

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



Trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Civil

“Propuesta de Modelo de Recolección de Residuos Sólidos en el
Distrito Nacional”

Sustentantes:

Ángel Hernández 14-1671

Pedro Santana 14-2152

Asesor:

Ing. Cesar Mercedes

Santo Domingo,
República Dominicana

Agosto, 2018

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer **a Dios**, por ser mi guía, permitirme llegar a esta meta la más deseada.

Agradecer **a mis padres Pedro Juan Santana Basora y Xiomara Celin Almonte Almonte**, porque sin ellos no hubiese podido lograr esta meta, siempre apoyándome y diciéndome ¡tú si puedes!, nunca con un pero cuando se trataba de mi carrera profesional.

A mis hermanos Iván Santana y Debbie Santana, por todo su apoyo, por ser mis ejemplos a seguir sin ustedes esto no lo hubiese logrado.

Gracias **a mi asesor de tesis y mi segundo padre**, Cesar Mercedes, eres como un padre para mí, gracias por todos tus consejos por confiar en mí y siempre apoyarme en todo momento

Quiero agradecer a todos **mis amigos y compañeros**, que siempre estuvieron ahí en estos cuatros años de mi vida. De una manera especial Ana Alexandra Mena, Ángel Hernández, Lisbeth Rodriguez, Emmanuel Ferreras.

Gracias a mi **Team Familia La Malondra**, mis compañeros, gracias por cada momento que han estado conmigo José Pérez Avalo, David Medina y Luis Popa.

Gracias **a mi compañero de tesis**, Ángel Hernández Ramírez, porque sin duda alguna fue el mejor, por ayudarme, ser tan comprensivo, y por ser parte de este final estoy muy agradecido de ti.

Muchas gracias....

Pedro J. Santana A.

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar **a Dios**, por estar siempre a mi lado llenándome de nueva fuerza cada día y por ser la luz que se mantenido iluminando cada paso que doy en mi vida.

Agradezco **a mis padres Angela Ramirez y Andres Hernandez** por estar siempre dispuestos a apoyarme en cada uno de mis planes. Por enseñarme que las cosas se ganan con esfuerzo y dedicación, y que los obstáculos que presenta la vida hay que buscar la forma de evadirlos y seguir hacia delante.

Agradezco **a mis hermanos Argenis Hernandez y Angely Hernandez** por soportarme y por preocuparse tanto en alegrar mis días.

Agradezco **a todos mis tíos y primos** ya que de una manera u otra todos han colaborado a que hoy pueda estar escribiendo estos agradecimientos.

Agradezco **a mi asesor de tesis Ing. Cesar Mercedes** por tan increíble esfuerzo y dedicación incondicional que me ha regalado para cumplir con esta importante meta en mi vida. Por ser un amigo que me ha enseñado durante esta travesía a ser comprensivo y que todo lo que hacemos debemos hacerlo bien.

Agradezco **a mi compañero de tesis Pedro Santana** por confiar en mí y estar siempre dispuesto a ayudarme en los momentos de confusión. Por formar parte de este proyecto conmigo el cual me hace considerante como un hermano.

Agradezco **a todos mis amigos y compañeros** que estuvieron siempre presente en los momentos buenos y malos, en especial a Lisbeth, Pedro, Carlos y Joel.

Gracias a todos!

Angel A. Hernandez R

INDICE

Resumen	11
Introducción.....	13
CAPITULO I- EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	15
1.1 Planteamiento y Formulación del Problema	16
1.1.1 Preguntas de Investigación.....	17
1.2 Objetivos de la Investigación.....	17
1.2.1- Objetivo General	17
1.2.2- Objetivos Específicos	17
1.3 Justificación.....	18
1.4 Antecedentes	18
1.5 Alcances y Limitaciones	25
CAPITULO II- MARCO TEORICO.....	26
2.1 Estructura Temática	27
2.2 Marco Conceptual	27
2.2.1 Definiciones.....	27
2.2.2 Base Legal.....	30
2.2.3 Reciclaje	31
2.2.3.1 Reciclaje en la Republica dominicana.	32
2.2.4 Cálculo de la cantidad de Residuos Sólidos que se generan en el sector	33
2.2.5 Equipos de recolección de residuos sólidos	34
2.2.5.1 Equipos de recolección altamente especializados	35
2.2.5.2 Equipos especializados	37
2.2.5.3 Equipos no convencionales.....	40

