



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN COMPLEXIVO**

**TEMA: "LA LOGÍSTICA EN LOS MODELOS DE TRANSPORTE DE DESECHOS  
SOLIDOS EN MILAGRO"**

**Autor: SATIAN QUISHPI ALEX DAVID**

**Acompañante: ING. BALON RAMOS ISABEL DEL ROCIO**

**Milagro, Septiembre 2017  
ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, **Satián Quishpi Alex David** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación - Examen Complexivo, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática "**Productividad en el modelo de transporte de recolección de desechos sólidos en Milagro**" del Grupo de Investigación **calidad, productividad y energías renovables** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social De Los Conocimientos, Creatividad E Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 25 días del mes de Septiembre del 2017

Firma del Estudiante

Nombre: **Satián Quishpi Alex David**

CI: **0940932643**

## **APROBACIÓN DEL ACOMPAÑANTE DE LA PROPUESTA PRÁCTICA**

Yo, **Balon Ramos Isabel del Rocio** en mi calidad de acompañante de la propuesta práctica del Examen Complexivo, modalidad presencial, elaborado por el estudiante **Satián Quishpi Alex David** ; cuyo tema es: **“La logística en los modelos de transporte de desechos sólidos en Milagro”**, que aporta a la Línea de Investigación **Desarrollo y Administración de la Producción** previo a la obtención del Grado de **Ingeniero Industrial**; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen Complexivo de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 12 días del mes de Septiembre de 2017.



Firma del Acompañante

Nombre: **Balon Ramos Isabel del Rocio**

CI: **0910136191**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:  
Isabel del Roto Balón Ramos, Miguel Francisco  
Arón Guerrero y Carmen Saffari Hernández Domínguez

Luego de realizar la revisión de la propuesta práctica del Examen Complexivo, previo a la obtención del título (o grado académico) de ing. Industrial presentado por el (la) señor (a/ita) Safian Purihi, Alex David

Con el título:

La logística en los modelos de transporte de desechos sólidos en Milagro

Otorga al presente la propuesta práctica del Examen Complexivo, las siguientes calificaciones:

MEMORIA CIENTÍFICA	[91,33]
DEFENSA ORAL	[4,67]
TOTAL	[96]
EQUIVALENTE	[4,67]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) Aprobado.

Fecha: 25 de 09 del 2017.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente	<u>Isabel Balón</u>	<u>[Firma]</u>
Vocal 1	<u>Miguel Arón</u>	<u>[Firma]</u>
Vocal 2	<u>Carmen Hernández</u>	<u>[Firma]</u>

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación fue realizado con esmero esfuerzo y sacrificio de parte del autor, por tal motivo dedico este trabajo a mis queridos padres.sr. José Edilberto Satián Agualsaca y María Rosa Quishpi Satián.

Quienes con bondad, amor y sacrificio me han dado todo el apoyo necesario, en especial un profundo agradecimiento a mi madre, ella y sus consejos, valores, y sin dejar de lado la humildad siempre apoyándome y no dejándome caer, me han guiado a ser lo que soy, me ha impulsado a querer seguir triunfando y así lograr la meta más deseada que es un orgullo para mi familia, amigos y para mí, ser un hombre de bien con principios y valores un profesional en la rama de la ingeniería.

De igual manera no puedo dejar aparte el dedicarle este trabajo a mi novia quien de una u otra manera me ha apoyado a lo largo de los años de mi carrera brindándome sus consejos apoyándome que debo seguir y superándome no para otros si no para mí mismo que con trabajo y esfuerzo lo he logrado.

*Satián Quishpi Alex David*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, por ser el creador y darme la vida, darme un propósito y no dejarme caer en los vicios de la vida dándome su aliento para poder seguir adelante.

A mi madre que con su apoyo incondicional me ha guiado a ser lo que soy, siempre pendiente de mí y de cómo estoy y haciéndome preguntas, como vas con el estudio, tienes deberes, cursaste de semestre etc. atenta de mí en todo momento y no dejándome desfallecer.

A mi padre que aunque no esté con nosotros porque trabaja lejos y viaja a menudo me llama para decirme tú puedes lograrlo, dándome fuerzas a la distancia para lograr mi meta.

A mi hermano José Luis y mis hermanas, Carolina & Sofía, quienes de alguna u otra manera me decían que yo puedo lograr todo en la vida si me lo propongo.

A mi novia Jennifer por su apoyo incondicional en todo momento en los buenos y malos ratos enseñándome que la vida no es fácil y para lograr lo que uno se propone hay que luchar arduamente para conseguirlo.

