

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE QUÍMICA  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería  
Ambiental

**“Mercados Invisibles: El Sector Informal de la Gestión de Residuos Sólidos  
Valorizables”**

Walter David Sanabria Berrocal

CARTAGO, Junio, 2020

**TEC** | Tecnológico de Costa Rica  
Ingeniería Ambiental

**“Mercados Invisibles: El Sector Informal de la Gestión de Residuos Sólidos Valorizables”**

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

**Miembros del tribunal**

LILLIANA ABARCA  
GUERRERO  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por LILLIANA ABARCA GUERRERO (FIRMA)  
Fecha: 2020.07.01 20:54:23 -06'00'

---

**PhD. Liliana Abarca Guerrero**  
**Director**

MARIA VICTORIA  
RUDIN VEGA (FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIA VICTORIA RUDIN VEGA (FIRMA)  
Fecha: 2020.06.30 09:46:35 -06'00'

---

**Msc. Victoria Rudín Vega**  
**Lector 1**

ROSA ELENA  
VASQUEZ RODRIGUEZ  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por ROSA ELENA VASQUEZ RODRIGUEZ (FIRMA)  
Fecha: 2020.07.02 12:17:44 -06'00'

---

**Ing. Rosa Elena Vásquez Rodríguez**  
**Lector 2**

DIANA ALEXANDRA  
ZAMBRANO  
PIAMBA (FIRMA)

Firmado digitalmente por DIANA ALEXANDRA ZAMBRANO PIAMBA (FIRMA)  
Fecha: 2020.06.26 13:57:49 -06'00'

---

**M.Sc. Diana Zambrano Piamba**  
**Coordinador COTRAFIG**

Firmado digitalmente por RICARDO ELIAS COY HERRERA (FIRMA)  
Fecha: 2020.06.26 11:43:43 -06'00'

---

**M.G.A. Ricardo Coy Herrera**  
**Directora Escuela de Química**

ANA LORENA ARIAS  
ZUÑIGA (FIRMA)

Firmado digitalmente por ANA LORENA ARIAS ZUÑIGA (FIRMA)  
Fecha: 2020.07.17 16:40:40 -06'00'

---

**M.Sc. Ana Lorena Arias Zúñiga**  
**Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Guiselle y Walter por el apoyo incondicional que me han dado a su manera durante toda mi vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por darme su apoyo durante la toda la carrera y mi vida, permitiéndome estudiar y sacar una profesión.

A mis amigos y amigas que me dieron su apoyo e hicieron de este proceso una experiencia satisfactoria en mi vida, siempre resaltando la importancia de este proyecto y dándome los ánimos para dar lo mejor de mí.

A la profesora Liliana Abarca que es mi modelo a seguir en la vida, fue un pilar fundamental para mí durante la carrera y los seguiré siendo el resto de mi vida; me mostró la pasión que se puede tener en la profesión y a hacer las cosas que uno ama siempre para ayudar a otros.

A Melanny Zúñiga que es una increíble persona y profesional y que siempre ha estado dispuesta a ayudarme, enseñándome lo que ella ha aprendido en su vida durante su carrera profesional y que también ha sido un pilar fundamental para mí desde el momento que la conocí.

A todas las personas que de una u otra manera me acompañaron y brindaron su apoyo, dándome consejos y que me ayudaron a seguir adelante, mostrando interés en este trabajo.



## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
3.1. RECICLADORES DE BASE .....	3
3.2. CADENA DE VALOR .....	7
3.3. HUELLA DE CARBONO.....	12
4. METODOLOGÍA.....	13
4.1. SITIO DE ESTUDIO .....	13
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS RECICLADORES DE BASE .....	15
4.2.1. Consideraciones metodológicas de la aplicación de encuestas.....	15
4.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE LA ENCUESTA.....	16
4.4. CADENA DE VALOR .....	16
4.5. HUELLA DE CARBONO.....	16
4.6. PROPUESTA DE ESCENARIOS PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS RECICLADORES DE BASE.....	16
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECICLADORES DE BASE.....	17
5.2. CADENA DEL VALOR DEL SECTOR INFORMAL DEL MANEJO DE RESIDUOS 27	
5.3. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DESDE LA PERPECTIVA DE LA HUELLA DE CARBONO QUE PRODUCE LA ACTIVIDAD DE LOS RECICLADORES DE BASE. ....	33

5.3.1.	Definición de parámetros .....	33
5.3.2.	Cálculo de la huella de carbono evitada .....	35
5.4.	ESCENARIO PARA LA INCLUSIÓN DE LOS RECICLADORES DE BASE AL MERCADO DEL RECICLAJE.....	39
5.4.1.	Establecer relaciones entre la municipalidad, el sector privado y el actual sector informal de recicladores de base.....	41
5.4.2.	Capacitación de los recicladores de base. ....	42
5.4.3.	Análisis y diseño o modificación del sistema de recolección de residuos.....	43
5.4.4.	Capacitación de comunidades en la separación de residuos. ....	43
5.4.5.	Herramientas de ayuda para el crecimiento de la propuesta.....	44
	Diagramas del proceso para la implementación de la propuesta y cadena de valor. ....	45
6.	Conclusiones y recomendaciones .....	47
6.1.	CONCLUSIONES .....	47
6.2.	RECOMENDACIONES .....	48
7.	BIBLIOGRAGÍA.....	50
	ANEXOS .....	53
	ANEXO 1. ENCUESTA REALIZADA A LOS RECICLADORES DE BASE.....	54
	ANEXO 2. ENCUESTA REALIZADA AL CENTRO DE ACOPIO .....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la clásica cadena de valor de reciclaje. ....	8
Figura 2. Cadena de servicio y cadena de valor. ....	9
Figura 3. Mapa de una cadena de valor básica. ....	11
Figura 4. Huella ecológica y huella de carbono del ser humano. ....	12
Figura 5. Mapa de la provincia de Cartago. ....	14
Figura 6. Ubicación de los distritos Oriental y Occidental en el cantón central de Cartago. ....	14
Figura 7. Distribución de género de los recicladores de base. ....	18
Figura 8. Distribución de edad de los recicladores de base. ....	18
Figura 9. Estado civil de los recicladores de base. ....	19
Figura 10. Número de Miembros en la Familia de los recicladores de base. ....	20
Figura 11. Responsabilidad económica en los hogares de los recicladores de base. ....	20
Figura 12. Lugar de residencia de los recicladores de base. ....	21
Figura 13. Lugar de nacimiento de los recicladores de base. ....	21
Figura 14. Escolaridad de los recicladores de base. ....	22
Figura 15. Recicladores de base que poseen otras habilidades o experiencia. ....	22
Figura 16. Recicladores de base que poseen un trabajo adicional. ....	22
Figura 17. Horas semanales dedicadas a la recolección por parte de los recicladores de base. ...	23
Figura 18. Ingreso económico semanal de los recicladores de base. ....	23
Figura 19. Ingreso económico percibido por los recicladores de base respecto a horas laboradas. .....	23
Figura 20. Días laborales por semana por parte de los recicladores de base. ....	24
Figura 21. Años de experiencia de los recicladores de base laborando en la recolección de residuos. .....	24
Figura 22. Padecimiento de enfermedades de los recicladores de base. ....	25
Figura 23. Materiales recolectados por los recicladores de base. ....	26
Figura 24. Recicladores de base que poseen algún tipo de adicción. ....	27
Figura 25. Cadena de valor del reciclaje en botaderos. ....	28
Figura 26. Cadena de valor actual en el cantón central de Cartago. ....	30



Figura 27. Mapeo de flujos de materiales entre actores de la cadena de valor del reciclaje .....	31
Figura 28. Cadena de valor ideal para la inclusión del sector informal dentro del mercado.....	32
Figura 29. Diagrama de dos caminos que pueden tomar los residuos valorizables.....	35
Figura 30. TM CO <sub>2</sub> equivalente anuales liberadas a la atmósfera sin la recuperación de materiales. .....	37
Figura 31. TM CO <sub>2</sub> equivalente anuales liberadas a la atmósfera al recuperar los residuos para reciclaje.....	38
Figura 32. Diagrama del escenario propuesto para la inclusión de los recicladores de base dentro del mercado del reciclaje. ....	45
Figura 33. Cadena de valor según el escenario propuesto.....	46

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1. Descripción de las 4 etapas para la aplicación de un Análisis de la Cadena de Valor (VCA) al sector de recicladores de base (Wilson, 2016).....	10
Cuadro 2. Cantidad de material entregado semanalmente al centro de acopio Recicladora El Molino por parte de los recicladores de base.....	34
Cuadro 3. Distancia entre las zonas de recolección seleccionadas y el relleno sanitario El Huaso. .....	34
Cuadro 4. Emisiones y reducción de emisiones de materiales recuperados anuales.....	36
Cuadro 5. Equivalencias anuales de las TM CO <sub>2</sub> evitadas.....	38

## **RESUMEN**

En el cantón central de la provincia de Cartago existe un grupo de personas que se dedican a la recolección informal de residuos sólidos valorizables para su consecutiva venta. Ellos y ellas son recuperadores informales o llamados por ellos y ellas mismas “Recicladores de Base”. La visibilización y el impacto ambiental de la actividad que realiza este grupo es desconocida a pesar de que ellos y ellas son actores clave en la cadena de separación y recuperación de los residuos sólidos valorizables. Ellos y ellas crean un impacto positivo en términos de la disminución de huella de carbono y recuperación de materiales mediante la valorización de los residuos. El presente trabajo analiza las características de las y los 17 recicladores de base encuestados de la zona del Cantón Central de Cartago en los distritos Oriental y Occidental, determina su rol y aporte dentro de la cadena de valor de los residuos sólidos en sus aspectos de recolección y separación, analiza el impacto ambiental desde la perspectiva de la huella de carbono debido a los Gases de Efecto Invernadero (GEI) evitados por la actividad utilizando la herramienta Waste Reduction Model (WARM), y, a partir de esto, se crea un escenario con una propuesta para la inclusión del sector informal en el mercado del reciclaje y la cadena de valor. Se concluye que ellos y ellas son actores importantes dentro de esta y su inclusión en el sistema de gestión de residuos debe ser analizada por el gobierno local o una organización intermediaria para que facilite la implementación de proyectos de inclusión laboral de los recicladores de base, esto para forjar alianzas público-privadas con actores interesados.

**Palabras clave:** Recicladores de base, mercado informal del reciclaje, residuos sólidos, cadena de valor, GEI, huella de carbono, emisiones evitadas, propuesta de inclusión.

## **ABSTRACT**

In the Central District of the province of Cartago, there is a group of people who is dedicated to the informal collection of recyclable goods for its consecutive sale. They are informal waste pickers, so called by themselves “Base Recyclers”. The visibility and environmental impact of the activity carried out by this group is unknown and unseen, though they are key players in the value chain due to the collection and separation of materials from waste. They create a positive impact in terms of reducing the carbon footprint and the recovery of recyclable goods for further valorization. This study analyzes the characteristics of the 17 base recyclers from the Central District of Cartago, interviewed in the Eastern and Western sections of the city. It determines the roles and contributions within the value chain of solid waste due to the collection and separation aspects. It analyzes the environmental impact from the perspective of the carbon footprint reduction due to Greenhouse Gasses (GHG) avoided using the Waste Reduction Model (WARM) tool. Finally, with the information gathered, a scenario is proposed in which, the informal sector is included as key player in the recycling market and the value chain. The study concludes that they are important actors within the value chain and their inclusion, in the waste management system of any city, should be analyzed by the local government or any organization, that can facilitate the implementation of their involvement, especially by means of public-private partnerships with other stakeholders.

**Key words:** Base recyclers, informal recycling market, solid waste, value chain, GHG, carbon footprint, avoided emissions, inclusion proposal.

# 1. INTRODUCCIÓN

En los alrededores del cantón central de la provincia de Cartago existe un grupo de personas (conocidos popularmente como buzos) dedicadas de manera informal a la selección y recolección de residuos sólidos en los sitios de disposición previa a la recolección por parte de los camiones municipales, para su posterior reutilización o venta. Sin embargo, a pesar de que estos grupos han sido visualizados a diferentes horas del día, aún no se conoce el dato aproximado de su número u otras características. Según Gómez-Correa (2007) esta labor es realizada especialmente por hombres y mujeres aisladas de la sociedad, pero en algunos casos se convierte en una actividad familiar y en la que se exponen a largas jornadas laborales. Además, se cree que en algunos casos ellos y ellas se encuentran sin una residencia fija careciendo de los servicios básicos para llevar una vida digna y de esta forma tener un sustento para sí mismos o para sus familias en caso de poseer una. Cabe destacar que debido a los problemas sociales que presentan algunos de estos grupos de personas son adictos al alcohol y otros tipos de drogas según investigaciones previas realizadas en el relleno de Río Azul (Abarca et al., 2002).

Los recolectores informales, autodenominados recicladores de base (Olley y Rudín, 2016), son uno de los actores clave en la cadena de recuperación y separación del país (Ministerio de Salud, 2016), pero el impacto creado por esta actividad es aún desconocido debido a que los materiales que ellos y ellas separan no están siendo caracterizados ni contabilizados. Por tanto, tomar en cuenta a las y los recicladores de base dentro de la cadena de valor del reciclaje y su inclusión en el mercado podría permitir obtener datos del impacto positivo sobre la huella de carbono de la actividad de recolección de residuos valorizables.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de incorporación de los recicladores de base al sistema de gestión de residuos sólidos.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características de los recicladores de base.
- Determinar la cadena de valor de los materiales recuperados.
- Analizar el impacto ambiental desde la perspectiva de la huella de carbono que produce la actividad de los recicladores de base.
- Determinar posibles escenarios para la incorporación de los recicladores de base al mercado del reciclaje.

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. RECICLADORES DE BASE

Los términos “recicladores de base” también conocidos como “recolectores” o “recicladores” informales se refieren a personas que tienen como sustento vender materiales reciclables con un valor económico encontrados en los residuos. Ellos y ellas se encuentran en calles de ciudades, vertederos, mercados, entre otros, y transportan los materiales a los centros de recuperación de residuos valorizables (CRRV) (Wilson, Velis & Cheeseman 2006) (Scheinberg et al., 2011). Estos centros de recuperación de residuos valorizables también son conocidos como **centros de acopio**, por lo que de ahora en adelante se utilizará esta nomenclatura. Abarca et al., en el 2002 realizaron un trabajo en el antiguo vertedero llamado Río Azul encontrándose que en el proceso de lo conocido como “buceo” o recuperación para el reúso o reciclaje, existían personas de diferentes edades, sexo, origen geográfico, escolaridad, entre otros. Por otro lado, se ha identificado el buceo también en otros espacios como estañones donde se depositan los materiales que luego deben ser recogidos por el recolector, orillas de las calles, lotes baldíos, etc; y por último el buceo en la fuente como el caso de los mercados, centros comerciales, instituciones e industrias, donde se practica la recuperación de materiales de manera furtiva.

En el V informe titulado “El desarrollo sostenible, el trabajo decente y los empleos verdes” de la Organización Internacional del Trabajo, indica que entre 19 y 24 millones de personas trabajan en el sector de recuperación de materiales, de los cuales únicamente 4 millones poseen empleos formales, siendo la mayoría de los informales residentes de países en vías de desarrollo (OIT, 2013). Según Marelló y Helwege (2014), entre 500 000 y 4 millones de personas en Latinoamérica hurgan en los residuos para ganarse la vida, siendo la mayoría pobres, socialmente marginadas y privadas de servicios básicos.

Según Scheinberg (2011), en un estudio realizado en cinco países en vía de desarrollo, el sector informal de recuperación de residuos sólidos es responsable de más de la mitad de las actividades de valorización. Esto se debe a que los actores informales separan y recolectan solo los materiales de los que ellos puedan obtener ganancias. En contraste, los actores formales

tales como municipalidades, se dedican especialmente al servicio de recolección general y no a la valorización.

La actividad de recolección informal en estos países de estudio es dominada por empresas familiares que han entrado al sector debido a que esta actividad provee de un recurso económico razonable, a pesar del bajo estatus social (Scheinberg, 2011).

En Costa Rica existe una realidad similar a la del resto de países de Latinoamérica ya que conviven los recuperadores formales junto a los informales. Estos últimos trabajan en los pocos botaderos controlados que existen en el país (Chacón, 2011).

En cuanto a las condiciones socioeconómicas, laborales y sanitarias de los recicladores de base, Gómez-Correa et al., (2007) concluyen que es una ocupación en la que participan hombres y mujeres, pero además en algunos casos se convierte en una actividad familiar y de exposición a largas jornadas laborales, superando las 8 horas diarias.

Para el caso del grupo de estudio ubicado en los distritos Occidental y Oriental del cantón central de la provincia de Cartago no se posee información de sus características. Sin embargo, en investigaciones previas realizadas en Costa Rica, específicamente en el relleno de Río Azul, se tiene que de las y los recicladores de base algunos son adictos al alcohol y otros tipos de drogas (Abarca et al., 2002).

En investigaciones similares en Nicaragua, se ha encontrado que, a pesar de que en los últimos años la alfabetización ha bajado de un 22.2% en el 2005 a un 3.5% en el 2009, existe un 34% de personas recicladoras que no saben leer ni escribir, lo cual puede deberse a dos razones: no priorizan los estudios ante la necesidad de trabajar desde temprana edad, y muestra que en las zonas geográficas estudiadas aún se enfrentan a problemas de alfabetismo, y no se han logrado visibilizar acciones que les hayan hecho ser parte del modelo de educación inclusivo (REDNICA, 2014).

Marello & Helwege (2014) muestran tres casos de diversos grados de éxito con inclusión y una estrategia a largo plazo para hacer frente a las necesidades de los recicladores de base.