2.2.5.4 Sistemas de compactación.....	43
2.2.5.5 Costo del equipo de recolección.....	45
2.2.6 Recolección de los residuos sólidos.....	45
2.2.7 Problemas ambientales y de salud asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos	49
2.2.8 Rutas de recolección	50
CAPITULO III- MARCO METODOLOGICO	70
3.1 Enfoque de la investigación.....	71
3.2 Tipo de investigación.....	71
3.3 Procedimiento de la investigación	72
3.4 Método de investigación.....	73
3.5 Técnicas de Investigación	73
3.6 Población y muestra	73
CAPITULO IV- RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	74
4.1 Marco contextual	75
4.2 Cálculo de residuos sólidos.....	76
4.2.1 Población.....	76
4.2.2 Restaurantes	77
4.2.3 Hoteles	79
4.2.4 Centros Comerciales	79
4.2.5 Plazas Comerciales.....	80
4.2.6 Bombas Gasolineras	81
4.2.7 Resumen Cantidad de residuos sólidos generados en el sector Piantini	82
4.3 Vehículos compactadores recomendados.....	84

4.3.1 Vehículo recolector de carga lateral	84
4.3.2 Vehículo recolector para cristales de carga lateral	88
4.3.3 Vehículo autocargador de contenedores con sistema de gancho	89
4.4 Contenedores recomendados	92
4.5 Resultado de los cálculos para la recolección y el transporte de los residuos sólidos	98
4.6 Cantidad de Vehículo Recolectores y Tiempo de Recolección	108
4.7 Reglas que se deben cumplir en la recolección y el transporte de los residuos sólidos.	110
CONCLUSION	113
RECOMENDACIONES	116
BIBLIOGRAFIA	119

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y Desventajas del sistema de compactación con cajas rotativas	44
Tabla 2: Problemas de salud asociados al mal manejo de los residuos sólidos	50
Tabla 3: Datos del Censo 2010	76
Tabla 4: Listado de restaurantes en Piantini	77
Tabla 5: Listado de Hoteles en Piantini	79
Tabla 6: Listado de Centros Comerciales en Piantini	79
Tabla 7: Listado de Plazas Comerciales en Piantini	80
Tabla 8: Listado de Bombas Gasolineras en Piantini.	81
Tabla 9: Cálculo de la cantidad de residuos sólidos generado en Piantini.	82
Tabla 10: Especificaciones Técnicas del Vehículo Recolector de Carga Lateral	88
Tabla 11: Frecuencia de Recolección del Centro Comercial Agora Mall	98
Tabla 12: Frecuencia de Recolección del Centro Comercial Blue Mall.	98
Tabla 13: Frecuencia de Recolección del Centro Comercial Acrópolis.	99
Tabla 14: Frecuencia de Recolección Centro Comercial Plaza Central.	99
Tabla 15: Frecuencia de Recolección Centro Comercial Unicentro.	100
Tabla 16: Frecuencia de Recolección en Restaurantes.	100
Tabla 17: Frecuencia de Recolección en Plazas Comerciales.	101
Tabla 18: Frecuencia de Recolección en Bombas Gasolineras.	101
Tabla 19: Frecuencia de Recolección en el Hotel Intercontinental Real SD.	102
Tabla 20: Frecuencia de Recolección en el Hotel Holiday Inn SD.	102

Tabla 21: Frecuencia de Recolección en Viviendas.....	103
Tabla 22: Cálculo del tiempo de recolección de la Materia Orgánica y otros de los Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales.	104
Tabla 23: Cálculo del tiempo de recolección de los Plásticos de Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales.....	105
Tabla 24: Cálculo del tiempo de recolección de Cartones, Papeles y Tetrapack de Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales..	106
Tabla 25: Cálculo del tiempo de recolección de vidrio en Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales.....	107
Tabla 26: Tabla de Reglas propuestas para la recolección y el transporte de los residuos sólidos.	110