Quiero agradecer a mi tutor de proyecto quien con su conocimiento me ha guiado para poder culminar el mismo, ha habido errores, fallas y sus respectivas correcciones, cosas que uno aprende equivocándose pero que he sabido acatar las distintas observaciones y así poder culminar lo que empecé.

*Satían Quishpi Alex David*

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR.....	II
APROBACIÓN DEL ACOMPAÑANTE DE LA PROPUESTA PRÁCTICA.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR .....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE CUADROS.....	IX
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
MARCO TEÓRICO .....	5
CONCLUSIONES.....	14
BIBLIOGRAFÍA .....	16

## INDICE DE FIGURAS

Fig.1 Contenedores con sensores de capacidad.....	pág. 11
Fig.2 Ejemplo de logística inversa.....	pág. 13

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de residuos sólidos urbanos y residuos sólidos especiales....pág.  
12.

Cuadro 2. Clasificación de residuos sólidos urbanos y residuos sólidos especiales  
agregando valor a la cadena..... pág. 12

**TEMA: “LA LOGÍSTICA EN LOS MODELOS DE TRANSPORTE DE DESECHOS SÓLIDOS EN MILAGRO”**

**RESUMEN**

El presente trabajo de revisión de lectura aborda la temática de **productividad en el modelo de transporte de recolección de desechos sólidos en Milagro**, en donde los diferentes autores, analizados en el presente documento, abordan el tema desde el punto de vista de la variable: **logística y modelos**, en la cual cada uno de ellos nos exponen su logística del sistema de recolección de desechos sólidos y las mejoras de estas, como sabemos el manejo inadecuado de los residuos sólidos son uno de los problemas más complejos que enfrentan los municipios, mientras la población crece, sus desechos aumentan debido al acelerado crecimiento del mismo, la logística que realizan en otros países nos ayudan a tener ideas de como formular un modelo para nuestra ciudad. El Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente, en abril del año 2010, crea el Programa Nacional Para La Gestión Integral De Desechos Sólidos (PNGIDS), con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador. Revisando la literatura de alguno autores del presente documento podemos decir que uno de los modelos logísticos que mayor impacto tiene es el modelo de logística inversa la cual consiste en la recogida, inspección, clasificación y la recuperación adecuada de los desechos, con el objetivo de manejar y resolver eficazmente de acuerdo a una logística apropiada, de igual manera el estudio de puntos claves como lo es la zonificación y el enrutamiento nos ayudan a realizar mejor el trabajo de recolección en menor tiempo y con una mayor efectividad optimizando el transporte y minimizando los costos que incurren en esta. Para finalizar como resultado tenemos un modelo de logística inversa implementado en la recolección de los desechos sólidos estable y duradera con un ahorro económico considerable para la ciudad, este modelo está expuesto a mejoras en el futuro de acuerdo a la necesidad y el crecimiento de la población.

**PALABRAS CLAVE:**

Logística, Residuos sólidos, Optimización de transporte.

**TITTLE: "LOGISTICS IN THE MODELS OF TRANSPORT OF SOLID WASTE  
IN MILAGRO"**

**ABSTRACT**

The present work of reading review addresses the thematic of **productivity in the model of transport of solid waste collection in Milagro**, where the different authors, analyzed in the present document, approach the subject from the point of view of the variable: **logistics and models**, in which each of them expose us their logistics of the solid waste collection system and the improvements of these, as we know the inadequate management of solid waste are one of the most complex problems facing the municipalities, while the population grows, waste increases due to accelerated growth, logistics in other countries help us have ideas on how to formulate a model for our city. The National Government, through the Ministry of the Environment, in April 2010, created the National Program for Integral Solid Waste Management (PNGIDS), with the primary objective of promoting the management of solid waste in the municipalities of Ecuador. Reviewing the literature of some authors of this document we can say that one of the logistic models that have the greatest impact is the reverse logistics model, which consists of the collection, inspection, classification and adequate recovery of the waste, with the aim of managing and to solve efficiently according to an appropriate logistics, likewise the study of key points such as zoning and routing help us to better perform the collection work in a shorter time and with a greater effectiveness, optimizing the transport and minimizing the costs that incur this. To finish as a result we have a reverse logistics model implemented in the collection of stable and durable solid waste with considerable economic saving for the city, this model is exposed to future improvements according to the need and growth of the population.

**KEYWORDS:**

Logistics, Solid Waste, Transportation optimization.

## INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de residuos sólidos y de por si su logística son unos de los problemas más complejos con que se enfrentan los municipios no solo en el Ecuador sino también en el resto del mundo, el incremento de los desechos debido al acelerado crecimiento de la población del Ecuador hacen que los desechos aumenten y su logística sea compleja, una buena logística inicia desde la recolección pasando por el transporte hasta que finaliza con una buena gestión del manejo y depósito de los desechos.

En el artículo 55 del COOTAD (Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización) establece que los GADM (Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales), son los responsables directos del manejo de sus desechos por consiguiente los municipios crearon unidades para proveer el servicio de recolección a través de las comisarias municipales.

Por lo tanto el transporte y la recolección de los residuos sólidos es responsabilidad directa de los GADM, una vez mencionado esto se toma acción mediante el programa PNGIDS, quien controla e impulsa la buena gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador.

Conforme pasan los años el costo de transporte y recolección de los desechos aumentan así como el porcentaje total del presupuesto, incluidos los costos de mano de obra para la recolección transporte y logística en general.

Debido a que es una actividad de alto costo es necesario justificar esta inversión en términos de viabilidad ambiental, tecnológico y económico, es importante el nivel de eficiencia que se debe alcanzar por tal motivo se optimiza la gestión en la recolección de residuos, sobre todo gestionar las redes de enrutamiento para la recolección y transporte de los diferentes tipos de residuos.

Diversos modelos de optimización aplicados a diferentes GRSM se pueden encontrar en la literatura. Varios estudios han optimizado las operaciones concernientes al enrutamiento para la gestión de los residuos. (Tan, Lee, Hashim, Ho, & Lim, 2014)

En el trabajo de investigación del titular (Ferri, Diniz Chaves, & Ribeiro, 2015) propone una red de logística inversa, la gestión de la cadena de suministro inversa consiste en la recolección, inspección, clasificación y la recuperación adecuada de los productos que fueron utilizados por los consumidores, todo esto con el objetivo de manejar y resolver eficazmente un conjunto de actividades y problemas tales como: un diseño de red para determinar el número y la ubicación de las instalaciones, conocer que cantidad de producto fluye entre los puntos de recolección, realizar la debida gestión para la reutilización de los residuos previamente clasificados, de manera que se incluya a los recicladores informales como parte del proceso y gestión del municipio.

Como el modelo que realizo (Bonomo, Durán, Larumbe, & Marengo, n.d.) En la cual se utiliza contenedores de 1000 L para su recolección ubicados estratégicamente en zonas en donde cada residente deposita sus residuos, en este caso el carro recolector realiza el transporte por las rutas indicadas de los contenedores mas no iría de casa en casa.

De esta manera se minimiza y se ahorra el costo recolección, transporte, y las emisiones de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) al medio ambiente. El objetivo principal fue la búsqueda y asignación de las instalaciones de recolección y recuperación de materiales y fomentar la inclusión de los recicladores informales.

## MARCO TEÓRICO

La alta tasa de crecimiento de la población en los últimos años ha generado preocupación tanto local como mundialmente, la gran cantidad de desechos sólidos municipales representan una amenaza para la salud y la calidad de vida de los seres humanos. (Pandey, Sharma, & Nathawat, 2012).

La gran cantidad de desechos sólidos son un problema para la sociedad más aun desde el punto de la logística, empezando desde su recolección hasta su almacenamiento, la cantidad de desechos sólidos ha aumentado considerablemente que buscar o implementar un sitio disponible que cumpla con los parámetros correctos de un buen relleno sanitario se ha vuelto muy difícil debido al crecimiento acelerado de la población y el consumo masivo que genera el mismo. (Dong et al., 2014).

Así como el caso de Estados Unidos en la cual los costos de recolección siguen creciendo por el alto crecimiento de sus ciudadanos y en consecuencia el acelerado consumo de estos, los costos de la recolección superan a los costos de la eliminación definitiva; Los costos de recolección oscilan entre el 40 y el 60% de los costos del sistema de gestión de residuos sólidos, por tal motivo se desarrolla un sistema de recolección eficiente de residuos para así poder mantener bajos dichos costos de la gestión de los residuos. ("5 Municipal Solid Waste Collection 5.2.1 CHARACTERIZATION OF WASTES," n.d.).

Un estudio realizado en el municipio Millburn, New Jersey, menciona sobre cómo se mejoró el modelo logístico de recolección de los desechos y es que la gestión de ellos fue dividir en área en tres secciones en donde se recoge los residuos dos veces a la semana utilizando hasta cuatro camiones, adicionalmente utilizo datos como número de viviendas por calle y las distancias entre intersecciones, estas se obtienen desde Google Earth. Por ultimo con la ayuda de un software comercial se adquieren las rutas óptimas para cada uno de los camiones. Los resultados de este estudio de optimización dan como resultado una mejora considerable en los procedimientos de recogida, una vez finalizado el estudio fue propuesto para el municipio de Millburn, NJ. (K.A. Filipiak, Abdel-Malek, Hsieh, & Meegoda, 2009).

