**RUTA DE RECOLECCIÓN DÍA MIÉRCOLES**

**Barrios**

- La Corone
- General Santander
- El Limonar
- El Libertador
- El Jardín
- Corona Real
- Pasaje Bolvariano
- Urbanización Niza
- Villa Kella
- Villas de Quilichao
- Centenario
- Olaya Herrera
- Bolvariano
- Los Guadaluas
- La Corona II

**Microlocalización de la Ruta en Santander de Quilichao**



**Vías Transitables**

— ruta 3

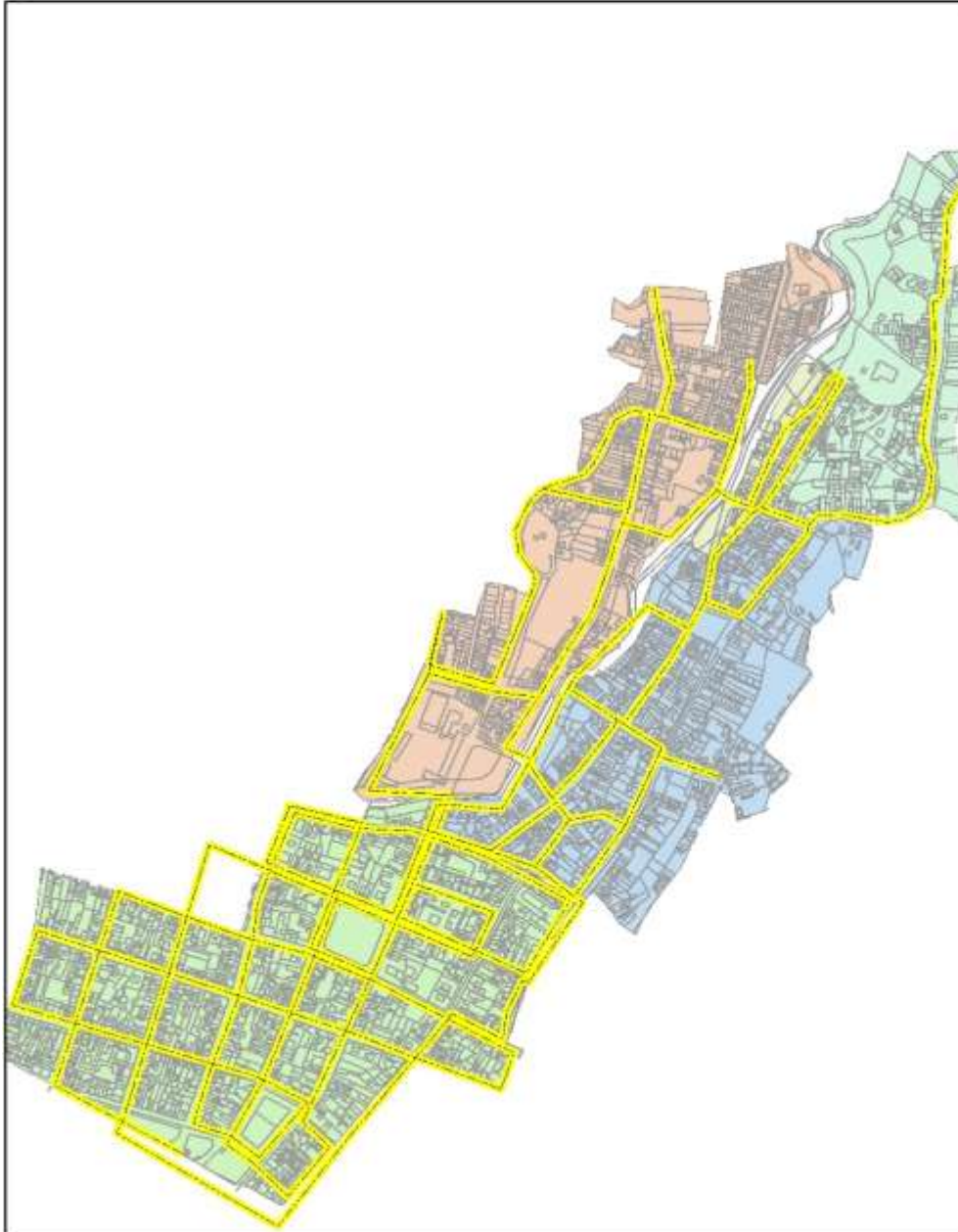
**Escala**

1:10.000

Mapa  
3 de 6



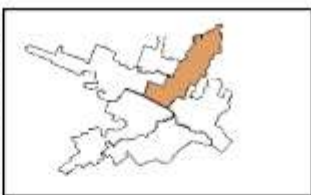
Autor: Letty Tatiana Gamble



**RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DÍA JUEVES**

- Barrios**
- El Rosario
  - Lourdes
  - Mirador
  - El Centro
  - El Arroyo
  - Belén
  - Alto Belén
  - Urbanización Caraballí
  - Villa Sabina
  - Villa Vasquez

**Microlocalización de la Ruta en Santander de Quilichao**



**Vías Transitables**  
Ruta 4



**MAPA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO**      Mapa 4 de 6

**Escala**      0 0.050.1 0.2 0.3 0.4 Kilometers      **1:8.000**

Pertenece a: Emquilichao E. S. P.      Author: Emily Trinos Corales




**RUTA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DÍA VIERNES**


**Barrios**

- ▣ Morales Duque
- ▣ La Victoria
- ▣ La Sarmiente
- ▣ La Joyita
- ▣ La Celba
- ▣ Jamaica de los Quilichéos
- ▣ El Dorado I
- ▣ Dorado II
- ▣ Niño Jesús de Fraga
- ▣ Panamericano
- ▣ Placeros de la Sarmaría
- ▣ San José
- ▣ Urbanización Andalucía
- ▣ Villa Colombia
- ▣ Ciudad Modelo
- ▣ Mirinda

**Microlocalización de la Ruta en Santander de Quilichao**




**Vías Transitables** Ruta 5



**MAPA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO**

Mapa 5 de 6

**Escala** 1:12.500



Pertenece a: Emquilichao E.S.P. Autor: Leidy Tatiana Capelido

**MAPA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO**



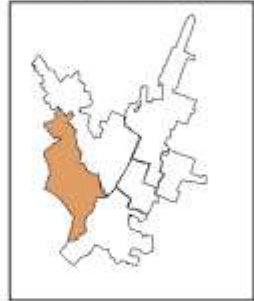
Pertenece a: Emquilichao E.S.P

**RUTA DE RECOLECCIÓN DÍA SÁBADO**

**Barrios**

- Porvenir III
- Porvenir II
- Porvenir I
- Las Torres
- Betania
- Bello Horizonte
- Urbanización Betania
- Vida Nueva
- San Bernabé

**Microlocalización de la Ruta en Santander de Quilichao**



**Vias Transitables**

— Ruta 6

**Escala**

**1:8.000**

Mapa  
6 de 6



Author: Leticia Tardío Carrillo

**Anexo 2.** Registro fotográfico de la práctica profesional empresarial

**1. CELEBRACIÓN DEL DÍA MUNDIAL DEL RECICLADOR  
(RECICLAJE AL PARQUE)**







## 2. Jornadas de capacitación puerta a puerta



## 3. Capacitación sobre residuos sólidos aprovechables a estudiantes del Sena, colegio Fernández Guerra y personal encargado de la recolección





#### 4. Visitas de reconocimiento



**Anexo 3.** Centro de acopio para el municipio de Santander de Quilichao