INDICE DE FIGURA

Ilustración 1. Esquema de la organización del marco teórico	27
Ilustración 2: Vehículo Recolector de Carga Trasera.....	35
Ilustración 3: Vehículo Recolector de con mecanismo de carga trasera	37
Ilustración 4: Vehículo Recolector con mecanismo de carga frontal	37
Ilustración 5: Vehículo Recolector de Carga Lateral	38
Ilustración 6: Vehículo Recolector de carga trasera con mecanismo de compactación	39
Ilustración 7: Vehículo de Volteo	40
Ilustración 8. Vehículo Volteo de gran capacidad.....	41
Ilustración 9: Tractor agrícola.....	42
Ilustración 10: Ubicación del sector Piantini	75
Ilustración 11: Vehículo Recolector de Carga Lateral	84
Ilustración 12: Características del Vehículo Recolector de carga lateral	86
Ilustración 13: Dimensiones del Vehículo Recolector de carga lateral	87
Ilustración 14: Vehículo Recolector de carga lateral sin mecanismo de compactación.....	88
Ilustración 15: Vehículo con mecanismo de gancho	90
Ilustración 16: Contenedor Para carga lateral de 2.4 a 3.6 m3	92
Ilustración 17: Contenedores de carga lateral de dos ruedas	93
Ilustración 18: Contenedor de 4 ruedas de carga lateral	94
Ilustración 19: Contenedor Compactador de residuos sólidos	95
Ilustración 20: Contenedor abierto de 10 m3	96

INDICE DE ANEXOS

Anexo A: Formulario de Control de Residuos	121
Anexo B: Contenedor compactador de galería 360.....	122
Anexo C: Almacenamiento de residuos sólidos en restaurantes.....	123
Anexo D: Almacenamiento de residuos sólidos en viviendas	124
Anexo E: Reciclaje de Cartones en restaurante ONCE30	125
Anexo F: Contenedores en bombas gasolineras.....	126
Anexo G: Almacenamiento de residuos sólidos en plaza comercial	127
Anexo H: Contenedores Plaza Comercial Andalucía	128
Anexo I: Vehículo recolector en operación.....	129
Anexo J: Vista de las torres localizadas en Piantini	130
Anexo K: Contenedor torre de Piantini	131
Anexo L: Vista panorámica del vertedero de Duquesa	132
Anexo M: Reciclaje en el vertedero de Duquesa.....	133
Anexo N: Evaluación de contenedores	134
Anexo O: Recopilación de datos	135
Anexo P: STICKERS PARA LOS CONTENEDORES.....	136
Anexo Q: PLANOS DE RUTAS DE RECOLECCION.....	137

Resumen

La recolección y el transporte de los residuos sólidos ha resultado ser un grave problema para los países que no tienen suficientes recursos destinados a este sector o para los países que no se han dedicado a mejorar el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos que está funcionando en la actualidad. Una gran parte de los países latinoamericanos carece de un sistema de recolección y transporte de residuos sólidos eficiente, esto implica, que los residuos sólidos generados por la población sean recolectados al 100% y transportado en un tiempo relativamente corto comparado con el tiempo que se tarda en la actualidad en la recolección y el traslado de los residuos.

El manejo de los residuos sólidos en la etapa de recolección y transporte desde su origen requiere que se tomen en cuenta ciertos elementos para garantizar la eficiencia del modelo y velar por la salud de la población. Es de suma importancia tener pleno conocimiento de la cantidad de residuos que se genera en el sector, esta información permite obtener los vehículos recolectores necesarios para cubrir con la demanda solicitada en el lugar. Los vehículos diseñados para el transporte y recolección deben ser utilizados conforme a las necesidades del sector cumpliendo con rutas preestablecidas que faciliten el recorrido sin omitir algún punto donde se genere residuos.