Un nuevo sistema logístico de recolección residencial se implementó en Buenos Aires esta implementación requiere que los residentes depositen sus desechos en contenedores que tienen una capacidad de 1000L. Esta idea lleva a reemplazar el comúnmente tachos de basura doméstico con uno de mayor capacidad y eficiencia para su recolección, todo esto para ser eficientes ya que estos recipientes de 1000 litros de capacidad se encuentran distribuidos estratégicamente por toda la ciudad. Cuando el vehículo sale de la estación a realizar la recolección respectiva este ya tiene asignado su ruta y sus contenedores de desechos a recoger, una vez realizado el recorrido respectivo se dirige a la estación de transferencia en donde deposita los residuos recogidos. Ya en la estación de transferencia la basura es compactada antes de ser transportada por vehículos más grandes hasta el sitio de disposición final ubicado fuera del área urbana (Bonomo et al., n.d.).

Según (Hannan, Arebey, Begum, & Basri, 2011) aplica un sistema de tecnología llamado RFID (integración de la radiofrecuencia de identificación), tecnología muy emergente en el campo de la logística la cual consiste en dar monitoreo de los camiones, analizando fecha y hora de recogida de residuos, cantidad de residuos, número de viajes etc., toda esa información se almacena para el monitoreo y luego poder realizar las respectivas actividades de gestión y mejoramiento, Los resultados de aplicar este sistema mostraron el porque del rendimiento de los países desarrollados de utilizar un sistema estable de alta viabilidad y validez.

Para (Rovetta et al., 2009) La utilización de una red de contenedores sensorizados para dar monitoreo a la recolección, es de mucha importancia ya que de esta manera se puede realizar una buena logística y gestión de la misma, uno de los aspectos claves es monitorear la cantidad de residuos totales producidos en cada punto de recogida y la identificación de cada tipo de material. Toda la información registrada mediante los sensores se encuentra en el servidor de monitorización central en la cual evalúa estos datos para el análisis, dando como resultado mejoras en la optimización, tales como rutas para los vehículos de recogida, tipo de camión a utilizar, tiempo de recogida etc.

Para (Das & Bhattacharyya, 2015) La gestión de residuos es una actividad multidisciplinaria que incluye Generación, separación de fuentes, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y recuperación y, por último pero no menos importante que el de la disposición final.

Según (Ogundipe FO & Jimoh OD, 2015) en su estudio del tratamiento de residuos sólidos establece un sistema que da el límite de las alternativas de tratamiento como (vertederos, compostaje, incineración y reciclaje).

Existen tres tipos principales de recogida de residuos: residencial, Comercial e industrial (Perkoulidis, Papageorgiou, Karagiannidis, & Kalogirou, 2010).

La recolección residencial sirve a hogares privados; un solo camión de basura puede dar servicio de 100 a 100 residencias, la recolección comercial proporciona o da servicio a clientes como centros comerciales, edificios restaurantes que se le asignan un lapso de recogida puede dar servicio entre 60 y 400 clientes, por último la recolección industrial tiene como objetivo grandes industrias como constructoras, obras, grandes proyectos de construcción. (Bonomo et al., n.d.). Según la complejidad y las diferentes características del problema, se toman en consideración varios tipos de vehículos para la recolección y el transporte. (Thiruvengadam, Krishnamurthy, & Gautam, n.d.).

El diseño de sistemas eficientes de recolección se convierten en prioridad para gobiernos locales de las principales ciudades alrededor del mundo debido a las preocupaciones sobre la contaminación, así como el costo para los sistemas de transporte operación y ,mano de obra, las distintas técnicas para optimizar las rutas de los vehículos de recolección de residuos.(Batoool & Chuadhry, 2009).

Existe una literatura considerable sobre la optimización de la recolección de desechos sólidos, que abarca toda una gama de problemas sobre el tema.(Cumar & Nagaraja, 2011)

Male y Liebman (1978) citado por (Bonomo et al., n.d.) Establecieron uno de los primeros algoritmos diseñados para generar simultáneamente la zonificación y el enrutamiento para un sistema de recolección de basura, este estudio presenta un algoritmo de programación dinámica que en si genera horarios flexibles o en si dinámicos para maximizar el nivel de servicio.