Estos casos son:

- Luz del Futuro (Nicaragua): Las mujeres de esta cooperativa se ganan la vida recolectando y vendiendo metales y plástico del relleno sanitario Bluefields. En 2013 la cooperativa poseía 20 miembros y no aceptaba más debido a los bajos ingresos. Las mujeres además poseen baja escolaridad y sus casas eran chozas ubicadas en barrios pobres en el borde de la ciudad sin acceso a agua ni electricidad.
- Cooperativas recicladoras en las afueras de Sao Paulo: Estas cooperativas se encuentran bien establecidas. Poseen una fuerte organización interna, espacio de trabajo, maquinaria y camiones, así como el apoyo de municipios y entidades no gubernamentales. Cada una posee entre 20 y 80 miembros.

En el caso de Costa Rica uno de los actores clave en la cadena de recuperación y separación de los residuos sólidos valorizables es realizada por recicladores de base y por esto se busca crear una propuesta para crear capacidades necesarias para la formalización de este sector considerando los requisitos legales, protección social y laboral, el mercado y la estructura organizativa (Ministerio de Salud, 2016).

Para lograr la formalización y fortalecimiento del sector de recicladores de base en la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos 2016-2021 se propone una estrategia que consta de diferentes pasos, entre ellos:

- Inscripción: Se establece una simplificación de trámites ya que anteriormente inscribirse como gestor autorizado ante el Ministerio de Salud conllevaba una serie de requisitos técnicos y económicos inaccesibles para estos.
- Estructura organizativa: La cooperación y la organización son el punto de partida hacia modelos más fortalecidos de inclusión social y transformación del sector.
- Creación de capacidades: Para promover e incentivar su tecnificación y capacidades, así como la generación de múltiples fuentes de ingreso, diversificación de línea de negocios o mayor participación dentro de la cadena de reciclaje.
- Trabajo intersectorial: Para que haya aporte del sector institucional, aportes del sector privado y aporte de la sociedad civil.

También existen casos en Costa Rica, como lo es el caso de la Asociación de Recicladores de Liberia – ARELI, el cual fue un proyecto con el objetivo de “Inclusión económica y social de



los recicladores de Liberia”, ejecutado por ACEPESA y ALIARSE, y financiado por la Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo. Este proyecto constó de la participación de forma voluntaria de las personas que creyeron en la iniciativa y que decidieron tomar el riesgo en la realización del proyecto, sin embargo, luego de terminado el proyecto, se podían incluir otras personas (ACEPESA; ALIARSE, 2013).

Comúnmente en estos proyectos se necesita el apoyo de los gobiernos locales, por lo que, en el proyecto ARELI se garantizó la coordinación con la Municipalidad de Liberia de manera permanente mediante la participación en el comité coordinador del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos, incluyendo a una persona representante de ARELI en el comité. En este intervinieron varios actores locales vinculados al tema de gestión de residuos, permitiendo que el comité y en específico las personas a cargo por parte de la municipalidad, se apropiaran del proyecto y lo integraran al Plan, lo que puede contribuir a asegurar su sostenibilidad. Pero lamentablemente a pesar de los compromisos adquiridos, la municipalidad por diversas razones no continuó apoyándoles. En la actualidad, la asociación sigue brindando servicios de recolección de materiales valorizables en ferias, entre otros, pero sin que medie apoyo económico de ninguna organización pública o privada. Esto demuestra la falta de inclusión de los recicladores de base a los sistemas de gestión de residuos municipales.

El manejo de residuos sólidos es un requisito social, económico y ambiental importante, por lo que esquemas de asociación público- privado deberían incorporar al sector informal de recuperadores de residuos (Couth & Trois, 2010). Los recicladores de base son de vital importancia al momento de abordar el desafío del incremento en la cantidad de residuos sólidos, especialmente en las ciudades que no poseen centros de acopio o sistemas municipales de reciclaje. Sin embargo, a pesar de su visibilidad en estas ciudades, la contribución de los recicladores de base al ambiente y economía urbana son ignoradas e infravaloradas por los planificadores urbanos (Días, 2016).

Un enfoque en el análisis del sector informal del reciclaje dice mucho sobre el reciclaje en países en vías de desarrollo, debido a que ellos y ellas son responsables de gran parte de la actividad de recolección de residuos valorizables en estos países. Sin embargo, por definición, este sector es dejado por fuera de las estadísticas formales, y también de los estudios oficiales

del manejo de residuos sólidos, por esto, nuevos métodos de investigación son necesarios. En términos de cantidad de material reciclado, total de costos netos y medios de subsistencia de los recicladores de base, parecen superar al sector formal del manejo de residuos sólidos y reciclaje (Scheinberg, 2011).

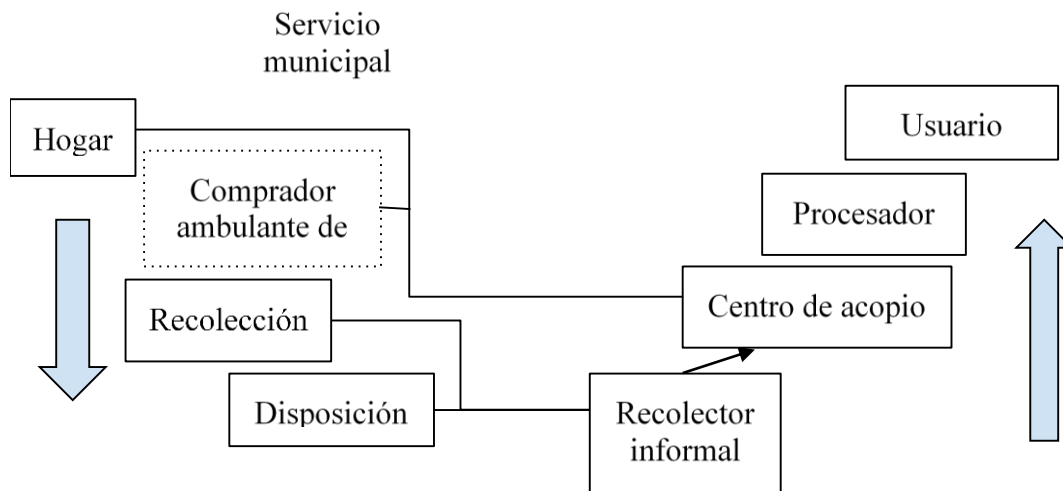
### 3.2. CADENA DE VALOR

Kaplinsky y Morris en el 2011 definen la cadena de valor como “El rango completo de actividades que se requieren para llevar un producto o servicio desde la concepción, a través de las diferentes fases de producción (que implica la combinación de la transformación física y la entrada de diferentes servicios de productores), entrega a los consumidores y eliminación final después del uso”.

Reciclar es una parte integral de la gestión de residuos sólidos que puede ser una actividad de valorización y se basa en la separación en la fuente, recolección, clasificación, procesamiento mecánico y comercialización en los mercados industriales y agrícolas locales, nacionales e internacionales (Wilson et al., 2016).

El concepto de valorización de residuos es más amplio que el de reciclaje ya que se refiere a todo el proceso de extracción, almacenamiento, recolección y procesamiento de materiales del flujo de residuos para extraer y enviar el material a un nuevo flujo de valor agregado (Scheinberg, 2012). Wilson (2012) indica que las actividades de valorización en países en vías de desarrollo son usualmente realizadas por cadenas informales de valorización de reciclaje.

Los análisis de la cadena de valor (VCA por sus siglas en inglés) identifican los diferentes pasos desde la recolección de residuos hasta la comercialización de productos secundarios e incluso los actores en la cadena de valor (Mavropoulos, 2016). Desarrollar la cadena de valor es esencial para integrar completamente al sector informal dentro del sistema de manejo de residuos (Velis et al., 2012). En la *Figura 1* se tiene un ejemplo de una clásica cadena de valor de reciclaje, en donde las flechas de la izquierda y derecha muestran el movimiento de los residuos sólidos valorizables.



**Figura 1. Diagrama de flujo de la clásica cadena de valor de reciclaje.**

Fuente: (Scheinberg, 2015)

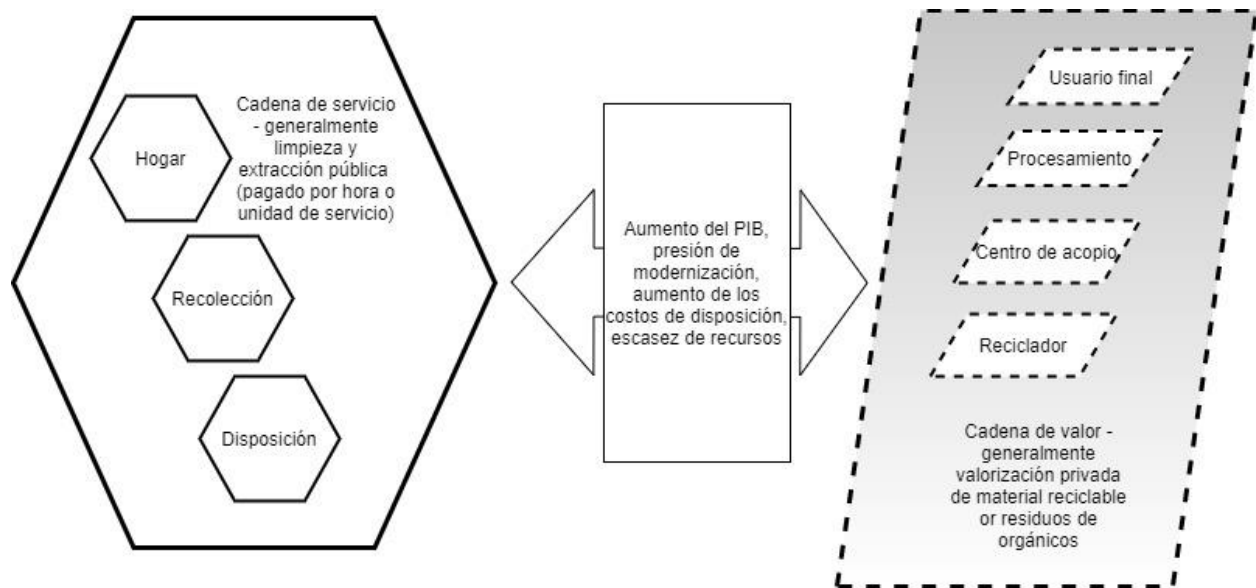
Existen diferentes puntos de vista en cuanto a la gestión de los recursos en esta área. Por un lado, se cuenta con la cadena de servicio y por otro la cadena de valor. Según Scheinberg y Simpson (2015) la función de la cadena de servicio en el manejo de residuos sólidos incluye las obligaciones públicas de mantener las ciudades limpias, saludables y habitables. La **cadena de servicio** involucra la eliminación de materiales no deseados mediante el retiro, recolección, transporte o eliminación de los residuos además de limpiar los depósitos de estos de los lugares donde se acumulan.

Por otra parte, la **cadena de valor** funciona de manera diferente, siendo esta la comercialización de materiales y objetos con un valor económico positivo. En este caso el reciclaje se refiere a extraer los materiales del sistema de residuos, limpiarlos, compactarlos y empaquetarlos para su almacenamiento y/o transporte a los compradores industriales.

En la **Figura 2** se muestra la relación que existe entre la cadena de servicio y la cadena de valor. Ambas cadenas están interconectadas por el interés de mejorar los ingresos, la modernización del sistema de gestión de residuos, la presión económica de los que proveen el servicio debido a los costos elevados de disponer los residuos y la recuperación de materiales que van siendo cada vez más escasos.

Cada etapa en la cadena de valor involucra una entrada, un proceso de adición de valor y la venta del material al siguiente eslabón de la cadena. Por tanto, cada paso agrega valor al producto y a menudo genera más ingresos que la etapa anterior. Consecuentemente, lo que busca un análisis de la cadena de valor (VCA) es identificar las diferentes etapas y actores en la cadena y evaluar su desempeño y esto permite a su vez un mejoramiento en la forma de vida de aquellos involucrados en la cadena mediante la modificación de algunas etapas específicas y la interacción entre ellas (Wilson et al., 2016).

Con esto, se puede usar el término “cadena de valor de reciclaje” para describir las actividades de reciclaje del sector privado que dependen únicamente de los ingresos de la venta de materiales recuperados (**Figura 2**) (Wilson et al., 2016).



**Figura 2. Cadena de servicio y cadena de valor.**  
Fuente: (Scheinberg, 2015)

Los recicladores de base se ubican comúnmente al inicio de la cadena de valor recolectando materiales sucios y vendiéndolos a bajos precios a actores que agregan valor.

Según Wilson (2016) el potencial para la aplicación de un VCA en el sector informal del reciclaje ha sido reconocido, sin embargo, la mayoría de los trabajos se encuentran inéditos o tienen un alcance muy estrecho. Así mismo también menciona algunos estudios relacionados con el VCA entre los cuales se encuentran: la aplicación del VCA de forma cualitativa en el reciclaje de cartón

en Durban, un estudio de reciclaje de plástico en Delhi y también se ha utilizado para estudiar el marco del sector informal de recicladores en la India. Además, menciona la aplicación del VCA en el sector del reciclaje de plástico en Egipto, el uso cualitativo de un VCA para examinar el reciclaje de aluminio en países en vías de desarrollo y su uso para analizar y proponer mejoras en el sector del reciclaje informal en Nigeria.

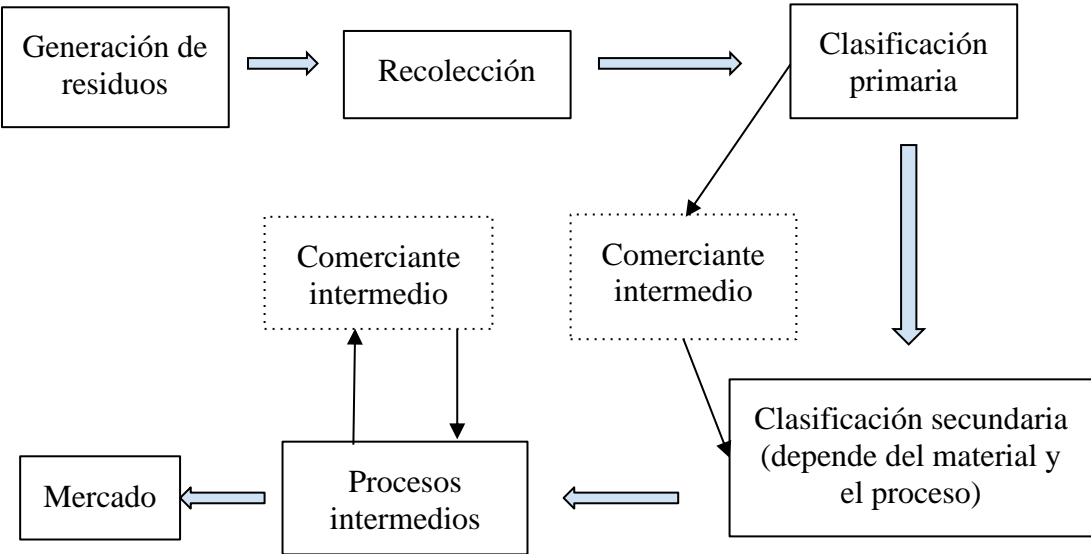
En el Cuadro 1 se presenta la descripción de las 4 etapas interconectadas utilizadas para la aplicación de un VCA al reciclaje del sector informal de recolectores dadas por Wilson (2016).

**Cuadro 1. Descripción de las 4 etapas para la aplicación de un Análisis de la Cadena de Valor (VCA) al sector de recicladores de base (Wilson, 2016)**

Etapa	Nombre	Descripción	Herramienta
1	Mapa de cadena de valor	Esta es una práctica estándar en un VCA. Visualiza los diferentes pasos/actores en una cadena de valor permitiendo una clara comprensión de las conexiones entre los actores. En la <i>Figura 3</i> se muestra un ejemplo de mapa de la cadena de valor.	Diagrama de flujo.
2	Valor agregado en cada etapa de la cadena	Distribución de documentos de ingresos y beneficios a lo largo de la cadena de valor.	Se utiliza un cuadro donde se establecen los precios de venta, valor agregado e ingresos en cada enlace de la cadena.
3	Indicadores establecidos para el desarrollo de la cadena de valor	Identifica las barreras y limitaciones del reciclaje en el sector informal y analiza los posibles cambios que se le	Se estudian las conexiones, valorizaciones y características según las etapas anteriores.

		puedan dar. Se clasifican en: Conexiones en la cadena de valor, valorización de residuos y ambiente apto.	
4	Mapa dinámico del sistema, el cual muestra las conexiones entre indicadores	Mapeo de las conexiones para identificar los indicadores críticos. Estos representan los puntos claves de intervención para desarrollar la cadena de valor.	Mapeo con todos los indicadores y la forma cómo estos influyen en la cadena.

El análisis de la cadena de valor proporciona una adición fuerte y significativa a las herramientas analíticas disponibles para mejorar la posición de los recicladores de base y utilizando la herramienta de 4 etapas se proporciona una metodología sólida y secuencial para analizar los sectores complejos de estos (Wilson, 2016).

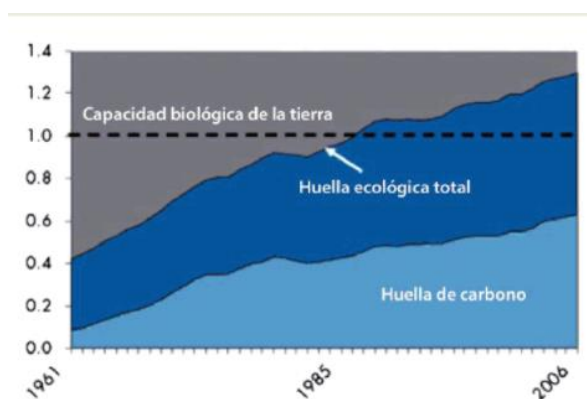


**Figura 3. Mapa de una cadena de valor básica.**  
Fuente: (Wilson et al., 2016)

### 3.3. HUELLA DE CARBONO

La huella de carbono es una medida que trata de cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) expresada en equivalentes de CO<sub>2</sub> que son liberadas a la atmósfera como resultados de intervenciones humanas, comprendiendo todas las actividades o eslabones que describe el ciclo de vida de un producto, desde las materias primas utilizadas hasta su desecho final como residuo (Viglizzo, 2010). En la **Figura 4** se muestra la forma en que la huella de carbono impacta la huella ecológica del planeta.