La participación de los ciudadanos es imprescindible, los residuos deben ser clasificados antes de ser recogidos por los vehículos compactadores. Este mecanismo permite que los materiales que pueden ser reciclados se

aprovechen al máximo, reduce costos en maquinarias y manos de obra destinadas a la separación de los residuos. Para que el modelo cumpla con lo establecido se deben cumplir cada una de las actividades recomendadas debido a que una depende de la otra.

Introducción

Los residuos sólidos se pueden definir como los materiales que se encuentran en estado sólidos o semisólidos los cuales ya han pasado por un proceso de fabricación, transformación o uso donde ya no le es útil al propietario. Estos se pueden clasificar en: materia orgánica, plásticos, vidrios, metales, papeles y cartones, entre otros, a esto se le conoce como reciclaje. Al unir la materia orgánica con los demás materiales estos pueden verse afectados y no pueden ser reutilizados reduciendo el aprovechamiento total de los residuos.

A pesar de que el reciclaje es una parte fundamental en el manejo de los residuos sólidos existen otros factores que colaboran al uso inadecuado de los elementos desechados. Un sistema ineficiente de recolección y transporte de los residuos obliga a la población a realizar acciones que atentan contra su salud. En la República Dominicana los ayuntamientos son los responsables de concientizar a la población sobre el tema y debe encargarse de mantener limpia la ciudad.

Proponer un modelo que pueda mejorar los métodos de recolección y transporte de los residuos sólidos en la República Dominicana es el interés principal de esta investigación. Se parte de lo general a lo particular calculando la cantidad de residuos aproximados que se produce en un sector, luego se obtiene la cantidad de vehículos compactadores necesarios que permita recolectar todos los residuos que se encuentran en la trayectoria preestablecida conocida como ruta de recolección.

Para desarrollar el tema se obtuvieron informaciones de algunos establecimientos con la intención de saber la cantidad de residuos sólidos que estos generan, se utilizaron las estadísticas de la (Oficina Nacional de Estadísticas) para calcular la población futura y estimar la cantidad de residuos que genera la población del sector. La selección de los vehículos compactadores está basada en nuestro criterio tomando en cuenta las condiciones del lugar en donde se recolectarán los residuos.

Al mejorar el modelo de recolección actual utilizado por los ayuntamientos para recolectar y transportar los residuos sólidos se pueden solucionar algunos problemas tales como: la quema de basura a cielo abierto, cúmulos de basura en áreas prohibidas, debido a la inexistencia de residuos en las vías las alcantarillas no serán obstruidas, aumenta la calidad de vida, entre otras.

CAPITULO I- EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Planteamiento y Formulación del Problema

En la República Dominicana existe un problema con relación al transporte y la recolección de los residuos sólidos. Se ha tornado casi imposible encontrar una solución que elimine por completo las raíces de este problema. Con el paso del tiempo este se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y concentración en zonas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y mejor nivel de vida.

Algunos impactos indirectos que provocan los residuos sólidos al estar estancados en las zanjas, drenajes, ríos y cañadas es la creación de un habitat donde los huéspedes son insectos y roedores. Los insectos y roedores son causantes de diversos tipos de enfermedades como el dengue, leptospirosis, el parasitismo y las infecciones de la piel. Además, la falta de una ruta de recolección en algunas zonas, provoca la quema de basura a cielo abierto aumentando los factores de riesgo de las enfermedades relacionadas con las vías respiratorias. También cabe destacar que los residuos lanzados en las calles en tiempo de lluvias tapan los imbornales provocando inundaciones.

En la República Dominicana, la actividad de recolectar y transportar los residuos de forma eficiente a los lugares de destino ha sido un gran reto. Los municipios invierten gran parte de su presupuesto en tratar de cumplir con la recolección y el transporte de los residuos sólidos producidos por la población, pero el problema sigue y en lugar de disminuir, va en constante crecimiento.

Se puede crear un modelo que aumente la calidad y eficiencia al momento de recolectar y transportar los residuos sólidos, esto implicaría analizar las

situaciones que se ven afectadas y buscar alternativas para posibles soluciones.