Según el COOTAD es su artículo 55 establece que los GADM (Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, son los responsables directos del manejo de sus desechos por consiguiente los municipios crearon unidades para proveer el servicio de recolección a través de las comisarias municipales.(COOTAD, 2014).

El Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente, en abril del año 2010, crea el PROGRAMA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS (PNGIDS), con el objetivo primordial de impulsar la gestión de los residuos sólidos en los municipios del Ecuador, Adicionalmente según el censo de la población del Ecuador del año 2010 era de 14.483.499 millones de habitantes, registrándose que un 77% de los hogares elimina la basura a través de carros recolectores y el restante 23% la elimina de diversas formas, como por ejemplo botándolo a terrenos baldíos o quebradas, la quema, la entierra, la deposita en ríos sequias o canales, etc. (Ministerio del Ambiente, 2015).

Actualmente investigadores y profesionales se centran en las cadenas de suministro de circuito cerrado que comprenden tanto (hacia delante cadena de suministro y la cadena de suministro inverso. (Aras, Aksen, & Tuğrul Tekin, 2011).

“Logística inversa es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados en información relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente y los más económica posible, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución. Se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como de los procesos de retorno del material.” (Rosas L et al. 2009).

Según (Ferri et al., 2015) propone una red de logística inversa en la cual realiza la función de gestionar la recolección de desechos sólidos municipales, de manera que los desechos recolectados se reciclen de la mejor manera es decir reusarlo, incluyendo a los recicladores informales como requisito legal del municipio. El estudio tuvo objetivos muy importantes cómo lo es la búsqueda y asignación de las distintas instalaciones de recolección y recuperación de materiales (IRRM), como principal función, de dónde provienen los desechos, lugares donde se realiza la reutilización y la inclusión de las distintas asociaciones o cooperativas de recicladores, la principal contribución de esta red es reducir el costo del transporte permitiendo la recogida de puerta a puerta por los recicladores, quienes estos a su vez llevan los desechos a su punto de recolección es decir a IRRM.

La red logística inversa del (IRRM) propuesta se divide en tres etapas, en la primera etapa se genera la (IRRM), una vez realizado esta etapa procede a la siguiente etapa,

encargada de la clasificación de los materiales que traen de los residuos previamente recolectados, por último la tercera etapa consiste en buscar las distintas maneras para su reutilización, en este caso empresas de reciclaje o implementar diversos medios para su disposición final, como generadores de energía a partir de la incineración, también la eliminación adecuada de los desechos que no se pueden reciclar, estas a su vez se puede desechar en un relleno sanitario (Ferri et al., 2015).

## DESARROLLO

La logística en la recolección de desechos sólidos ha sido muy ineficiente desde hace muchos años atrás no solo en el Ecuador sino también en el resto del planeta, causando problemas como, realizar el buen manejo de los residuos sólidos, el transporte y por ende la disposición final de los mismos. Esto nos lleva a que si no hay una buena gestión de recolección, el costo del mismo se incrementa ya sea por el número de viajes que realiza el recolector, o el número de recolectores que se utilizan, causando el incremento de CO<sub>2</sub> emitido por los recolectores.

La logística para un programa de recolección muchas veces requiere de contenedores de almacenamiento de residuos sólidos específicos, los recipientes donde serán almacenados tienen que ser los correctos para los vehículos que lo transportaran a su destino final. Por ejemplo un cantón decide utilizar camiones compactadores en ciertos barrios, por lo tanto los residentes tendrán que colocar sus desechos en contenedores que se acoplen al vehículo de recogida, es decir a sus dispositivos de elevación y estos contenedores deben ser manejables, resistentes y duraderos.

Algunos municipios limitan el tamaño de las latas, tantos Gal/Lt por un total máximo de peso, pero si se utilizan bolsas de plástico como lo hacen muchos programas de recolección, estas no tiene que ser vaciadas y devueltas a las aceras solo hay que depositarlas en los contenedores, por ende son más rápidas para su recolección que el de los depósitos de latas. Así como también hay muchas ciudades que prohíben el uso de otros contenedores ya que podrían ser complicados de maniobrar y además de causar lesión al trabajador, así como también limitan el número total de recolectores en una sola residencia.

La utilización de contenedores con sensores estudiados en un artículo presente en el documento, realiza la función de detectar qué tipo de desechos ingresan al contenedor, así mismo cuando este se llene a capacidad emitirá una señal al centro de logística, la cual los recolectores irán por él, de esta manera se realizan recorridos inteligentes. Fig.3



*Fig.1 Contenedores con sensores de capacidad*

La recolección de desechos debe ir de la mano de una buena gestión es decir su logística tiene que ser óptima.