Las evaluaciones de la huella de carbono han adquirido importancia en los últimos años y se han utilizado como punto de referencia para la cuantificación de GEI en el contexto de la dinámica climática producida por las prácticas antropogénicas de consumo de recursos no reguladas (Muthu, 2016).



**Figura 4. Huella ecológica y huella de carbono del ser humano.**  
Fuente: (Viglizzo, 2010)

El consumo promedio per cápita de bienes y servicios ambientales se ha incrementado en los últimos 45 años y actualmente las personas consumen más que en el pasado generando mayor cantidad de residuos (Gareis et al., 2016). América Latina y el Caribe registran una generación de residuos sólidos urbanos de 160 millones de toneladas, con un promedio de 1,1 kg/cápita/día; y para el año 2025 se proyecta un aumento de la población de 399 a 466 millones de personas, lo cual implicaría también un aumento en la generación de residuos (Gareis et al., 2016).

Según el Ministerio de Salud en la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos 2016-2021, el total de residuos sólidos recolectados durante el año 2014

fue de 4000 toneladas diarias que se dispusieron en rellenos sanitarios o vertederos produciendo aproximadamente 1.378.210 toneladas de carbono equivalente las cuales representan el 15,7% del Inventario Nacional de emisiones de GEI.

El trabajo de los recicladores de base afecta positivamente la huella de carbono de una forma aún desconocida para el país. De allí la importancia de conocer, tanto cualitativa como cuantitativamente su trabajo. Sin embargo, en el caso del proyecto de inclusión económica y social de los recicladores en Liberia, se encontró que las emisiones evitadas solamente por la recuperación de residuos en el botadero implican una reducción de emisiones de 885,6 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año, este equivale a la huella de carbono de una pequeña empresa costarricense (ACEPESA; ALIARSE, 2013).

Según Spies y Scheinberg (2010) en su artículo Perspectivas Clave sobre el Reciclaje en Países de Bajo y Mediano Ingreso publicado en la ONU-Hábitat el sector informal ahorra dinero a la ciudad y mejora la huella ambiental del manejo de residuos sólidos sin costo para el presupuesto de la ciudad, y las autoridades de la ciudad podrían aumentar este impacto positivo al trabajar junto con el sector informal para optimizar y legitimar sus actividades.

## 4. METODOLOGÍA

En este apartado se describe la metodología utilizada para conocer las características de los recicladores de base, el análisis de la cadena de valor y la huella de carbono de los materiales que ellos recolectan.

### 4.1. SITIO DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el cantón central de la provincia de Cartago, en distintas zonas de los distritos Oriental y Occidental. Para la selección específica de los sitios de estudio se realizó una observación inicial durante una semana para identificar los lugares en los que más frecuentemente se encontraban los recicladores de base.

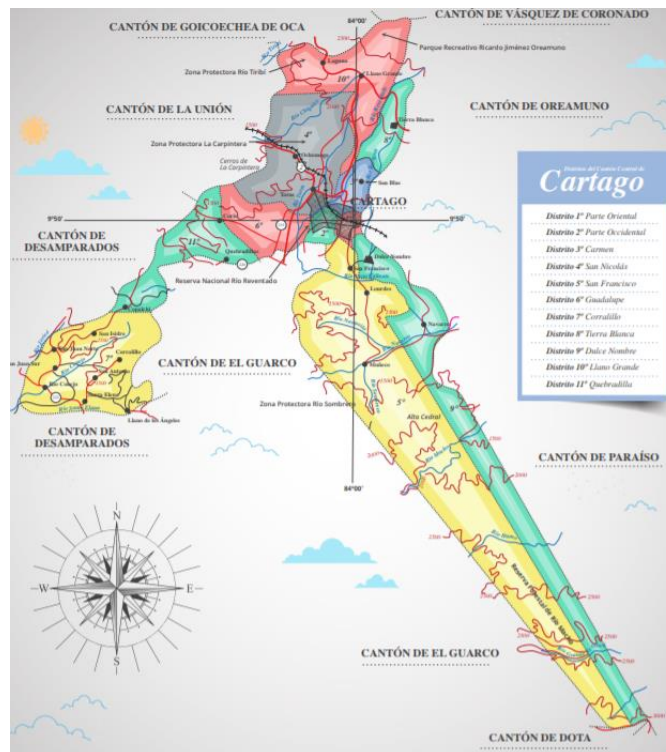
Los lugares identificados correspondieron a la zona del mercado central de Cartago, las cercanías a la estación del tren urbano, los alrededores del estadio Fello Meza y los alrededores del



Tecnológico de Costa Rica. En la **Figura 5** y **Figura 6** se observan los mapas de la provincia de Cartago y la ubicación de los distritos respectivamente.



**Figura 5. Mapa de la provincia de Cartago.**  
Fuente: Municipalidad de Cartago



**Figura 6. Ubicación de los distritos Oriental y Occidental en el cantón central de Cartago.**  
Fuente: Municipalidad de Cartago

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS RECICLADORES DE BASE

Se realizaron encuestas con el fin de determinar la cantidad de recicladores de base presentes en la zona de estudio y caracterizarlos. Se indicó por parte de los entrevistados que la cantidad era aproximadamente de 40, donde se obtuvo respuesta de aproximadamente el 40% de los recicladores de base del sitio de estudio definido. Con el fin de obtener una caracterización lo más completa posible, en esta entrevista se recopiló la siguiente información:

- Género
- Edad
- Estado civil
- Escolaridad
- Lugar de residencia y lugar de nacimiento
- Responsabilidad económica en la familia
- Cantidad de miembros en la familia
- Años trabajados en la recolección de residuos sólidos
- Otros trabajos junto con la recolección de residuos sólidos
- Habilidades o experiencia laboral
- Días semanales dedicados a la recolección de residuos sólidos
- Ingreso económico semanal
- Tipo y cantidad de materiales recolectados
- Sitio de entrega de los residuos sólidos
- Adicciones
- Enfermedades

### 4.2.1. Consideraciones metodológicas de la aplicación de encuestas.

Los recicladores de base son personas que no poseen un horario o ubicación específica establecida para realizar sus actividades dentro del sitio de estudio. Por esta razón, la aplicación de las encuestas se hizo en días al azar dentro de las ubicaciones específicas determinadas durante la observación de los lugares recurrentes por los recicladores de base.

Respecto al tamaño de la muestra, cabe destacar que en el país no existen registros sobre la cantidad de ellos y ellas existentes en el cantón central de la provincia de Cartago, por lo que se tomó como

base una población total de 40 personas, el cual es un dato obtenido, como se indicó anteriormente, a partir de opinión de la mayoría de los recicladores de base encuestados.

#### **4.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE LA ENCUESTA**

Se realizaron un total de 17 encuestas (aproximadamente un 40% de la población total), todas las preguntas eran de respuesta opcional y la mayoría correspondían a preguntas cerradas, de las cuales todas recibieron respuesta por la totalidad de los encuestados. La que recibió una menor cantidad de respuestas fue la pregunta abierta relacionada a adicciones.

#### **4.4. CADENA DE VALOR**

Para el conocimiento de la cadena de valor se utilizaron las entrevistas para conocer los actores que reciben los materiales, ya sean de centros de acopio o un intermediario, y establecer la ruta de la cadena. Seguidamente se localizaron los centros de acopio identificados en las entrevistas realizadas a los recicladores de base y se les solicitó información sobre los lugares a los que se entregaban los materiales valorizables recibidos.

#### **4.5. HUELLA DE CARBONO**

Para el análisis de la huella de carbono se utilizó la información recopilada en la encuesta realizada a los recicladores de base sobre el tipo y cantidad de residuos valorizables recolectados. Además, también se realizó una encuesta al personal del centro de acopio “Recicladora El Molino” sobre la cantidad de residuos valorizables recibidos de recicladores de base. La selección de este centro de acopio se debe a que es el lugar que los recicladores de base visitan de manera más frecuente para realizar la venta de los materiales recuperados. Luego de esto, mediante la herramienta Waste Reductrion Model (WARM) se realizó el cálculo de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) evitados gracias a la actividad de recolección y su impacto sobre las emisiones de GEI del país. Esta herramienta utiliza datos desde la extracción de los materiales, procesamiento, uso, transporte, recuperación y reciclaje o emisiones en relleno según corresponda.

#### **4.6. PROPUESTA DE ESCENARIOS PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS RECICLADORES DE BASE**

Para realizar propuestas que respondieran a los objetivos del proyecto, se realizó la búsqueda de proyectos similares, especialmente en Costa Rica y en Latinoamérica. Entre las fuentes

bibliográficas consultadas se encuentran artículos científicos y sociales, libros sobre manejo de residuos sólidos y estudios sobre impactos ambientales de los recicladores de base en la huella de carbono.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

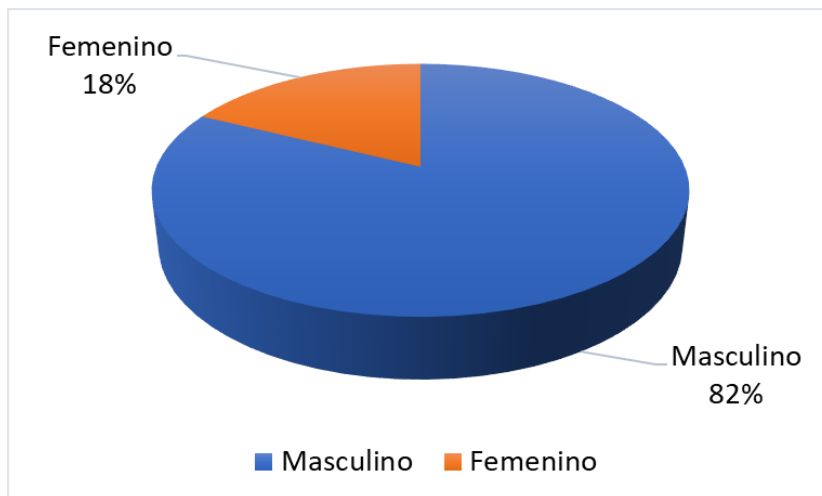
A continuación, se realiza el análisis de la información obtenida a partir de las entrevistas, visitas de campo a los centros de acopio y los resultados obtenidos del cálculo de la huella de carbono mediante la herramienta WARM. Esto se hará con el fin de generar un análisis cualitativo y cuantitativo que permita reconocer y comprender el tipo de población que son los recicladores de base y el impacto positivo que su actividad genera en la huella de carbono de los residuos sólidos en un relleno sanitario. Con esta información se permite también establecer una o más propuestas para la inclusión de los recicladores de base en el mercado formal.

### 5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS RECICLADORES DE BASE

Como se comentó anteriormente, no existe información sobre las características sociales y económicas por parte del Ministerio de Trabajo o el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), de recicladores de base de la provincia de Cartago ni del resto del país. Este grupo de personas ha sido invisibilizado por los entes encargados de la caracterización de la población de Costa Rica. Por esta razón fue importante la realización de las encuestas, ya que en ellas se efectuó un análisis cualitativo, donde se logró identificar el tipo de población con el que se está trabajando y de esta forma ejecutar propuestas que respondan a las necesidades y características del grupo.

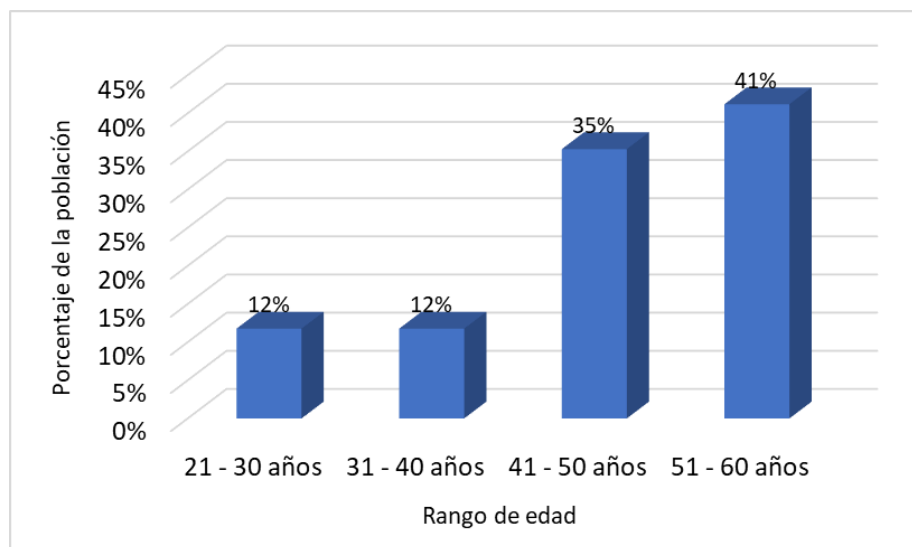
La información que se expone a continuación corresponde a la aplicación de la encuesta a un grupo de 17 personas, lo cual corresponde a aproximadamente el 42.5% de la población total de recicladores de base de la zona de estudio.

Según la información recolectada, el grupo de las y los recicladores de base identificados en el cantón central de Cartago está conformado por un 82% de hombres y un 18% de mujeres (Figura 7). Este comportamiento contrasta con los resultados obtenidos del INEC (2019) donde en el cuerpo laboral las mujeres poseen un porcentaje de participación del 45,2% en el 2018 y 42.3% en el 2019 (INEC, 2019: Estado de la Nación, 2019).



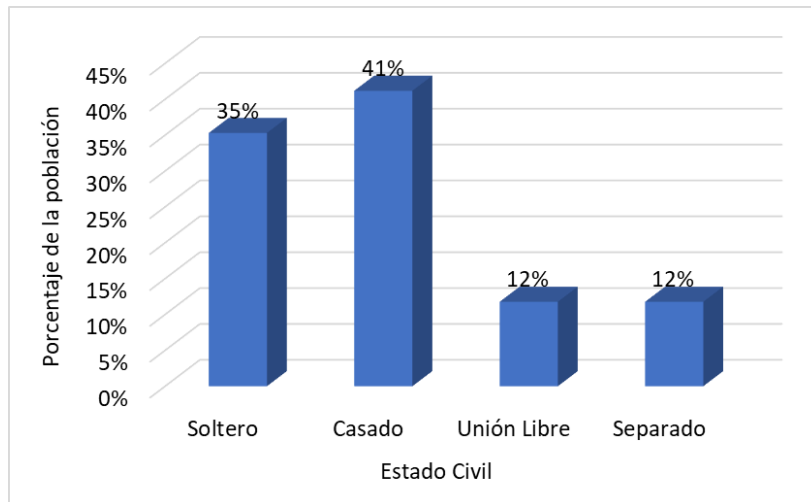
**Figura 7. Distribución de género de los recicladores de base.**

Por otra parte, en cuanto a edades, una mayoría de la población se encuentra por encima de los 41 años, correspondiendo a un 76% de la población de estudio, y de estos, el 41% corresponde a personas entre los 51 y 60 años. Del restante 24%, un 12% se encuentra entre los 21 y los 30 años y un 12% entre los 31 y 40 años (Figura 8). Entre los encuestados no se encontró a ninguna persona menor de edad realizando la actividad de recolección de residuos de manera informal.

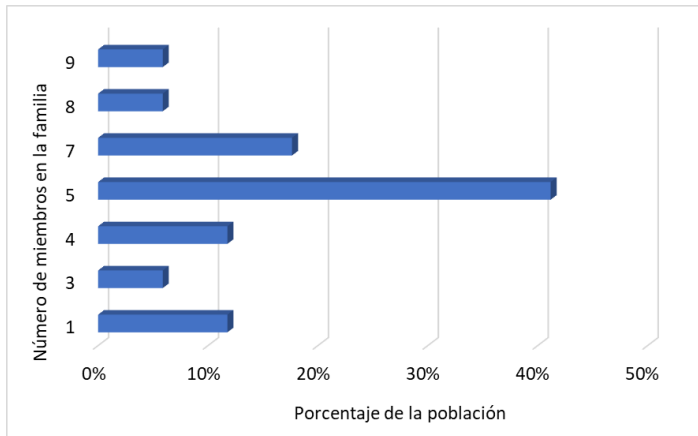


**Figura 8. Distribución de edad de los recicladores de base.**

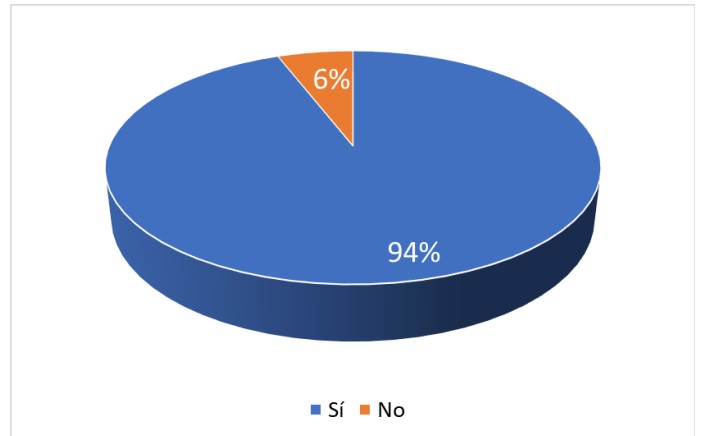
El estado civil de los y las recicladores de base es de importancia debido a que según Abarca (2002), de él puede depender en buena medida las responsabilidades que podrían significar la obligatoriedad y el sentido de necesidad de las personas por incorporarse como recolectores ante la imposibilidad de acceder a otros espacios de trabajo. Sin embargo, como se observa en la Figura 9, un 41% de las y los encuestados están casados y un 35% solteros, en contraste con lo que se observa en la Figura 10 y Figura 11, donde el 88% de las personas viven con más de 3 miembros en sus familias y el 94% son los responsables económicos de la misma. Esto puede significar que el estado civil no tiene relación con la responsabilidad económica de la población de estudio dentro de su núcleo familiar, pero que sí realizan la actividad de recolección de residuos como un medio de subsistencia para sus familias.