1.1.1 Preguntas de Investigación

- 1- ¿Qué cantidad de residuos sólidos se genera en el sector a estudiar?
- 2- ¿Cuáles son los equipos apropiados para la recolección de residuos sólidos?
- 3- ¿Cómo optimizar el tiempo de recolección y transporte de los residuos sólidos?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1- Objetivo General

Crear un modelo eficiente de recolección de residuos, adaptándolo a las necesidades del Distrito Nacional.

1.2.2- Objetivos Específicos

- Estimar el volumen en m³/día de desechos que produce el área a estudiar teniendo en cuenta el crecimiento poblacional estimado por la oficina nacional de estadísticas de la República Dominicana.
- Analizar el tipo de maquinaria que es necesaria para el transporte y recolección de residuos sólidos.

- Minimizar el tiempo de recolección y transporte de los residuos sólidos, creando las paradas más convenientes y estableciendo los horarios más factibles que permita una rápida movilidad de los aparatos recolectores sin obstruir las vías.

1.3 Justificación

El problema de los residuos sólidos afecta a toda la población dejándola expuesta a enfermedades y a la contaminación del medio que les rodea. Implementar un modelo que contribuya a mejorar los métodos que utilizan los ayuntamientos aumenta la calidad de vida y de igual forma se colabora al cuidado de las condiciones de los recursos naturales del país.

1.4 Antecedentes

El desarrollo de este tema se realiza por las siguientes informaciones tomadas de artículos y periódicos que resaltan el manejo inapropiado de los residuos sólidos en la República Dominicana.

En un estudio dirigido por (Kokusai Kogyo, Co, 2007) dice que los temas en el manejo de residuos sólidos en Santo Domingo, Distrito Nacional, son los siguientes:

- No se han establecido reglas que instruyan a los residentes sobre la forma correcta de descarga y almacenaje de los residuos. Como resultado, los residentes descargan sus residuos sólidos fuera de la casa en forma diaria. Sin embargo, como el plan de recolección de residuos sólidos no se encuentra establecido claramente, los residuos

sólidos sin recolectar pueden permanecer esparcidos en las calles por varios días, no solo degradando el paisaje sino también agravando el problema de saneamiento urbano.

- La recolección de desechos sólidos es realizada en parte por compañías privadas y en parte como servicio directo proveniente por el Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN), pero no existe una clara delimitación en el ámbito de los servicios.
- La mayoría de los grupos de pobreza vive a lo largo de ríos o en laderas empinadas en donde no se provee el servicio de recolección de desechos sólidos debido a las dificultades de acceso de los vehículos de recolección. Los desechos sólidos generados en tales lugares inaccesibles pueden ser fácilmente descargados en barrancos o en las orillas de los ríos, y posteriormente llegaran a los ríos al ser arrastrados por las aguas de las lluvias. Además, existen que los residuos sólidos son dispuestos directamente en los ríos.
- Los residuos infecciosos hospitalarios no son separados antes de la recolección y transporte, y son mezclados con los residuos municipales en la disposición final. Por consiguiente, se aumentan los riesgos de infección al personal de manejo de residuos sólidos, además de los efectos adversos sobre el ambiente circundante.
- El Área Metropolitana de Santo Domingo, compuesto por Santo Domingo Distrito Nacional, Santo Domingo Norte, Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste y Boca Chica, tiene un solo sitio de disposición

final, Duquesa, que es operado y manejado en forma privada a través de un contrato de concesión. Al no ser duquesa un relleno sanitario, ha ocurrido la contaminación ambiental causada por los lixiviados, los humos provenientes de los incendios espontáneos y el mal olor.

El ADN ha estado haciendo esfuerzos para mejorar la situación existente con la puesta en práctica de tales actividades como el embellecimiento de la ciudad a través del fortalecimiento del barrido de calles, la provisión de servicios directos de recolección de residuos sólidos, y el establecimiento de una Escuela para Trabajadores de Aseo. Sin embargo, debido a que estas actividades se han realizado sin la comprensión y el análisis del flujo de residuos, no puede considerarse que hayan sido eficaces. (Kokusai Kogyo., 2007).