Una logística óptima requiere de una investigación profunda tanto del lugar de recolección, habitantes que existen en el lugar, tipo de desperdicio que emiten, población, número de domicilios de tal forma que con la información brindada ayude a reducir el tiempo de recorrido por punto de recolección, tipo de contenedor a utilizar el tipo de vehículo, mejorar el tiempo que se tarda en la recolección maximizando la eficiencia el transporte y optimizando recursos.

El sistema tecnológico llamado **RFID**, ayuda enormemente en el campo de la logística ya que al instalar este sistema en los camiones recolectores analiza fecha, hora, kilogramos de residuos recogidos, ruta de recorrido, tiempo. Gracias a esa información recogida da un enfoque más amplio de cómo se está realizando la gestión y cómo se puede mejorar, de acuerdo al sistema proyectándose a seguir implementando mejoras y mejorando el rendimiento, siendo este sistema muy viable y efectivo.

Según El COOTAD en su primera edición publicada en febrero 2011, establece en el artículo 55 literal d, que los GADM son responsables directo del manejo de sus desechos, por consiguiente los GADM parte de ahí para proveer del servicio de recolección a través de las comisarias municipales. Luego para impulsar la gestión y

logística de los residuos sólidos en el Ecuador se crea el PNGIDS en abril del año 2010.

GENERACIÓN	RECOLECCIÓN Y BARRIDO	TRANSFERENCIA Y APROVECHAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
Residuos sólidos urbanos(residenciales, industriales y comerciales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estandarización de servicios de aseo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GADs grandes: plantas de separación.</li> <li>○ GADs medianos pequeños y micros: aprovechamiento y reciclaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GADs grandes y medianos: Rellenos sanitarios y manejo técnico y lixiviados</li> <li>○ GADs pequeños y micros: Rellenos sanitarios mancomunados</li> </ul>
Residuos sólidos especiales(peligrosos, escombros y hospitalarios)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recolección de escombros.</li> <li>○ Recolección especializada de residuos peligrosos y hospitalarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aprovechamiento de escombros como material pétreos en obras viales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementación y operación de escombreras.</li> <li>○ Celdas de seguridad operativas.</li> </ul>

Cuadro 1. Clasificación de residuos sólidos urbanos y residuos sólidos especiales.

El PNGIDS (Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos) agrega valor a la cadena bajo los siguientes parámetros.

GENERACIÓN	RECOLECCIÓN Y BARRIDO	TRANSFERENCIA Y APROVECHAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
Residuos sólidos urbanos(residenciales, industriales y comerciales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ A pie de vereda.</li> <li>○ Contenerización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Existe aprovechamiento de PET, papel y cartón en los GADs grandes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El 80 % de los residuos se disponen en botaderos, el 20 % en rellenos sanitarios.</li> </ul>
Residuos sólidos especiales(peligrosos, escombros y hospitalarios)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Escombros se recogen por medio de volquetas</li> <li>○ Peligrosos y hospitalarios se recogen una vez por semana generalmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ En los GADs grandes se hace tratamiento de residuos hospitalarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ En los GADs grandes existen celdas de seguridad y escombreras.</li> </ul>

Cuadro 2. Clasificación de residuos sólidos urbanos y residuos sólidos especiales agregando valor a la cadena

La finalidad del proyecto está en mejorar la calidad de vida y realizar una logística más apropiada sobre el manejo de los residuos, con metas para el 2017 de reducción y aprovechamiento de los residuos, de manera que la recolección y barrido sea llegar a un 60% en lo rural y un 90% en lo urbano frente al 40% en lo rural y un 67% en lo urbano de la actualidad, todo esto con la finalidad de cambiar la situación actual.

Según (Bonomo et al., n.d.) Al implementar un sistema logístico de recolección se debe tomar en cuenta aspectos importantes como el tipo de contenedores a utilizar, ya sea por su tamaño o por su material.

Al reemplazar los tachos de basura que comúnmente tiene cada familia por fundas de plástico, se obliga a que cada familia clasifique sus propios desechos en casa, cuando el recolector pasa por las rutas de recolección se lleva los contenedores hacia el depósito de clasificación en donde se encuentra el personal que se encarga de la reutilización de estos materiales.

De esta manera es mucho más fácil y dinámico para el reciclador haciendo que el sistema logístico previamente estudiado y puesto en práctica funcione de manera eficiente.