**Figura 9. Estado civil de los recicladores de base.**



**Figura 10. Número de Miembros en la Familia de los recicladores de base.**



**Figura 11. Responsabilidad económica en los hogares de los recicladores de base.**

El 65% de recicladores de base reside en una comunidad llamada Proyecto Manuel de Jesús Jiménez. Esta zona que es un lugar cercano a los sitios donde normalmente los recicladores de base se dedican a su actividad de recolección de residuos, en la cual no tienen gastos en el transporte de materiales para valorizar. Como se observa en la Figura 12, el restante 35% reside en las zonas de El Carmen (24%), Taras (6%) y El Valle (6%). El hecho de que una gran mayoría viva en una misma región permitiría plantear una propuesta de inclusión laboral en el sistema de gestión de residuos. Por otra parte, el lugar de residencia también puede brindar información sobre el desplazamiento que tienen que realizar las y los recicladores de base desde sus casas hasta los sitios donde realizan la recolección de residuos valorizables.

La Figura 13 muestra que un 94% nacieron en Cartago, por lo que se puede inferir que prácticamente no ha existido migración desde otras provincias para dedicarse a la actividad de recuperación informal de materiales valorizables y que los recicladores de base conocen las características de los lugares donde realizan su actividad, tales como los horarios de recolección de residuos ordinarios por parte de la Municipalidad, lo cual es de vital importancia para ellos y ellas debido a que deben de ajustar sus horarios de recuperación de materiales a los horarios de recolección municipal.

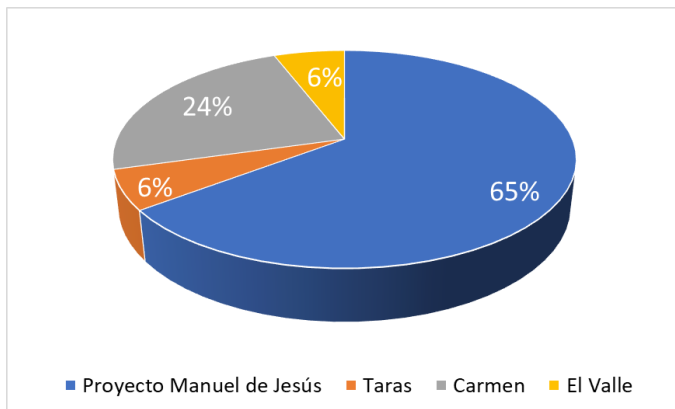


Figura 12. Lugar de residencia de los recicladores de base.

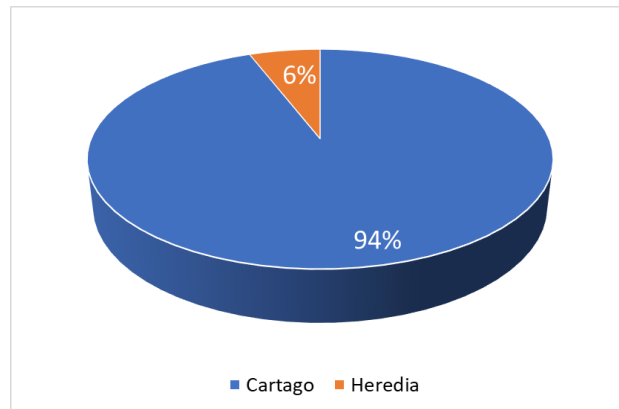
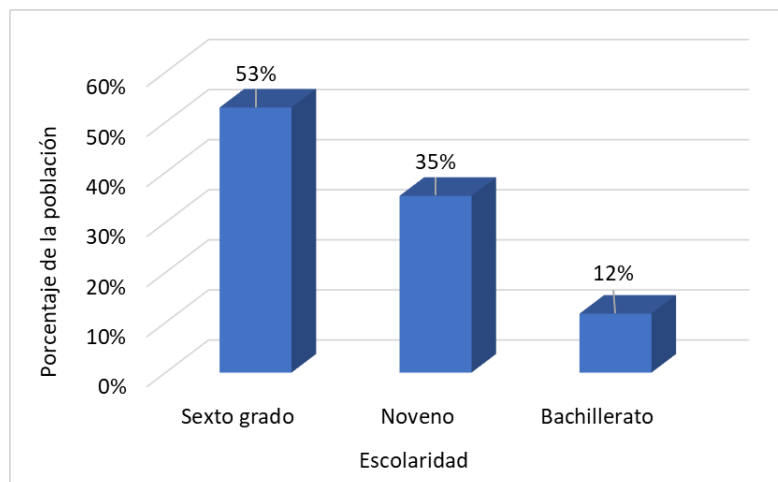


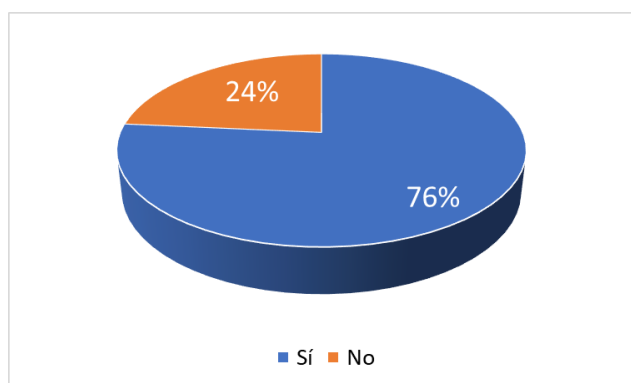
Figura 13. Lugar de nacimiento de los recicladores de base.

Sobre la escolaridad se tiene que el 53% de los encuestados poseen título de sexto grado (segundo ciclo de primaria), un 35% el noveno año de colegio y un 12% finalizó sus estudios de secundaria con bachillerato. Según Abarca (2002) cuando la educación no es desconocida para los trabajadores y trabajadoras, por bajo nivel que sea, esa educación equipa con las habilidades de lectura y escritura básicas que pueden constituirse en importantes medios para favorecer otras formas de entrenamiento y aprendizaje. Esto se ve reflejado en la Figura 15, donde se observa que el 76% de las personas encuestadas poseen algún otro tipo de actividad o experiencia, de las cuales destacan las habilidades en construcción en el caso de los hombres, y labores domésticas en el caso de las mujeres. Sin embargo, entre los encuestados, solo el 59% se dedica en la actualidad de forma activa a otra labor además de la recolección de residuos valorizables, el restante 41% utiliza la recolección como único medio de subsistencia para sus familias. La razón puede deberse a que, a pesar de poseer las habilidades y la experiencia necesarias, al no hallar empleo en estas actividades, optan por dedicarse únicamente a la recolección de residuos de manera informal.

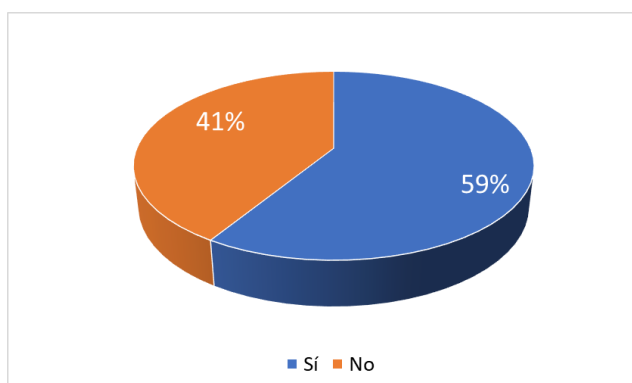




**Figura 14. Escolaridad de los recicladores de base.**

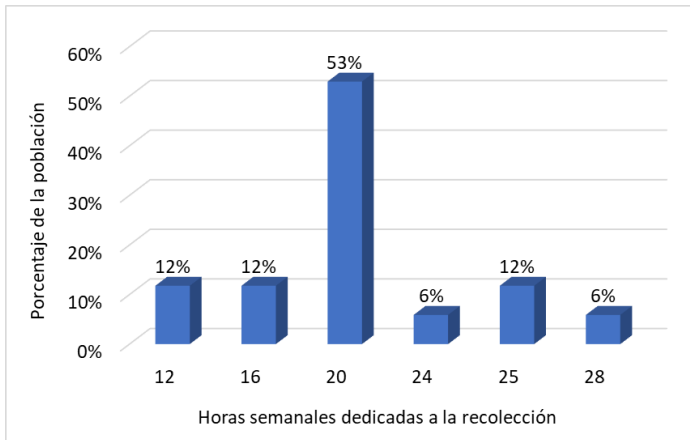


**Figura 15. Recicladores de base que poseen otras habilidades o experiencia.**

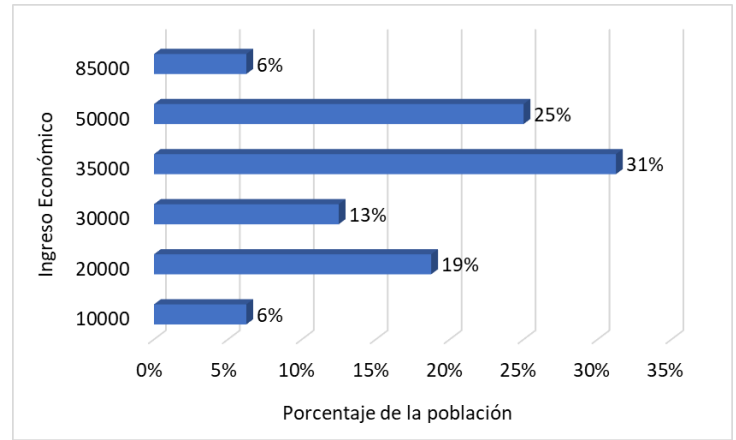


**Figura 16. Recicladores de base que poseen un trabajo adicional.**

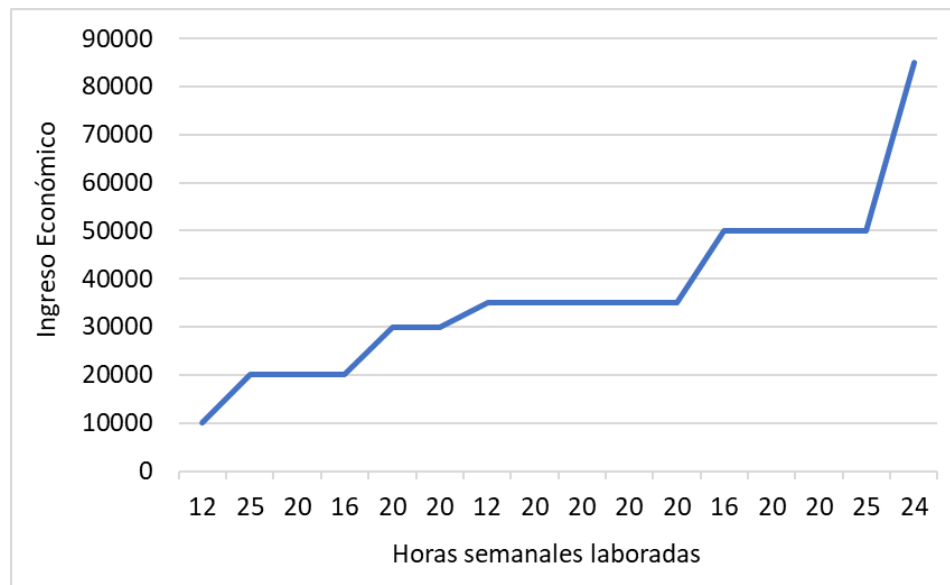
Como se observa en la Figura 17, el 53% de encuestados dedica 20 horas semanales a la actividad de recolección de residuos valorizables. Además, un 65% utiliza 4 días a la semana en la recolección de residuos y solo un 6% labora 3 días o menos. En la Figura 19 se puede observar que existe una relación entre la cantidad de horas semanales laboradas y los ingresos obtenidos de la actividad, aumentando estos respecto a la cantidad de horas dedicándose a la búsqueda de material. En la Figura 18 se presenta el ingreso económico, observándose una gran variación entre las y los encuestados, existiendo ingresos desde los 10 000 colones (6%), 35 000 colones (31%), 50 000 colones (25 %) y hasta los 85 000 colones (6%) semanales.



**Figura 17. Horas semanales dedicadas a la recolección por parte de los recicladores de base.**

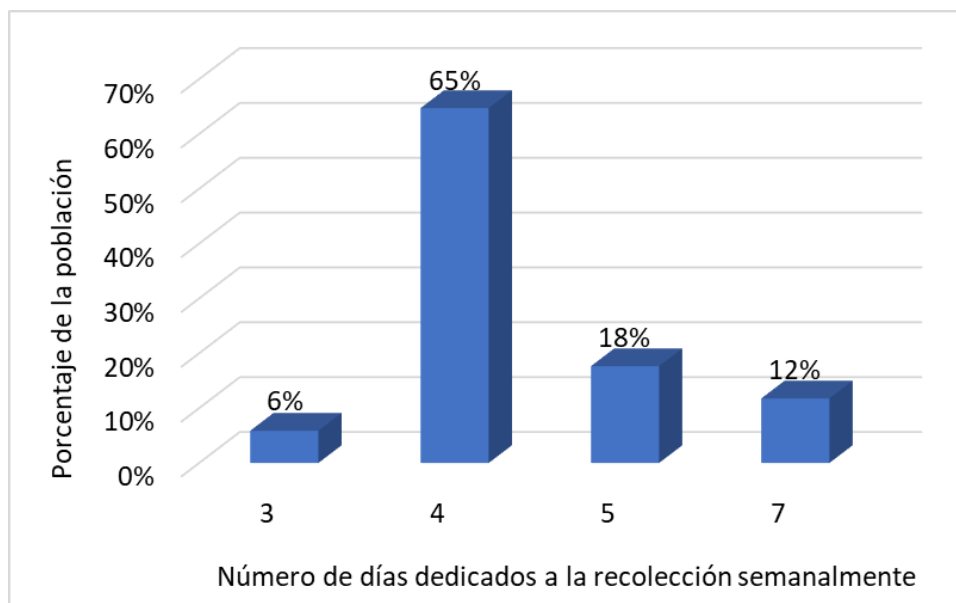


**Figura 18. Ingreso económico semanal de los recicladores de base.**



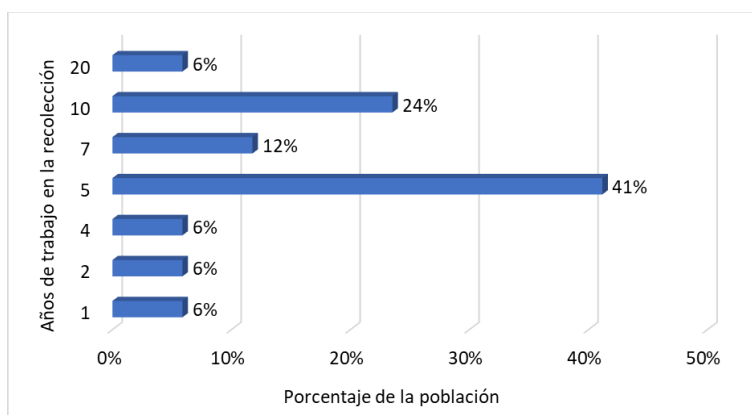
**Figura 19. Ingreso económico percibido por los recicladores de base respecto a horas laboradas.**

También se encontró que respecto a las jornadas laborales existe una ventaja para lograr la formalización del sector, ya que el 94% de las y los encuestados dedican entre 4 y 7 días a la semana para realizar la actividad de recolección, correspondiendo un 65% a 4 días laborados por semana, siendo esto similar a una jornada laboral normal en el país. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, cada día los recicladores de base realizan esta actividad aproximadamente durante medio tiempo. Esto puede deberse por una parte a los horarios de aseo de vías municipales, el cual ocurre a media mañana y durante las noches, pero también a la poca cantidad de dinero ganado. Se podría explicar por esto que, el 59% de la población de estudio utiliza la otra media jornada para dedicarse a otras actividades.



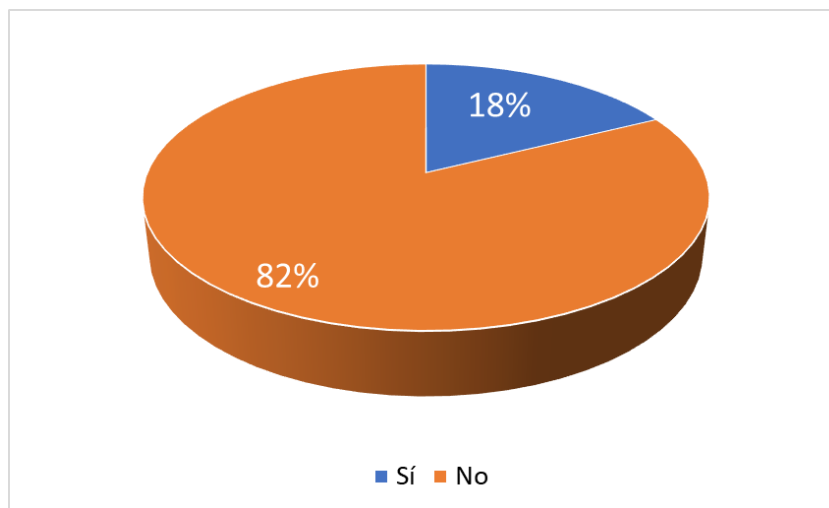
**Figura 20. Días laborales por semana por parte de los recicladores de base.**

En cuanto a la experiencia se tiene que un 88% de la población posee al menos 4 años de experiencia dedicados a la recolección y separación de residuos, y como se observa en la Figura 21 algunos poseen entre los 10 y 20 años de experiencia laboral, lo cual es conveniente al momento de establecer una actividad formal ya que se asegura el conocimiento básico para la realización de actividades de recolección, separación, limpieza de residuos valorizables y valorización de residuos, conocimiento adquirido posiblemente de manera empírica por estas personas. Sin embargo, a pesar de poseer gran experiencia, en el momento de la realización de las encuestas se encontró que los recicladores de base no utilizaban ninguna clase de equipo básico de protección personal, como por ejemplo guantes.