También (Ferrerías, 2015) hace la siguiente publicación:

“LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA: SU PROCESO Y DESTINO FINAL”

La gestión de los residuos sólidos es un proceso que comprende su recogida, transporte, tratamiento, reciclaje y eliminación. A través de los años, la disposición final de los residuos sólidos ha sido motivo de preocupación, tanto del Gobierno Central como de los gobiernos locales, debido a la contaminación que producen los desperdicios en las vías públicas producto de la falta de regularidad en su recogida, la falta de educación ciudadana para clasificar los desperdicios según su naturaleza, la ausencia de un sistema de clasificación y reciclaje de los residuos en los vertederos y rellenos sanitarios, así como la

falta de políticas públicas sostenidas en el tiempo que ayuden a resolver el problema de la basura, convirtiéndola en materia prima y fuente de riqueza.

El presente informe trató sobre la forma en que los gobiernos locales de República Dominicana han gestionado la disposición final de los residuos sólidos, así como dar una mirada al proceso diario de recogida y disposición de los desechos en el Distrito Nacional. De igual forma se analizará brevemente el cuerpo legal del derecho ambiental en el país y se esbozarán las buenas prácticas de los municipios sobre la materia. Finalmente se verán las estrategias para mejorar la calidad en el servicio.

Situación actual del manejo y gestión de los residuos sólidos en República Dominicana

En el año 2000 se promulgó la Ley General núm. 64-00, sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, y varios años después, la núm. 176-07, del Distrito Nacional y los Municipios. Esta última estableció varias competencias relacionadas con la preservación del medio ambiente y la gestión de los residuos sólidos, tales como normalizar y gestionar el uso de las áreas verdes, la higiene y salubridad públicas, así como la limpieza y el ornato público, al igual que la recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

Al parecer, por inobservancia parcial de la Ley núm. 3455-52, sobre la Organización y Administración de los Municipios (ya derogada), malas prácticas de la mayoría de los ayuntamientos y el control muy centralizado que ejerció el Gobierno Nacional hasta finales de la década de los años 90, en la

mayoría de los municipios y en el Gran Santo Domingo (que hasta 2002 era la capital de la República, Santo Domingo de Guzmán o Distrito Nacional), estos servicios los asumía, total o parcialmente, el Poder Ejecutivo.

El artículo 3 de la Ley núm. 166-03 estableció en 10 % el monto que deben recibir los ayuntamientos como partida del presupuesto de ingresos y gastos públicos del Estado, pero este porcentaje nunca ha sido entregado completo. En consecuencia, los ayuntamientos se valen de otras formas de ingresos establecidas por las leyes, tales como los cobros por la recolección de los residuos, el uso de espacio público, vallas publicitarias, edificaciones y uso de suelo, entre otras.

En suelo dominicano se han identificado 348 botaderos de basura y tres vertederos semi controlados, los cuales reciben una producción global diaria de 7,891 toneladas de residuos a cielo abierto, según estudios realizados por el Programa de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) para la Protección Ambiental.

Un diagnóstico realizado en 2012 por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el apoyo de la Federación Dominicana de Municipios, el Consejo Nacional de la Reforma del Estado (CONARE) y la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ, por sus siglas en alemán) localizó –con un sistema GPS– 237 vertederos de unos 354 que para ese año calcularon en todo el país. Si se divide la superficie del país, 48,442 kilómetros cuadrados, entre los 354 vertederos, el resultado es un vertedero por cada 136

kilómetros cuadrados, una cantidad muy elevada para un país insular y de superficie reducida.

De todos los vertederos identificados en el territorio nacional, el de Duquesa es el más grande: recibe un promedio de 3,750 toneladas de basura diariamente, provenientes del Distrito Nacional, el Gran Santo Domingo (Santo Domingo Este, Santo Domingo Norte, Santo Domingo Oeste), Los Alcarrizos, Pedro Brand y los distritos municipales Palmarejo-Villa Linda, Pantoja y La Guáyiga.