Una red de logística inversa es lo ideal en esta investigación ya que realiza la función de gestionar todo tipo de desechos sólidos empezando con la recolección, inspección, clasificación y finalizando con la recuperación adecuada de los productos que fueron utilizados por los consumidores.

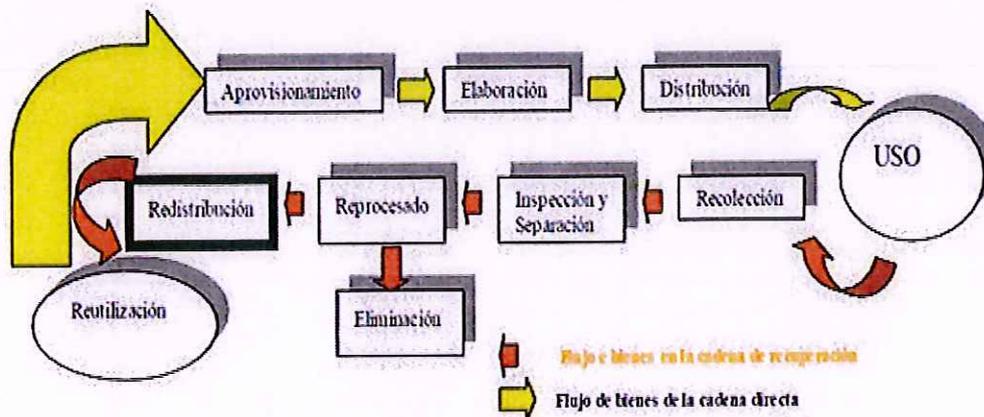


Fig. 2 ejemplo de logística inversa

Fuente: Jesús de la Vega de Jesús Ludwig. (2013, Abril 25).

## CONCLUSIONES

Desde que el COOTAD establece que los municipios son los responsables directos de los desechos de la población, los GADM toman acciones al respecto, y para realizar el debido control se crea el programa PNGIDS en el 2011, el cual impulsa tal gestión para que se cumpla con lo establecido con el programa, con la finalidad de realizar un buen manejo y depósito de sus desechos y no arrojarlos a cielo abierto como se lo ha venido realizando desde hace muchos años atrás.

Como se ha mencionado, el aprovechamiento actual de los residuos es mínimo en todas las etapas de la cadena de tránsito de estos, por tal motivo el programa PNGIDS se encargó de agregar valor a la cadena bajo algunos parámetros.

La logística inversa además de ser una necesidad es una oportunidad para aumentar la cantidad y calidad del material reciclado del Ecuador. Esta logística permite a los municipios mantener una relación más estrecha con su pueblo y con el medio ambiente al darle un nuevo uso a los desechos de la población.

La logística en la recolección de desechos no solo es recoger y llevar el producto, interviene mucho más que eso. La buena gestión logística incluye el transporte de entrada o de salida de los barrios en donde se va a recolectar, la gestión de la flota a utilizarse, el almacenamiento adecuado para cada situación, el distinto manejo de materiales y la preparación de dichos materiales antes de ser llevados. Todo esto conlleva una buena planificación de la red logística.

Una buena cadena de gestión logística empieza con la implementación de contenedores en una zona asignada es decir un centro de acopio, estos llevan dos compartimentos uno para los residuos sólidos y otro para los desechos orgánicos. La recolección de basura se realiza los días martes, jueves y sábado, con 4 vehículos que recorren las distintas ciudadelas. Mediante la implementación del enrutamiento logísticos, estos vehículos no recorren de casa en casa si no que se dirigen directamente a los centros de acopio en donde se recolectan los desechos de la población. Una vez realizado esta acción los carros recolectores se dirigirán hacia el terreno de disposición final en donde en conjunto con los recolectores informales y personal calificado del municipio realice la

debida clasificación de los residuos y su posterior reutilización, de esta manera estamos realizando una logística inversa.

Previamente a esto la municipalidad de milagro deberá realizar una socialización con la comunidad para informar dicha implementación, en la cual la ciudadanía se comprometerá a acatar las disposiciones dadas.

En conclusión la aplicación de la logística inversa en la recolección de residuos sólidos puede constituir un enorme salto para la gestión de residuos en este caso en el municipio de Milagro, ya que no solo consiste el recolectar y desechar estos residuos a cielo abierto sino más bien darle un nuevo uso, reutilizarlo.