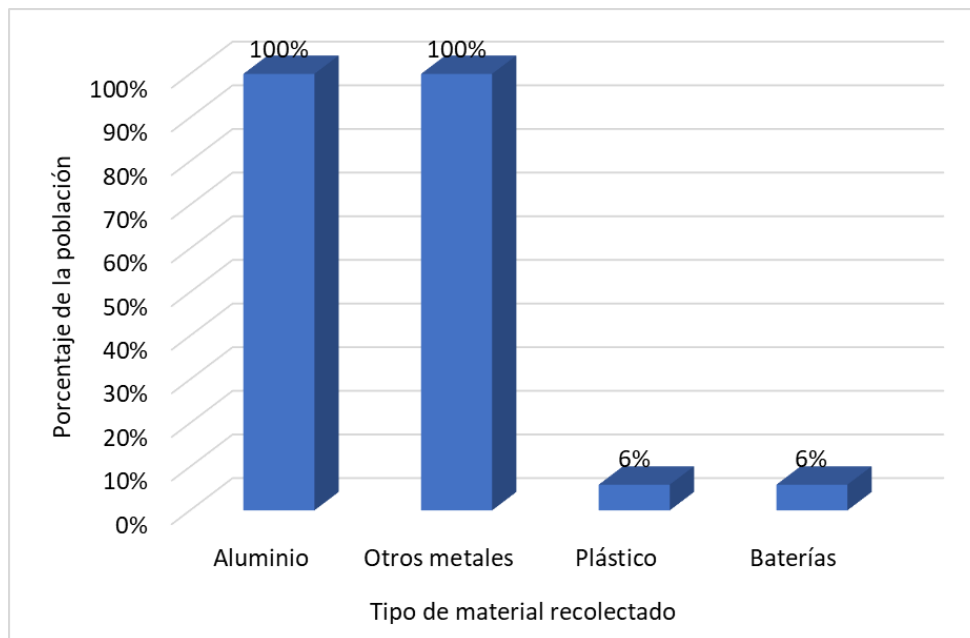
**Figura 21. Años de experiencia de los recicladores de base laborando en la recolección de residuos.**

Al consultarle a los recicladores de base sobre su salud, un 82% aseguró no padecer ninguna enfermedad según como se observa en la Figura 22. Sin embargo, la mayoría de estos también mencionaron no haber recibido algún tipo de chequeo médico en los últimos años, del 18% que contestó sí poseer alguna enfermedad, mencionaron tener dolores corporales, pero no tenían conocimiento del origen. Cabe destacar que una de las personas que contestó sí poseer una enfermedad, en realidad lo que poseía era una discapacidad física, ya que años atrás perdió su brazo izquierdo. Con estos datos se puede inferir que no existe alguna enfermedad ligada directamente a la recolección informal de los residuos valorizables en el grupo estudiado.



**Figura 22. Padecimiento de enfermedades de los recicladores de base.**

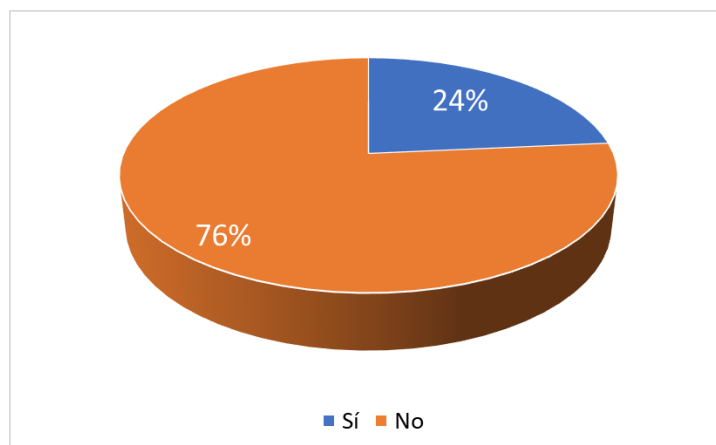
Durante las conversaciones tanto con los recicladores de base como con las personas administradoras de los centros de acopio, los encuestados indicaron que materiales como el plástico y el papel no son pagados a los recicladores de base en la provincia de Cartago, incluso el vidrio únicamente puede ser vendido en las instalaciones de VICESA, las cuales están alejadas del centro de la provincia. Por esta razón y tal como se observa en la Figura 23 los materiales recuperados son principalmente aluminio y otros metales como chatarra y cobre, los cuales tienen un menor valor en los centros de acopio. Para el caso del plástico y baterías no se indican su tipo. Esta situación, de la falta de valor económico de algunos residuos, es un problema para la transformación de materiales ya que son mezclados con el resto de los residuos ordinarios como los orgánicos y algunos materiales no reciclables, impidiendo su uso en los centros de acopio, bajando la efectividad de separación de material reciclable.



**Figura 23. Materiales recolectados por los recicladores de base.**

Como datos adicionales, se posee conocimiento acerca de otro tipo de población que también se dedica a la recolección de residuos de manera informal en el cantón central de la provincia de Cartago. Esta información fue otorgada de manera anónima tanto por parte del personal de los centros de acopio como de las y los recicladores de base encuestados, quienes indicaron la existencia de un grupo de personas que también se dedican a la recolección de residuos de manera informal, los cuales suelen entregar los materiales recolectados a un tercero, ubicado en la zona de los Diques en Cartago. Este intermediario, según se comenta, intercambia los residuos tanto por dinero como por drogas. Esta situación se da debido a que los centros de acopio certificados tienen prohibido comprar aquellos residuos valorizables de los que se tenga sospecha que corresponden a material robado, por lo que este segundo grupo de recicladores de base optan por hacer el intercambio a través de este intermediario.

No se conoce información específica sobre el número, género o edad de este segundo grupo, sin embargo, se conoce de su existencia y la posibilidad de que algunas de estas personas tengan algún tipo de adicción. En el caso de las y los recicladores de base encuestados, se conoce que el 76% no posee ninguna clase de adicción, y el restante 24% consume alcohol (Figura 24).



**Figura 24. Recicladores de base que poseen algún tipo de adicción.**

Una limitación en el estudio fue la forma de trabajo que tienen los recicladores de base del cantón central de Cartago, ya que no tienen un sitio fijo de trabajo, sino que se desplazan por todo el cantón según lo requieran.

## 5.2. CADENA DEL VALOR DEL SECTOR INFORMAL DEL MANEJO DE RESIDUOS

Como se mencionó en la sección 3.2, el análisis de la cadena de valor identifica el movimiento de los residuos desde la recolección hasta la comercialización de productos secundarios, identificando, además, a los actores en la cadena. Según Wilson (2012) las actividades de valorización en países en vías de desarrollo son usualmente realizadas por cadenas informales de valorización de reciclaje, y la provincia de Cartago no es una excepción a esto, ya que como se pudo observar en las encuestas realizadas, sí existe un grupo dedicado a la recolección informal de residuos, grupo que se debe de tomar en cuenta al momento de analizar la cadena de valor del reciclaje.

La integración del grupo de recicladores de base dentro de la cadena de valor permite su visibilización como uno de los actores que participan en el proceso de la valorización de los materiales, actores importantes que permiten la separación de una gran cantidad de materiales, servicio que, en el caso del cantón central de la provincia de Cartago, la municipalidad no brinda, por lo que en los lugares donde no están presentes los recicladores de base muchos materiales,

valorizables y no valorizables, son enviados al relleno sanitario sin distinción alguna, reduciendo la eficiencia de la separación en la fuente en el país.

En otros proyectos de inclusión del sector informal de recuperadores en Costa Rica se ha observado el modelo presentado en el diagrama de la Figura 25 en el cual las y los recicladores de base realizaban su trabajo de separación y recuperación dentro del botadero para, seguidamente, ser comercializado. En este caso los residuos sólidos eran recolectados por los camiones municipales, los cuales trasladan estos residuos a los vertederos, lugar en el cual los recicladores de base informales aprovechaban para separar los materiales que ellos consideraban que podrían ser comercializados. Una vez realizada esta separación, los materiales valorizables se llevaban a los centros de acopio donde se asignaba un valor monetario según el peso y tipo de material. En el caso de Liberia empresas como VICAL, FIFCO y Misión Planeta, iban hasta los vertederos para realizar la comercialización. Así mismo, un intermediario también podía ir hasta el vertedero a comprar el material (Vásquez, 2020).

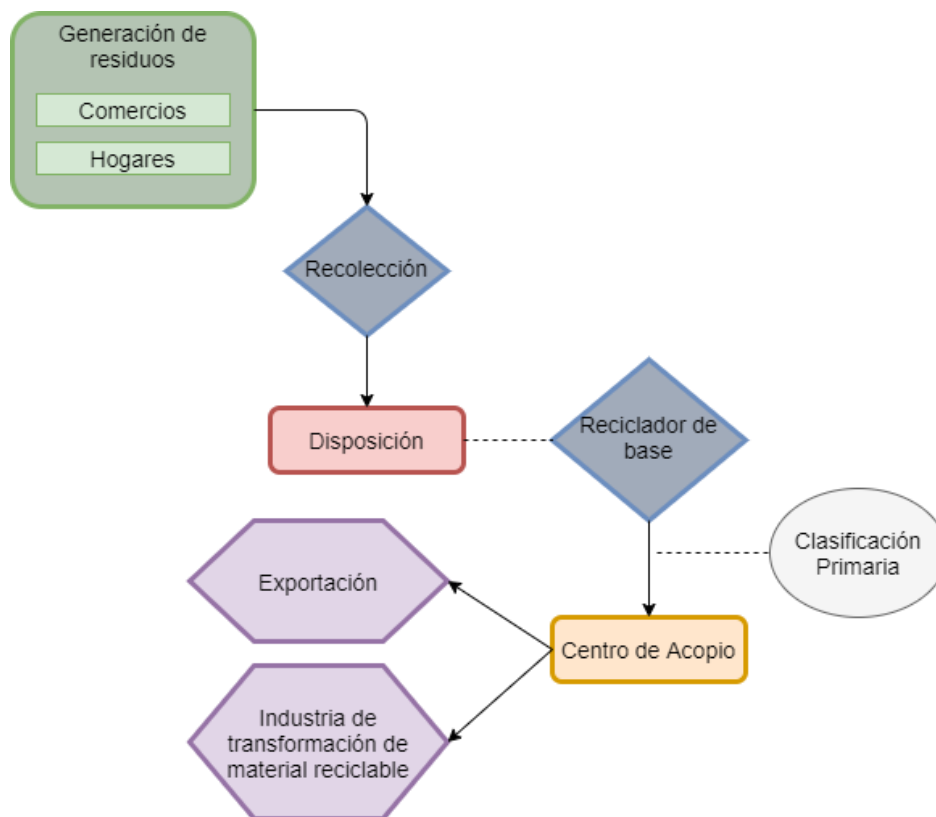


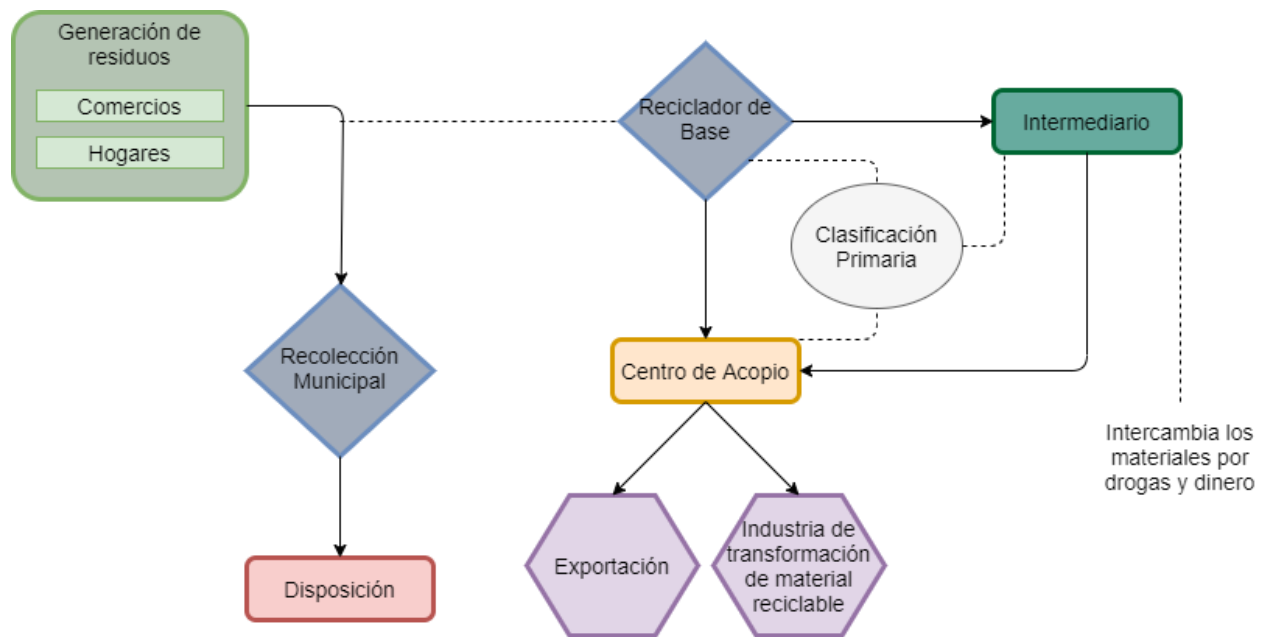
Figura 25. Cadena de valor del reciclaje en botaderos.

En el caso del cantón central de la provincia de Cartago, el escenario cambia debido a que no existe un vertedero, sino que existe un relleno sanitario en el cual se prohíbe la entrada de personas externas que deseen ir a recuperar los residuos valorizables. Es por esto por lo que, a diferencia de los casos de Liberia y Río Azul, la recolección informal se da en las calles, previo a la recolección por parte del camión municipal.

En la Figura 26 se observa el escenario típico de la recolección informal en los distritos Orienta y Occidental del cantón central de la provincia de Cartago. Debido a que no existe una concientización por parte de los comercios y hogares, los residuos normalmente se encuentran combinados unos con otros en las bolsas afuera de las casas y locales, por lo que los recicladores de base se ven en la necesidad de abrir estas bolsas y obtener los materiales valorizables, en muchos casos sin equipo de seguridad. Entre las y los recicladores de base existen aquellos que realizan la separación de manera ordenada, sin romper o dispersar los residuos, pero también existen personas que no tan ordenadas que provocan una disminución en la eficiencia en la recolección municipal debido a que no cierran las bolsas, dispersan los residuos, entre otras malas prácticas. Los materiales recuperados son comercializados en distintos centros de acopio y, en algunos casos, entregados a un intermediario que posteriormente entregará los residuos a un centro de acopio. También existen aquellos recicladores de base llamados “cartoneros”, los cuales se dedican exclusivamente a la recolección de cartón, sin embargo, este material es enviado a Santa Ana debido a que en Cartago los materiales como papel y cartón no poseen un valor monetario para las y los recicladores de base. Según información suministrada por las personas encargadas de los centros de acopio, estos compran los materiales según precios dados por bolsas de valor. La clasificación primaria puede darse por parte de los recicladores de base, sin embargo, en algunos casos los mismos recicladores de base mezclan los materiales para luego llevarlos a los centros de acopio, en estos casos la clasificación se realiza en el mismo centro.

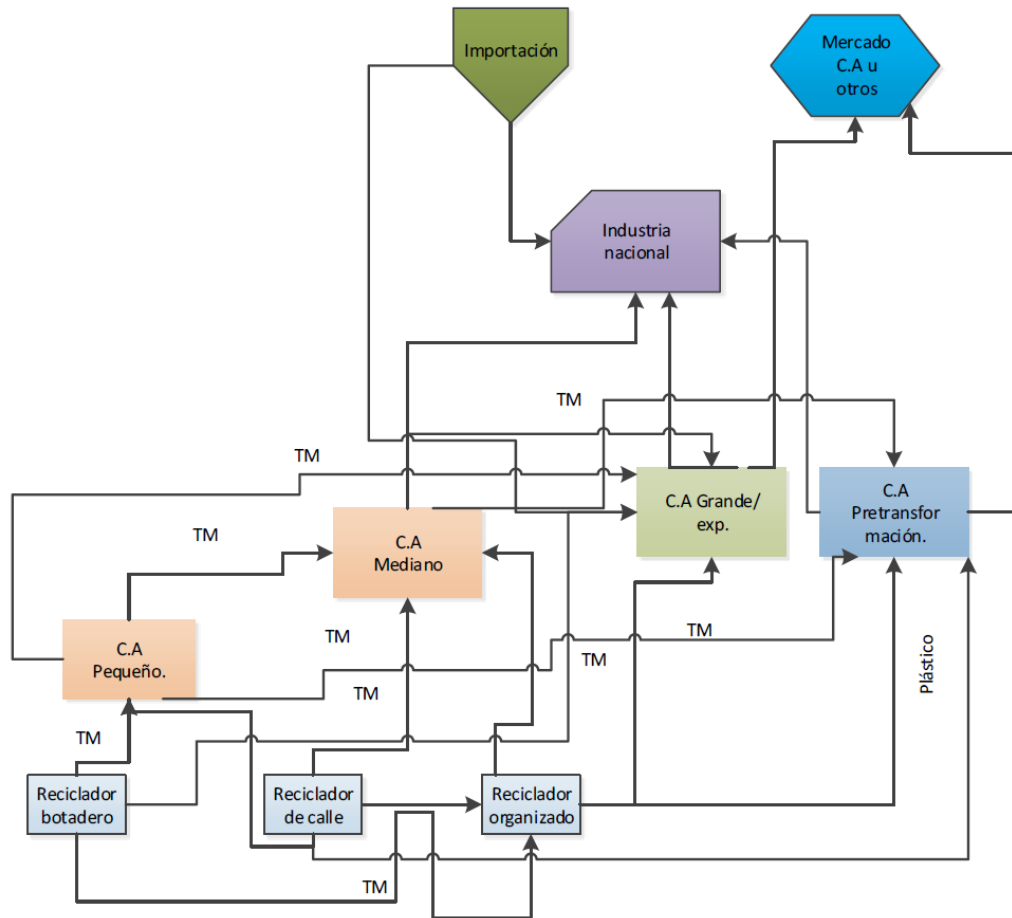
Seguidamente los materiales son llevados a los puertos para su exportación a diferentes países según el tipo de material, y en algunos casos son vendidos a industrias de transformación de material reciclable nacionales como en el caso del vidrio que es llevado a VICESA. Cabe destacar que, en el caso de la valorización del vidrio, los centros de acopio no pagan por este material, sin embargo, ellos sí lo comercializan. Esto da como resultado la no recuperación de este material por parte de las y los recicladores de base.