El caso más reciente que demuestra el mal manejo de los residuos en el país fue con el paso de la onda tropical Beryl. El periódico (Listin Diario, 2018) cuenta lo siguiente:

La desagradable experiencia que sufrieron los residentes del Gran Santo Domingo la semana pasada con las inundaciones de casi todos sus sectores por causa de las lluvias de la onda tropical Beryl, ha avivado las preocupaciones por el vulnerable sistema de drenaje de la metrópolis.

Y al sumarse a estas inundaciones el problema de la contaminación del río Ozama por el extraordinario cúmulo de basura, posteriormente derivadas hacia el mar, en el borde del malecón de la avenida George Washington, estas preocupaciones se acentuaron.

No hay dudas de que esta realidad, que se hace recurrente en las temporadas ciclónicas, debe ser enfrentada por el Gobierno y las autoridades municipales del Gran Santo Domingo, mediante un plan gradual de drenaje y control de los desechos sólidos, dos cánceres inextirpados de esta urbe.

Con más de cuatro millones de habitantes, el Gran Santo Domingo afronta los daños ambientales y a la salud humana que representa la duplicación del tonelaje de desperdicios sólidos que se produce, insuficientemente recogidos y manejados, capaces de hacer colapsar nuestro sistema de drenaje.

Es lo que acaba de ocurrir y lo que sufrieron en carne propia los habitantes, muchos de los cuales vieron perder o dañarse sus ajueres ya que durante el paso de la onda Beryl cayeron 225 milímetros de agua, equivalentes al 15 por ciento de lluvias que deben caer en todo un año, que es en promedio de 1,500 milímetros.

Con un volumen así ninguna ciudad es capaz de salvarse de una inundación a gran escala, mucho menos si su sistema de alcantarillado se ha quedado en estado precario que amerita de un inevitable, aunque costosísimo plan para modernizarlo y hacerlo eficiente.

Concomitantemente con el necesario rescate de este sistema, es imperativo profundizar los programas de orientación y educación ciudadana para que no sigamos lanzando basura indiscriminadamente a las calles o al fondo de los ríos que nos circundan, al tiempo de mejorar su recogida y disposición final, que es el gran dolor de cabeza permanente de nuestra gran metrópolis.

1.5 Alcances y Limitaciones

El modelo se puede implementar en cualquier lugar de la República Dominicana, pero para los fines de esta investigación se utilizará el sector Piantini debido a que en su delimitación geográfica se encuentran diferentes fuentes de producción de residuos tales como: viviendas, plazas comerciales, centros comerciales, restaurantes, bombas gasolineras y torres empresariales.

Se realizaron cálculos de la cantidad de residuos sólidos que se genera en Piantini. Durante la investigación algunos establecimientos del sector se negaron a ofrecer información con relación a la cantidad de residuos que estos producen.