## BIBLIOGRAFÍA

- 5 Municipal Solid Waste Collection 5.2.1 CHARACTERIZATION OF WASTES. (n.d.).
- Aras, N., Aksen, D., & Tuğrul Tekin, M. (2011). Selective multi-depot vehicle routing problem with pricing. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(5), 866–884. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2010.08.003>
- Batool, S. A., & Chuadhry, M. N. (2009). The impact of municipal solid waste treatment methods on greenhouse gas emissions in Lahore, Pakistan. *Waste Management*, 29(1), 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.01.013>
- Bonomo, F., Durán, G., Larumbe, F., & Marengo, J. (n.d.). A method for optimizing waste collection using mathematical programming: a Buenos Aires case study. <https://doi.org/10.1177/0734242X11402870>
- COOTAD. (2014). Código organico de organizacion territorial autonomia y descentralizacion (COOTAD), 1–188.
- Cumar, S. K. M., & Nagaraja, B. (2011). Environmental impact of leachate characteristics on water quality. *Environmental Monitoring and Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1708-9>
- Das, S., & Bhattacharyya, B. K. (2015). Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes. *Waste Management*. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.033>
- Dong, Y., Li, L., Bie, P., Jia, S., Wang, Q., Huang, Z., ... Hu, J. (2014). Polybrominated diphenyl ethers in farmland soils: Source characterization, deposition contribution and apportionment. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.058>
- Ferretti, V., & Pomarico, S. (2012). Integrated sustainability assessments: A spatial multicriteria evaluation for siting a waste incinerator plant in the Province of Torino (Italy). *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9354-8>
- Ferri, G. L., Diniz Chaves, G. de L., & Ribeiro, G. M. (2015). Reverse logistics network for municipal solid waste management: The inclusion of waste pickers as a Brazilian legal requirement. *Waste Management*.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.036>

- Filipiak, K. A., Abdel-Malek, L., Hsieh, H.-N., & Meegoda, J. N. (n.d.). Optimization of Municipal Solid Waste Collection System: Case Study. <https://doi.org/10.1061/ASCE1090-025X200913:3210>
- Filipiak, K. A., Abdel-Malek, L., Hsieh, H., & Meegoda, J. N. (2009). Optimization of municipal solid waste collection system: Case study. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*, 13(3), 210–216. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-025X\(2009\)13:3\(210\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-025X(2009)13:3(210))
- Gilbert, M., & Pfeiffer, D. U. (2012). Risk factor modelling of the spatio-temporal patterns of highly pathogenic avian influenza (HPAIV) H5N1: A review. *Spatial and Spatio-Temporal Epidemiology*, 3(3), 173–183. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2012.01.002>
- Hannan, M. A., Arebey, M., Begum, R. A., & Basri, H. (2011). Radio Frequency Identification (RFID) and communication technologies for solid waste bin and truck monitoring system. *Waste Management*, 31(12), 2406–2413. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.022>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Programa Nacional De Gestión Integral De Desechos Sólidos. *The Effects of Brief Mindfulness Intervention on Acute Pain Experience: An Examination of Individual Difference*, 1(593–2), 1–7. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ogundipe FO, & Jimoh OD. (2015). Life Cycle Assessment of Municipal Solid Waste Management in Minna, Niger State, Nigeria. *Int. J. Environ. Res*, 9(4), 1305–1314.
- Pandey, P. C., Sharma, L. K., & Nathawat, M. S. (2012). Geospatial strategy for sustainable management of municipal solid waste for growing urban environment. *Environmental Monitoring and Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2127-2>
- Perkoulidis, G., Papageorgiou, A., Karagiannidis, A., & Kalogirou, S. (2010). Integrated assessment of a new Waste-to-Energy facility in Central Greece in the context of regional perspectives. *Waste Management*, 30(7), 1395–1406. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.11.021>
- Rovetta, A., Xiumin, F., Vicentini, F., Minghua, Z., Giusti, A., & Qichang, H. (2009). Early detection and evaluation of waste through sensorized containers

for a collection monitoring application. *Waste Management*, 29(12), 2939–2949.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.08.016>

- Tan, S. T., Lee, C. T., Hashim, H., Ho, W. S., & Lim, J. S. (2014). Optimal process network for municipal solid waste management in Iskandar Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 71, 48–58.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.005>
- Thiruvengadam, A., Krishnamurthy, M., & Gautam, M. (n.d.). COMPARISON OF REGULATED AND UNREGULATED EXHAUST EMISSIONS FROM A FLEET OF MULTI-FUEL SOLID RESOURCE COLLECTION VEHICLES.
- Jesús de la Vega de Jesús Ludwig. (2013, Abril 25). *Logística inversa en los procedimientos empresariales*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/logistica-inversa-en-los-procedimientos-empresariales/>