**Figura 26. Cadena de valor actual en el cantón central de Cartago.**

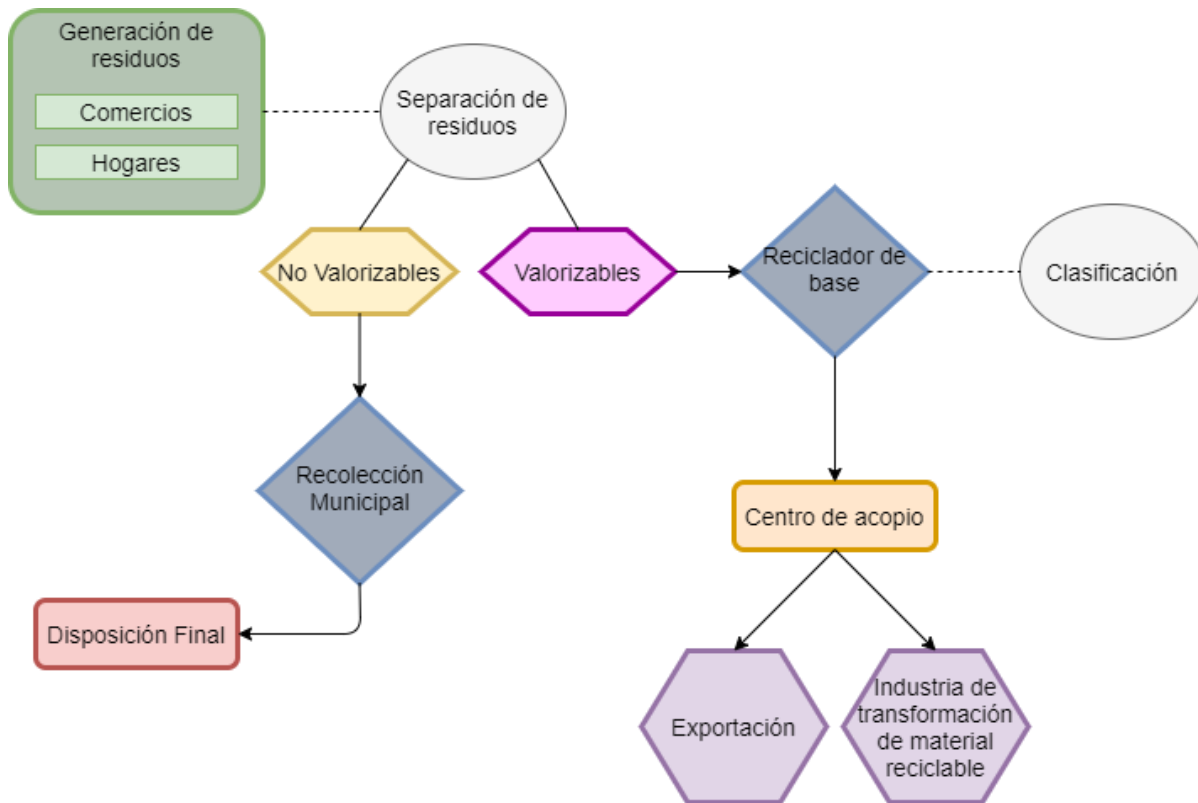
Esta realidad que se vive en Costa Rica, tanto en la provincia de Cartago como en otros sectores, es parte de lo que presentan Olley y Rudín (2016) en la cadena de valor que realizaron en su estudio sobre Recicladores de Base en Centroamérica. En la Figura 27 se muestra esta cadena de valor en donde se pueden identificar actores similares a los presentados en las Figura 25 y Figura 26. Con esto se demuestra que las y los recicladores de base son una parte sumamente importante en la cadena de valor del reciclaje del país, al permitir una recuperación mayor de materiales valorizables, que con el modelo actual del gobierno local del cantón central de Cartago no podrían ser recuperados de otra manera.



**Figura 27. Mapeo de flujos de materiales entre actores de la cadena de valor del reciclaje**  
**Fuente: Olley, J., Rudín, V. (2016)**

Por las razones mencionadas anteriormente sobre el modelo de recolección municipal de Cartago, es importante concientizar a las comunidades para que realicen la correcta separación de residuos en la fuente, aumentando la eficiencia de la recuperación y proceso de la cadena de valor del reciclaje a nivel cantonal.

En la Figura 28 se muestra el escenario ideal en el cual se incluye tanto la separación en la fuente por parte de los comercios y hogares, como la inclusión de los actuales recicladores de base. De esta manera se colabora con la labor municipal, se aumenta la eficiencia y eficacia en el reciclaje, se concientiza a la población y se les brinda a los recicladores de base una fuente de ingresos aún mayor al haber un posible aumento de la cantidad de material que se puede recuperar.



**Figura 28. Cadena de valor ideal para la inclusión del sector informal dentro del mercado.**

En esta cadena de valor presentada, se eliminan también aquellos intermediarios que puedan comercializar materiales de manera ilícita (intercambio de drogas o material hurtado), y se les da la oportunidad a los recicladores de base de realizar la comercialización directamente con los centros de acopio a los que pertenezcan (en caso de crear un tipo de asociación) o con los centros de acopio ya existentes.

Dentro de esta cadena de valor también se idealiza el manejo de los residuos, de tal manera que, posteriormente, las industrias de transformación de material reciclable que puedan utilizar materiales como plástico o vidrio, únicamente deban recolectar el material ya compactado, para su transporte a las plantas de reciclaje. Esto para lograr una mayor eficiencia en el volumen de transporte y mejores precios.

La inclusión de empresas privadas que se vean beneficiadas por la recuperación de material reciclable son un factor importante para tomar en cuenta dentro de esta cadena de valor ideal, ya que este material utilizado por estas empresas puede ser reintroducido dentro de su cadena de

producción, actividad mejor conocida como economía circular. Estas empresas pueden llegar a ser grandes aliadas en el proceso de separación y recuperación ya que, como se mencionó anteriormente, en el caso del cantón central de la provincia de Cartago, el plástico, el papel y el vidrio no poseen aún un valor monetario para los recicladores de base, por lo que son materiales que actualmente han sido dejados de lado por ellos y ellas. Empresas como FIFCO, Misión Planeta de FEMSA, Empaques de Sanata Ana y VICESA pueden ser aliadas para proyectos de esta índole.

### 5.3. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LA HUELLA DE CARBONO QUE PRODUCE LA ACTIVIDAD DE LOS REICLADORES DE BASE.

La información obtenida de la encuesta al centro de acopio “Recicladora El Molino” indica que los residuos entregados por los recicladores de base incluyen: papel y cartón, aluminio, vidrio, tetrapak, plástico PET, plástico HDP, cobre, hierro y otros. Aquí se destaca una diferencia respecto a las respuestas dadas por las y los recicladores de base, ya que estos no mencionaron materiales como plásticos, papel y vidrio entre los materiales que recuperaban.

#### 5.3.1. Definición de parámetros

Dentro de la encuesta realizada a la persona encargada del centro de acopio se solicitó información sobre el tipo y cantidad de residuos valorizables entregados por las y los recicladores de base. Dentro de su respuesta se encuentran distintos tipos de residuos incluyendo papel y cartón, aluminio, vidrio, tetrapak, plástico, cobre y hierro. Estos datos se distinguen de aquellos mostrados en la **Figura 23** sobre los materiales mayormente recuperados por los recicladores de base, ya que entre las respuestas de estos no se encontraron materiales como el vidrio, papel y tetrapak. En el

*Cuadro 2* se muestran los kg recibidos por el centro de acopio en un lapso de una semana.

Cuadro 2. Cantidad de material entregado semanalmente al centro de acopio Recicladora El Molino por parte de los recicladores de base.

<b>Tipo de material</b>	<b>Cantidad semanal (kg)</b>
Papel y Cartón	2000 – 2500
Aluminio	4000
Vidrio	1000
Tetrapak	600
Plástico PET	400
Plástico HDP	400
Cobre	2000
Hierro	70000
Otros*	300

\*Este material no se tomará en cuenta para el cálculo de la huella de carbono evitada debido a que no se especifica el tipo de material.

Para la ubicación de la fuente o generación del residuo se tomó como base las locaciones identificadas en las cuales se entrevistaron a la mayoría de los recicladores de base. Estas ubicaciones corresponden a la zona del mercado central de Cartago y el costado sur del Estadio Fello Meza. En el Cuadro 3 se muestra la distancia entre los lugares seleccionados y el Relleno Sanitario PTA Aserrí, empresa contratada para dar tratamiento y disposición final a los residuos sólidos de la municipalidad de Cartago. Para el caso del transporte al centro de acopio, no se tomó en cuenta la generación de emisiones ya que los recicladores de base entrevistados utilizan bicicletas y carritos de tracción humana, por lo que no generan emisiones por consumo de combustible durante el transporte.

Cuadro 3. Distancia entre las zonas de recolección seleccionadas y el relleno sanitario El Huaso.

Lugar	Distancia (km)
Mercado Central – Relleno Sanitario EBI, Aserrí	25,8
Estadio Fello Meza – Relleno Sanitario EBI, Aserrí	27,0
Promedio	26,4

Una vez obtenidos los datos del tipo y cantidad de material recuperado y de la distancia recorrida, se procedió al cálculo y análisis de las emisiones de GEI evitadas por la actividad. Este cálculo se realizó mediante el uso de la herramienta Waste Reduction Model (WARM), creada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para el análisis de la huella de carbono de distintos tipos de residuos sólidos. Una limitación que presenta el uso de esta herramienta de cálculo es que, los datos provienen del análisis de ciclo de vida de los materiales en Estados Unidos, incluyendo la producción de materia prima por lo que los factores de emisión utilizados por el software pueden variar para Costa Rica ya que algunos materiales son importados y no producidos en el país. En la Figura 29 se representan mediante un diagrama los dos procesos con los cuales opera la herramienta WARM.

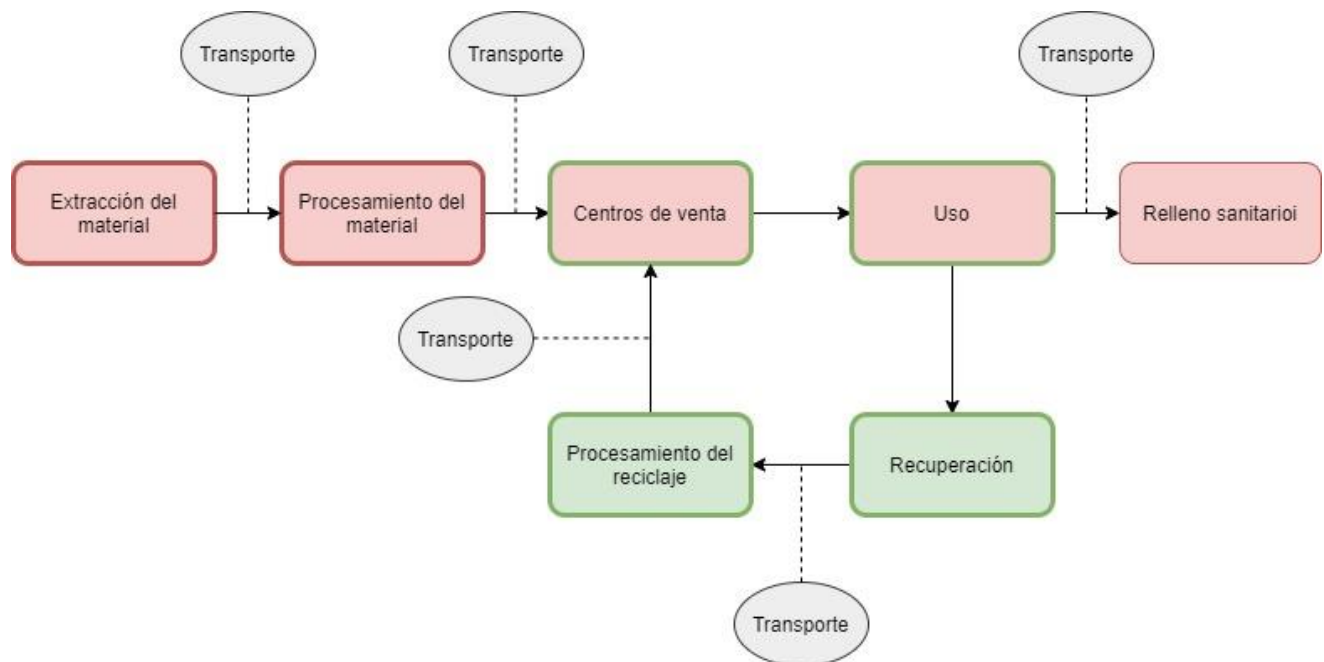


Figura 29. Diagrama de dos caminos que pueden tomar los residuos valorizables.

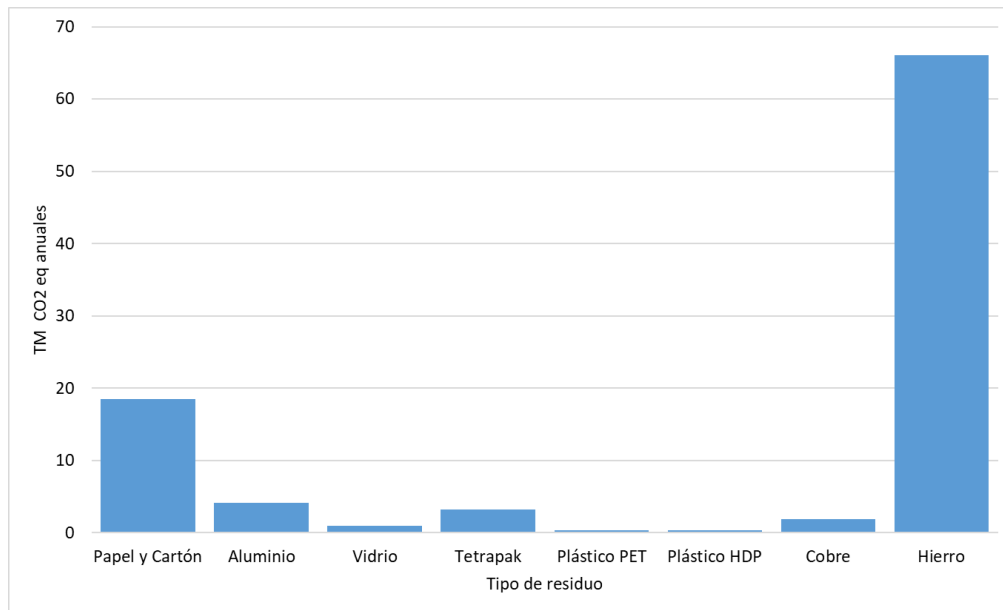
### 5.3.2. Cálculo de la huella de carbono evitada

Para el cálculo de la huella de carbono el software toma en cuenta factores importantes como el peso del material y la distancia promedio recorrida por un camión recolector desde la fuente hasta el relleno sanitario. Además, como se mostró en la sección 4.5, la herramienta utiliza datos desde la extracción de los materiales, procesamiento, uso, transporte, recuperación y reciclaje o emisiones en relleno según corresponda. Al realizar la comparación del impacto sobre la huella de carbono, se escogieron los escenarios de las dos rutas que pueden tomar los materiales recuperados, por un lado, su envío al relleno sanitario y por otro su tratamiento al ser reciclado. En el Cuadro 4 se observan los resultados obtenidos para ambos escenarios con los residuos recuperados durante un año.

Cuadro 4. Emisiones y reducción de emisiones de materiales recuperados anuales.

Tipo de material	Proceso seleccionado en WARM	Cantidad anual (ton)	Emisiones en ciclo de reciclaje (TMCO <sub>2</sub> Eq)	Emisiones en relleno sanitario (TMCO <sub>2</sub> Eq)	Reducción de emisiones (TMCO <sub>2</sub> Eq)
Papel y Cartón	Mixed Paper	108	-383,27	18,53	-401,80
Aluminio	Aluminium Cans	208	-1899,18	4,09	-1903,27
Vidrio	Glass	48	-13,41	0,94	-14,35
Tetrapak	Mixed Recyclables	28,8	-82,07	3,24	-85,31
Plástico PET	PET	19,2	-22,08	0,38	-22,46
Plástico HDPE	HDPE	19,2	-16,44	0,38	-16,82
Cobre	Copper Wire	96	-431,24	1,89	-433,13
Hierro (Chatarra)	Mixed Metals	3360	-14765,33	66,07	-14831,40
<b>Total</b>		<b>3871,2</b>	<b>-17613,06</b>	<b>95,52</b>	<b>-17708,54</b>

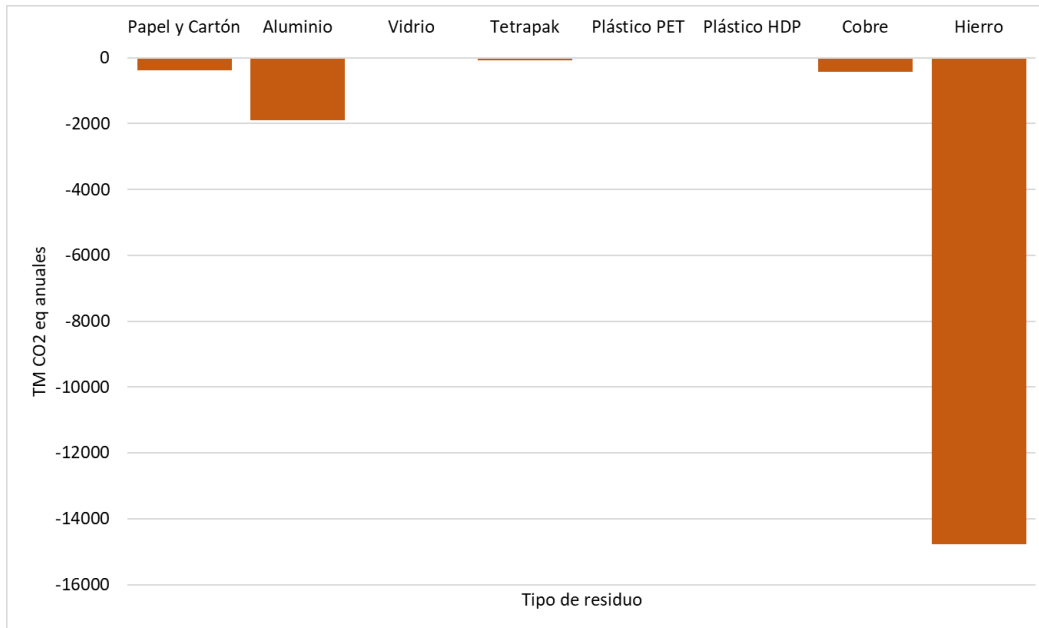
Según los datos presentes en los cuadros y figuras de esta sección, se destaca que el hierro es el material que más se recupera debido a que es uno de los que mejor se pagan al poder recuperar un mayor volumen. En la Figura 30 se representa gráficamente el impacto que tiene sobre las emisiones de GEI cada uno de los materiales recuperados que se muestran en el Cuadro 4 si fuesen enviados a un relleno sanitario. Esta figura muestra únicamente valores positivos, lo que indica que existe un impacto negativo sobre el ambiente en todos los residuos involucrados.



**Figura 30. TM CO<sub>2</sub> equivalente anuales liberadas a la atmósfera sin la recuperación de materiales.**

En la **Figura 31** se observan los resultados de las emisiones de GEI en el proceso al recuperar el material para su reciclaje. Como se puede observar en esta figura, se presentan valores negativos para las TM CO<sub>2</sub> equivalente, esto se interpreta como emisiones evitadas y, por lo tanto, un beneficio ambiental.





**Figura 31. TM CO2 equivalente anuales liberadas a la atmósfera al recuperar los residuos para reciclaje.**

En total se tiene que solo con los datos aportados por el centro de acopio Recicladora El Molino, la cantidad de emisiones de GEI evitada gracias a la labor de recuperación de los recicladores de base es de -17708,57 TM CO<sub>2</sub> equivalente anuales. En el Cuadro 5 se muestran algunas equivalencias de este ahorro en emisiones.

Cuadro 5. Equivalencias anuales de las TM CO<sub>2</sub> evitadas.

TM CO <sub>2</sub> eq evitadas	Vehículos de combustión	Galones de gasolina	Cilindros de propano para uso en hogar
-17708,57	3759	1992637	737857

Se debe de tomar en cuenta que los resultados de emisiones evitadas en Cartago podrían ser aún mayores si se consideran los materiales recuperados en otros centros de acopio a los cuales los recicladores de base entregan sus productos. Si bien, como se mencionó anteriormente, los factores utilizados por la herramienta WARM no corresponden a los de Costa Rica, esta estimación nos permite tener un mejor panorama sobre los beneficios a nivel ambiental que se obtienen del reciclaje gracias a los residuos recuperados por las y los recicladores de base.

#### 5.4. ESCENARIO PARA LA INCLUSIÓN DE LOS RECICLADORES DE BASE AL MERCADO DEL RECICLAJE.

La información recopilada durante esta investigación ha permitido identificar aspectos sociales y económicos de la vida de los recicladores de base, así como su papel dentro de la cadena de valor del reciclaje. Los datos recolectados permiten proponer un escenario para el mejoramiento de la calidad de vida y las relaciones que existen con los centros de acopio. Esta investigación tiene como base inicial la coordinación de la municipalidad, de los centros de acopio y los recicladores de base que suministran los materiales que son recibidos y pagados.

El escenario propuesto a continuación puede contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los recicladores de base, así como a un aumento en la eficiencia de recuperación y medición de la cantidad de material valorizable recolectado en el cantón central de la provincia de Cartago. Para la elaboración de la propuesta, se parte de la creación de una asociación en la cual puede ser parte cualquier persona que se dedique a la recolección de residuos valorizables como medio de subsistencia, de esta manera las y los recicladores de base actualmente informales pueden registrarse de una manera sencilla. Esta asociación estaría regulada por la ley 218. Esta propuesta está basada en lecciones aprendidas del proyecto ARELI en Liberia, el cual consideraba el trabajo de sensibilización con las autoridades municipales y el personal en general con el objetivo de lograr la aceptación de los recicladores de base valorizando su trabajo en la recolección de residuos valorizables.

El proyecto parte de la necesidad de una colaboración de la municipalidad para brindar la comunicación y espacios, como charlas y talleres, para aumentar la concientización de las comunidades y comercios en materia de separación de residuos. Además, posee otros elementos que se mencionan a continuación:

- Horarios laborales que se ajusten a los requerimientos de las y los recicladores de base.
- Flexibilidad laboral para contribuir a la equidad de género dentro del ambiente laboral.
- Inclusión tanto de la población de estudio de este trabajo como de futuras personas que deseen ser parte del proyecto.

- Materiales recuperados por los recicladores de base y materiales que necesitan empresas que representen posibles aliados en para la aplicación de la propuesta.
- Ubicación de los recicladores de base dentro de la cadena de valor analizada y la cadena de valor propuesta como ideal.
- Inscripción de las y los recicladores de base como trabajador independiente (idealmente) o asegurado voluntario ante la CCSS.
- Pago de una póliza de riesgo de trabajo ante el INS.
- Inscripción ante el Ministerio de Hacienda.

Para que la propuesta sea implementada de manera exitosa, se requiere el desarrollo de un plan de acción debidamente estructurado y de mejora continua, y que cuente con el compromiso de la municipalidad en el seguimiento del plan. Se recomienda que este plan contenga al menos los siguientes objetivos:

- Organizar y ejecutar reuniones para establecer relaciones entre la municipalidad, el sector privado y el actual sector informal de recicladores de base.
- Capacitar a los recicladores de base en diversos temas como seguridad laboral, identificación de residuos, aspectos legales para la formalización dentro del mercado, aspectos administrativos y financieros para asegurar la sostenibilidad económica de la asociación. Estos aspectos administrativos y financieros son de vital importancia ya que la creación de una asociación 218 implica ciertos procesos legales como inscripción, adquisición de libros y mantenimientos de estos, además de otras actividades.
- Analizar y diseñar o modificar el sistema de recolección de residuos actual.
- Capacitar a las comunidades en la separación de residuos en la fuente.

En la

**Figura 32**, al final de la sección, se encuentra un diagrama de flujo que representa un resumen de las acciones propuestas a continuación.

#### 5.4.1. Establecer relaciones entre la municipalidad, el sector privado y el actual sector informal de recicladores de base.

Como se mencionó anteriormente, para lograr la inclusión de los recicladores de base por medio de una asociación, se necesita primeramente de la colaboración del gobierno. El plan de acción para esta propuesta puede ser establecido tanto por la misma municipalidad, como por una organización privada que busque la creación de alianzas público-privadas.

Como primer paso, se recomienda una reunión con las autoridades municipales para la presentación de los resultados expuestos en este documento, y así demostrar la importancia que tienen los recicladores de base dentro de la cadena de valor del reciclaje. Se recomienda presentar datos generales de la población informal identificada hasta el momento y el impacto de su trabajo en las emisiones evitadas en el Cantón

Una vez mostrados estos resultados, se recomienda realizar reuniones entre la municipalidad y el sector informal, esto con un previo reconocimiento de las y los recicladores de base que estén dispuestos a participar en la propuesta. De esta forma se podría establecer de una manera más formal la definición del proyecto, asignando objetivos, tareas y encargados de este. En caso de poseer de un ente intermediario del proyecto, esta organización sería la encargada de realizar este trabajo.

Seguidamente, ya establecidas algunas metas del proyecto, se recomienda la búsqueda de empresas del sector privado para una posterior reunión con aquellas dispuestas a participar con el objetivo de identificar los posibles beneficios de la creación de la Asociación. Empresas tales como FIFCO, FEMSA, VICESA o Empaques Santa Ana y centros de acopio podrían ser los primeros en ser consultados.

La inclusión o no de los centros de acopio actualmente existentes en el Cantón Central de Cartago puede llevar a dos escenarios distintos.

1. La inclusión de los centros de acopio en el cual estos funcionarían como intermediarios entre los recicladores de base y la empresa privada.
2. La no inclusión de los centros, caso en el cual la asociación deberá de instalar su propio centro de acopio para la clasificación de los residuos y la relación directa con la empresa

privada. Este puede ser un aporte de la municipalidad y se podría negociar con las empresas el préstamo de máquinas compactadoras.

3. Como combinación de los dos primeros, en el cual los recicladores de base poseen su propio centro de acopio, pero al no tener capacidad administrativa para la exportación de material, se realiza su comercio con los centros de acopio que ya lo posean.

Por medio de estas alianzas puede resultar más sencillo detallar los objetivos y el campo de trabajo a los que se dedicará la asociación de recicladores de base, ya que actualmente, debido que no reciben un pago monetario por la recolección de algunos materiales, únicamente recolectan metales. Sin embargo, en caso de obtener apoyo de otras entidades privadas se podría extender la recolección a otros materiales como el plástico y el vidrio, entre otros.

#### 5.4.2. Capacitación de los recicladores de base.

Si bien en la Figura 21 se mostró que los recicladores de base poseen en su mayoría más de cuatro años de experiencia en el campo de la recolección de residuos, es importante tomar en cuenta que aquellos que deseen ser parte del proyecto también pueden ser capacitados en temas de seguridad laboral, identificación de nuevos residuos, aspectos legales para la formalización dentro del mercado, aspectos administrativos y financieros para asegurar la sostenibilidad económica de la asociación. Además, como se mencionó anteriormente, los aspectos administrativos y financieros son de vital importancia ya que la creación de una asociación 218 implica ciertos procesos legales como inscripción, adquisición de libros y mantenimientos de estos, además de otras actividades.

También es importante la capacitación de las personas en aspectos de género ya que, si bien se identificaron menos mujeres dedicadas a la actividad de recolección, ellas siguen siendo parte del grupo y son personas que en muchos casos tienen otras actividades ya que deben dedicarse al cuidado de niños, adultos mayores, actividades de trabajo doméstico no remunerado, entre otros. Por esta razón dentro del plan de acción también debe de incluirse este aspecto, brindando una flexibilidad laboral que se ajuste a los horarios de las mujeres y hombres que deban dedicarse a asuntos familiares a la vez que se encuentran trabajando.

#### 5.4.3. Análisis y diseño o modificación del sistema de recolección de residuos.

Para lograr una inclusión sostenible de los recicladores de base en el mercado del reciclaje se debe de realizar un análisis de la gestión de residuos sólidos actual de la municipalidad, en donde se incluya detalladamente las rutas y horarios de recolección.

Al hacer el estudio de la gestión de residuos se debe de tomar en cuenta la participación de los recicladores de base, y de esta manera lograr tomar medidas que no afecten los horarios o rutas de trabajo entre la recolección municipal y los recicladores de base. Idealmente se recomienda que dentro del plan de gestión se incluya la recolección selectiva de materiales, de esta forma los comercios y hogares realizan la separación de residuos en la fuente y facilita la recolección de residuos no valorizables por parte de la municipalidad y residuos valorizables por parte de la asociación de recicladores de base, siempre tomando en cuenta distintos días u horarios para la distinción de los residuos valorizables de los no valorizables.

Para lograr esto, se debe de contar con capacitación y concientización de las comunidades sobre la correcta separación y almacenamiento de residuos. Además. Se debe tomar en cuenta la manera en la cual las y los recicladores de base realizan la recolección de residuos. Del análisis de las encuestas se determinó que la mayoría de ellos y ellas tenían en posesión su propio carrito o bicicletas con canastas en los cuales depositaban los residuos recolectados. En caso de crear la asociación propuesta se podría continuar con este modelo de recolección ya que es una manera de transporte con la que los recicladores de base se encuentran familiarizados y con la que han dedicado su trabajo a través de los años, sin embargo, el volumen de material recuperado podría aumentar, por lo que una opción es la entrega de bicicletas con carretillas a las y los recicladores de base.

#### 5.4.4. Capacitación de comunidades en la separación de residuos.

La separación en la fuente es uno de los aspectos más importantes para que este escenario pueda ser viable. Por esto se requiere de un gran compromiso por parte de la municipalidad para lograr la concientización de las comunidades de los distritos de los cuales es responsable.

La razón por la que la separación en la fuente es de suma importancia se debe a la necesidad de cambiar la manera en la que actualmente los recicladores de base recuperan los residuos, que en muchos casos se hace mediante el rompimiento de las bolsas donde se encuentran todos los

residuos revueltos. Si se logra realizar la separación en la fuente de los materiales más importantes como plástico, vidrio y metales, la eficiencia de recolección y la valorización de los residuos sería mayor.

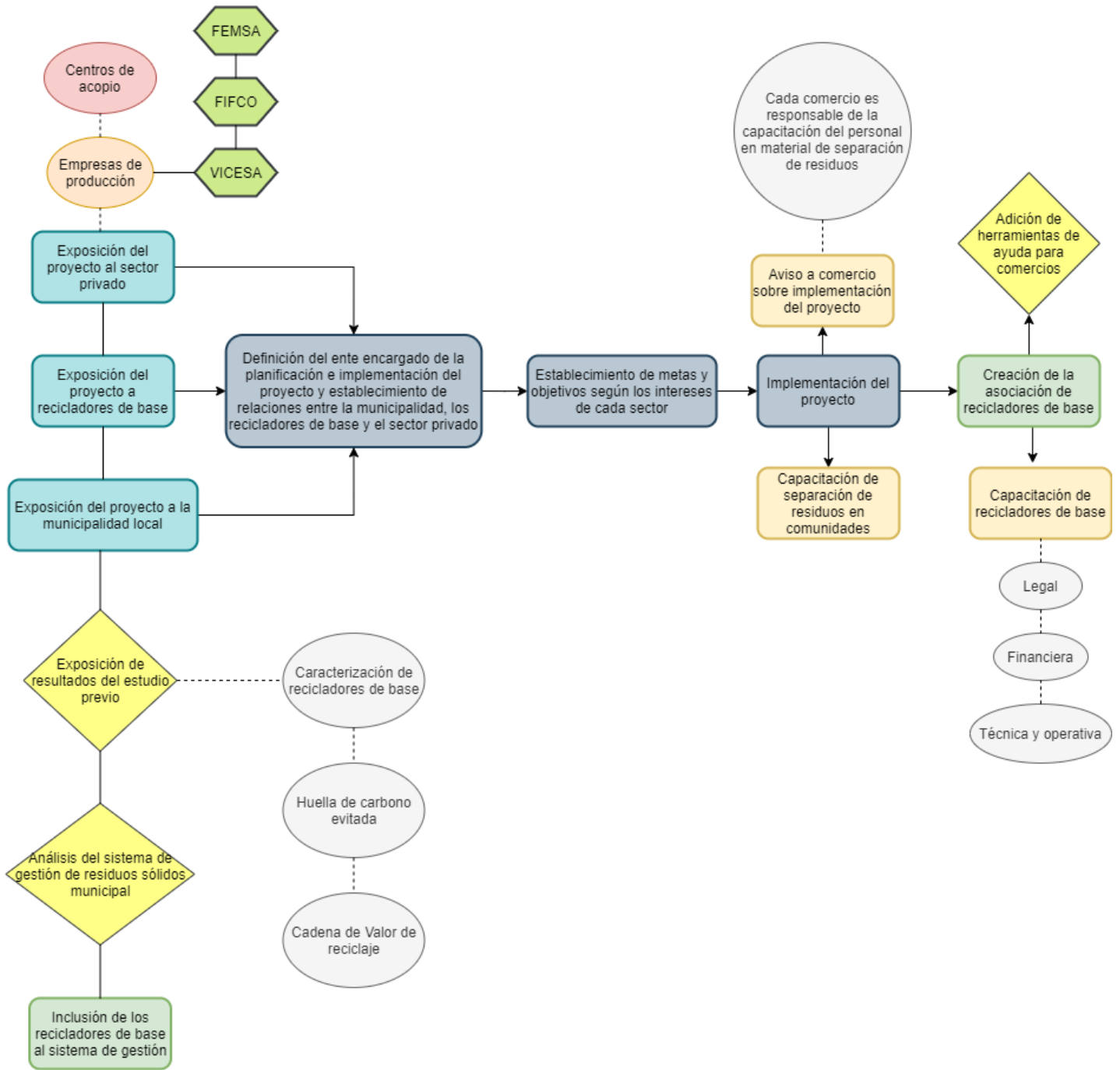
Este tipo de capacitación para la recolección selectiva puede empezar en ciertas comunidades para, poco a poco, establecer las rutas de recolección en las cuales trabajará la asociación de recicladores de base y además para que el volumen de trabajo de los encargados de brindar las capacitaciones sea viable.

#### 5.4.5. Herramientas de ayuda para el crecimiento de la propuesta

En la actualidad existen muchas herramientas tecnológicas que permiten a las personas una mayor facilidad en la solicitud de servicios tales como transporte o compra de servicios. Este tipo de tecnología podría ser de utilidad en la modernización de sistemas de recolección de residuos valorizables separados en la fuente, especialmente en comercios que generen una gran cantidad de estos.

Una opción es el uso de una aplicación para la solicitud del servicio de recolección de residuos, con los comercios como actores meta, ya que estos se diferencian de los hogares al generar una mayor cantidad de residuos y la aplicación facilitaría la preparación previa a la recolección de los residuos dando flexibilidad de horario que se ajuste a los requerimientos del comercio que solicita el servicio.

Diagramas del proceso para la implementación de la propuesta y cadena de valor.



**Figura 32. Diagrama del escenario propuesto para la inclusión de los recicladores de base dentro del mercado del reciclaje.**



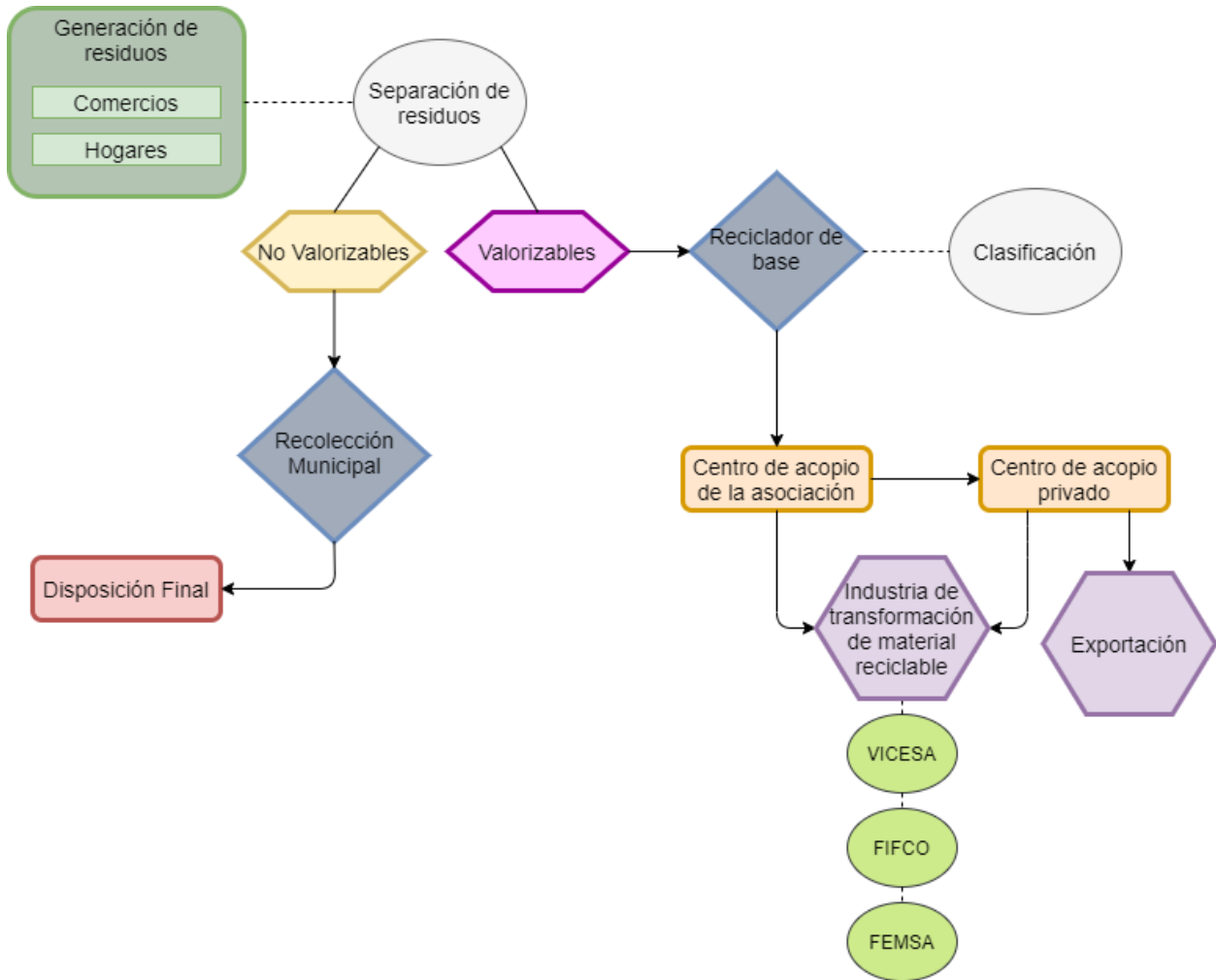


Figura 33. Cadena de valor según el escenario propuesto.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1. CONCLUSIONES

Este estudio demuestra la existencia y participación de recicladores de base en actividades de recolección informal de residuos, además este grupo presenta una gran variedad de características en cuanto a su educación, trabajo, género y cantidad de ingresos percibidos por la comercialización de materiales valorizables.

Los recicladores de base son actores importantes dentro de la cadena de la cadena de valor de residuos en el cantón central de Cartago al funcionar como intermediarios entre los centros de acopio y hogares y comercios que no realizan la separación de residuos en la fuente.

La cadena de valor del reciclaje inicia en la separación en la fuente, recolección, transporte, entrega a los centros de recuperación de residuos valorizables, tratamiento y entrega a las industrias de transformación. Se incluyen acciones de reúso y reciclaje. El aporte de las y los recicladores de base comprenden la recolección de los materiales valorizables de los hogares, comercios y otros hasta centros de acopio. El resto de la cadena de valor no incluye acciones con la participación de este grupo.

Actualmente en la cadena de valor, con la participación de los y las recicladoras, se observa la poca separación en la fuente en la mayoría de los hogares y comercios. Esta situación demuestra la falta de educación y concientización ambiental de todos las y los ciudadanos. La educación ambiental es, definitivamente, un pilar importante para mejorar la eficiencia de los procesos de recolección de materiales valorizables y reciclaje, para así aumentar los ingresos económico que pueden ser obtenidos mediante esta actividad por parte de ellos y ellas.

Existe un impacto positivo sobre la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de los residuos valorizables recuperados, tal y como se mostró en el ejemplo del centro de acopio Reciclaje El Molino. Este impacto positivo se podría visualizar más si se tomaran en cuenta los residuos entregados a otros centros de acopio del cantón central de la provincia.

En el país han existido proyectos sobre la formalización de los recicladores de base, como es el caso de ARELI, en Liberia, el cual lamentablemente, la municipalidad no continuó brindando su

apoyo, por lo que se demuestra la falta de inclusión de los recicladores de base a los sistemas de gestión de residuos y esto puede servir como aprendizaje sobre las necesidades que se requieren para asegurar el éxito del escenario propuesto para el caso específico del cantón central de la provincia de Cartago.

La incorporación de las y los recicladores de base en el mercado formal del reciclaje podría ayudar tanto al mejoramiento de su calidad de vida, así como a una cuantificación más exacta de GEI evitados gracias a la recuperación de materiales valorizables.

## 6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda que el gobierno local o una organización intermediaria realice todas las actividades pertinentes a la implementación de proyectos de inclusión laboral de los recicladores de base, en los sistemas de gestión de residuos. Esto podría lograrse mediante la interacción público – privada o apoyo desde el sector privado a través de la transferencia de recursos económicos o el desarrollo de convenios de comercialización de materiales.

En caso de existir planes piloto o proyectos locales para aumentar el reciclaje en el país, se recomienda acudir al grupo de las y los recicladores de base para la participación del proyecto, de esta manera se obtiene mano de obra experimentada y se mejora la calidad de vida de este grupo, posiblemente reduciendo la pobreza y aumentando el empleo formal.

Para la búsqueda de empresas privadas que pueden interesarse en el proyecto, se recomienda contactar aquellas que pueden tener algún beneficio de la actividad de las y los recicladores de base, además que puede ser parte de un asunto de Responsabilidad Social Corporativa. Empresas como FIFCO o FEMSA pueden ser claves al necesitar grandes cantidades de plástico y aluminio para recircular materiales en su producción. Además, VICESA es otra opción ya que, en el caso del vidrio, este puede ser reciclado en un 100% dentro de los procesos, reduciendo aún más emisiones al requerir una menor cantidad de materia prima virgen.

Se recomienda realizar investigaciones adicionales sobre la población de las y los recicladores de base en otras zonas de la provincia. De esta manera se posee información real de la cantidad de personas que pueden estar trabajando bajo la informalidad.

Se recomienda realizar investigaciones adicionales sobre la huella de carbono evitada en otros centros de acopio, y el análisis de ciclo de vida de los materiales recuperados, esta manera Cartago puede demostrar las ventajas de la separación de residuos y reciclaje del cantón.

Se recomienda realizar una evaluación económica sobre el costo beneficio asociado a la recuperación de residuos valorizables, en donde se incluya el transporte y disposición de los materiales

Se recomienda, además, una evaluación desde la perspectiva de la salud e higiene ocupacional para analizar de manera más detallada las condiciones en que laboran las y los recicladores de base, y de esta forma, mejorar esas condiciones dentro de los proyectos de inclusión laboral.

## 7. BIBLIOGRAGÍA

Abarca, L; Bogantes, B; Hernández, E. (2002). *Estudio Social y Económico de los Recuperadores del Botadero de Río Azul*. Tecnología en Marcha. 15 (4) 49-59.

ACEPESA; ALIARSE. (2013). Informe Final Proyecto de Inclusión Económica y Social de los Recicladores en Liberia.

Chacón, M. (2011). Recicladores de Costa Rica: Realidades y necesidades. Recuperado de [http://www.redrecicladores.net/backup/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=69:recicladores-de-costa-rica-realidades-y-necesidades&Itemid=93](http://www.redrecicladores.net/backup/index.php?option=com_k2&view=item&id=69:recicladores-de-costa-rica-realidades-y-necesidades&Itemid=93)

Chen, X., Geng, Y., Fujita, T. (2010). An overview of municipal solid waste management in China. *Waste Manage.* 30 (4), 716–724.

Couth, R., Trois, C. (2010). Carbon emissions reduction strategies in Africa from improved waste management: a review. *Waste Manage.* 30 (11), 2336–2346.

Dias, S. (2016). *Waste Pickers and Cities*. International Institute for Environmental and Development (IIED) 1-16. DOI: 10.1177/0956247816657302.

Demaria, F. (2015). *Contesting Urban Metabolism: Struggles Over Waste-to-Energy in Delhi, India*. *Antipode* 48. 293-313.

Gareis, M., Insua, M., & Ferraro, R. (2016). Incidence of recyclers in subhuellas of RSU and paper and cardboard. The case of Mar del Plata, Argentina. *ESTUDIOS SOCIOTERRITORIALES*, (19), 63-77.

Gómez-Correa, J. A., Agudelo-Suárez, A. A., Sarmiento-Gutiérrez, J. I., & Ronda-Pérez, E. (2007). *Condiciones de trabajo y salud de los recicladores urbanos de Medellín*. Colombia.

Olley, J., Rudín, V. (2016). Recicladores de base, eslabón fundamental de la cadena de valor del reciclaje. ISSN 1409 – 2014X. *Ambientico* 257, Artículo 2. 10 – 17. Recuperado de <http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/art/ambientico/257-10-17.pdf>

Marello, M; Helwege, A. (2014). *Solid Waste Management and Social Inclusion of Waste Pickers: Opportunities and Challenges*. Global Economic Governance Initiative.

Mavropoulus, A. (2016). *A Value Chain Analysis tool for informal recyclers*. Recuperado de: <https://wastelessfuture.com/a-value-chain-analysis-tool-for-informal-recyclers/>

Ministerio de Salud (2016). *Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021*.

Muthu, S. (2016). *The Carbon Footprint Handbook*. New York. USA: Taylor & Francis Group.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2013). Informe V: El desarrollo sostenible, el trabajo decente y los empleos verdes. Conferencia Internacional del Trabajo, 102.ª Reunión. Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra –Suiza.

REDNICA. (2014). Informe Final: Caracterización Socioeconómica y de Salud de Personas Recicladoras en centros urbanos, vertederos principales de basura de todas las ciudades cabeceras departamentales en Nicaragua.

Vásquez, R. ALIARSE. Comunicación personal. 20 de mayo del 2020.

Scheinberg, A. (2011). *Value Added: Modes of Sustainable Recycling in the Modernisation of Waste Management Systems*.

Scheinberg, A. (2012). *Informal sector integration and high performance recycling: evidence from 20 cities. Women in Informal Employment Globalizing and Organizing*

(WIEGO) Working paper (Urban Policies). Recuperado de [wiego.org/sites/default/files/publications/files/Scheinberg\\_WIEGO\\_WP23.pdf](http://wiego.org/sites/default/files/publications/files/Scheinberg_WIEGO_WP23.pdf)

Scheinberg, A; Simpson, M. (2015). *A Tale of Five Cities: Using Recycling Frameworks to Analyse Inclusive Recycling Performance*. Waste Manage & Research.

Spies, S; Scheinberg, A. (2010). *Key Insights on Recycling in Low- and Middle- Income Countries, From the GTZ/CWG Informal Sector Study*. Solid Waste Management in the World's Cities.

Viglizzo, E. (2010). *Huella de carbono, ambiente y agricultura en el cono sur de Sudamérica*. Montevideo. Uruguay: PROCISUR.

Wilson, D; Costas V; & Chris, C. (2006). *Role of the Informal Sector Recycling in Waste Management in Developing Countries*. Habitat International, no. 30: 797-808.

Wilson, D; Cheeseman, C; Shaker, B; Stretz, J. (2016). *Applying Value Chain Analysis to Informal Sector Recycling: A Case Study of the Zabaleen*. Resource Conservation and Recycling 144. 80-91.

# ANEXOS



## ANEXO 1. ENCUESTA REALIZADA A LOS RECICLADORES DE BASE

### Características de los Recicladores de Base

- Género:  
 Masculino                       Femenino                       Otro
  
- Edad:  
 menos de 15 años.       15 a 20 años.       21 a 25 años.                       25 a 30 años.  
  
 31 a 35 años                       36 a 40 años.       41 a 50 años.                       51 a 60 años.
  
- Estado civil:  
 Soltero.                       Casado.                       Separado.                       Unión libre.
  
- Escolaridad:  
 Tercer grado de escuela concluido                       Sexto grado de escuela concluido  
 Noveno año                       Bachillerato                       Técnico                       Universidad
  
- Lugar de residencia: \_\_\_\_\_.
  
- Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_.
  
- ¿Es usted el responsable económico de la familia?                       Sí.                       No
  
- ¿Cuántos miembros componen su familia? \_\_\_\_\_.
  
- ¿Cuántos años tiene trabajando en la recolección de residuos? \_\_\_\_\_.
  
- ¿Posee otro trabajo además de la recolección de residuos?                       Sí.                       No.

- ¿Posee otras habilidades de trabajo o experiencia?  Sí.  No.  
¿Cuál (es)? \_\_\_\_\_.
- ¿Cuántos días a la semana se dedica a la recolección de residuos? \_\_\_\_\_.
- ¿Cuántas horas a la semana le dedica a la recolección de residuos? \_\_\_\_\_.
- ¿Se dedica a la recolección de residuos únicamente en la noche?  Sí.  No.
- ¿Cuál es aproximadamente su ingreso económico semanal? \_\_\_\_\_.
- ¿Cuáles materiales recolecta?  Papel y Cartón  Plástico  Aluminio  
 Otros Metales  Tetrabrick  Vidrio
- ¿Dónde entrega los materiales recolectados? \_\_\_\_\_.
- ¿Usted posee algún tipo de adicción? \_\_\_\_\_.  
¿Cuál? \_\_\_\_\_.
- ¿Sufren de alguna enfermedad? ¿Cuál? \_\_\_\_\_.

## ANEXO 2. ENCUESTA REALIZADA AL CENTRO DE ACOPIO

### Información de los centros de acopio sobre recicladores de base

En los alrededores del cantón central de la provincia de Cartago existe un grupo de personas dedicadas de manera informal a la selección y recolección de residuos sólidos, esto para una consecutiva reutilización o venta de estos. Los centros de acopio y negocios afines juegan un papel fundamental, debido a que estos son los principales lugares a los que este grupo opta para entregar los residuos valorizables recolectados. La siguiente encuesta, desarrollada en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, tiene como fin identificar la cantidad y tipo de materiales que este grupo informal hace entrega. Deseamos invitarles a colaborar en esta encuesta, la cual es anónima y se utiliza con fines netamente académicos.

**Nombre del centro:** \_\_\_\_\_.

**Nombre del entrevistado:** \_\_\_\_\_.

**¿Autoriza utilizar el nombre en la investigación?**  Sí  No

- ¿Llegan recolectores informales a entregar residuos valorizables a este lugar?  Sí  No  
¿Cuántos? \_\_\_\_\_.

- ¿Puede decir cuántos hombres y cuántas mujeres entregan residuos? \_\_\_\_\_H \_\_\_\_\_M.

- ¿Sabe usted cómo podría encontrar a algunos de los recolectores informales que entregan residuos \_\_\_\_\_ en \_\_\_\_\_ este \_\_\_\_\_ lugar?  
\_\_\_\_\_.

- ¿Cuánta cantidad de los materiales que se indican a continuación son entregados por los recolectores informales?

Papel y cartón: \_\_\_\_\_.

Plástico: \_\_\_\_\_.

Aluminio: \_\_\_\_\_.

Otros metales: \_\_\_\_\_.

Vidrio: \_\_\_\_\_.

Otros materiales: \_\_\_\_\_.

Tetrabrick: \_\_\_\_\_.

\*Recordar unidad de tiempo.

- ¿Cada cuánto vienen a entregar residuos? \_\_\_\_\_.
- ¿A qué hora vienen a entregar residuos? \_\_\_\_\_.
- ¿Qué días vienen a entregar residuos?  L       K       M       J       V  
 S
- ¿Cuánto pagan por cada tipo de residuo?

Papel y Cartón: \_\_\_\_\_.

Plástico: \_\_\_\_\_.

Aluminio: \_\_\_\_\_.

Otros metales: \_\_\_\_\_.

Vidrio: \_\_\_\_\_.

Otros materiales: \_\_\_\_\_.

Tetrabrik: \_\_\_\_\_.