CAPITULO II- MARCO TEORICO

2.1 Estructura Temática

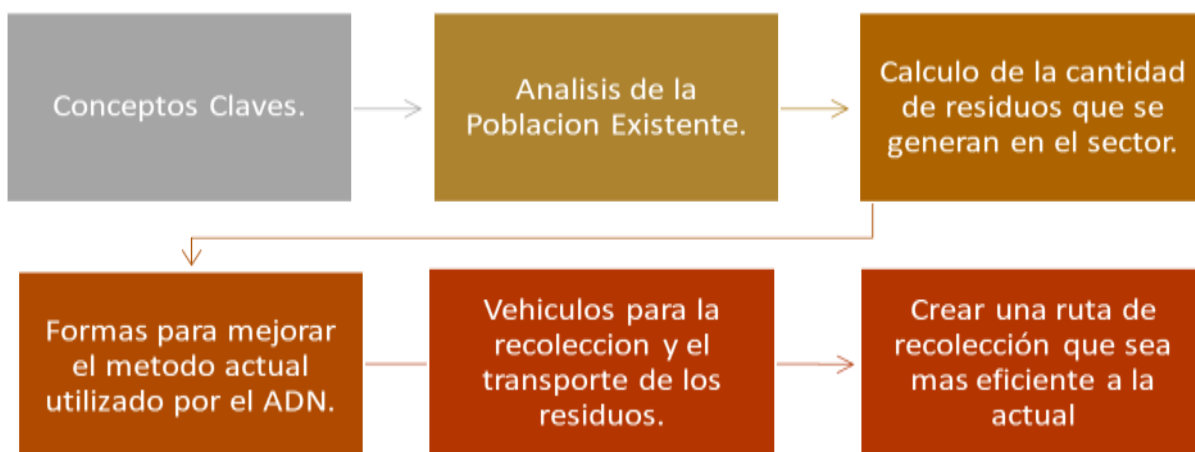


Ilustración 1. Esquema de la organización del marco teórico

Fuente: Elaboración Propia

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Definiciones

La (Norma para la gestión ambiental de Residuos Sólidos no peligrosos, 2003) encargada de establecer los lineamientos del manejo de los residuos sólidos municipales no peligrosos regida por la ley 64-00 define los siguientes conceptos:

Residuos

Es todo material en estado sólido, líquido o gaseoso ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar. Se

reconoce como sólidos aquellos que no son líquidos ni lodos. En relación con la fuente de generación se establecen los tipos siguientes:

- **Residuo Sólido Comercial:** residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurante, cafetería y plazas de mercado.
- **Residuo Sólido Domiciliario:** residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.
- **Residuos Agrícolas:** aquellos generados por la crianza de animales y la producción, cosecha y segado de cultivos y árboles, que no se utilizan para fertilizar los suelos.
- **Residuos Biomédicos:** aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales, en la investigación relacionada con la producción de estos o en los ensayos con productos biomédicos.
- **Residuos de Concentración o Demolición:** aquellos que resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras.
- **Residuo Industrial:** residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.

Materia Orgánica

La materia orgánica es un material que puede ser descompuesto por microorganismos anaeróbicos con tal rapidez que ocasiona estorbos, tales como malos olores, atracción de roedores e insectos, etc.

Segregación

Actividad que consiste en recuperar materiales reusables o reciclables de los residuos.

Segregador

Un segregador es una persona que se dedica a la segregación de la basura y que tiene diferentes denominaciones en los países de la región latinoamericana: "cirujas" en Argentina; "catadores" en Brasil; "cachureros" en Chile; "basuriosgos" en Colombia; "buzos" en Bolivia, Cuba; Costa Rica y República Dominicana; "chamberos" en Ecuador; "guajeros" en Guatemala; "pepenadores" en México; "cutreros" en Perú; "hurgadores" en Uruguay.

Vertido

Es la disposición de los residuos en un espacio y condiciones determinadas. Según la rigurosidad de las condiciones y el espacio de vertido, en relación con la contaminación producida, se establecen los tres tipos siguientes:

- **Vertido Controlado:** acondicionamiento de los residuos en un espacio destinado al efecto, de forma que no produzcan alteraciones en el

mismo, que puedan significar un peligro presente o futuro, directo o indirecto, para la salud humana o el ambiente.

- **Vertido Incontrolado:** disposición sin acondicionamiento de los residuos. Es aquel cuyos efectos contaminantes son desconocidos.
- **Vertido Semi-controlado:** acondicionamiento de los residuos en un determinado espacio, que solo evita de forma parcial efecto a la salud humana o a la contaminación del ambiente.

Lixiviado

Líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuestos por el agua proveniente de la precipitación pluvial, escorrentía, la humedad de la basura y la descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos.

2.2.2 Base Legal

La Ley 64-00 (Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales) en su capítulo IV resalta quienes son los responsables del manejo de los residuos sólidos y las prohibiciones impuestas a la población. Los artículos son los siguientes:

Art. 106. Los ayuntamientos municipales operarán sistemas de recolección, tratamiento, transporte y disposición final de desechos sólidos no peligrosos dentro del municipio, observando las normas oficiales emitidas por la secretaria de estado de medio ambiente y recursos naturales, conjuntamente con la

Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, para la protección del medio ambiental y la salud.

Art. 107. Se prohíbe la colocación, lanzamiento y disposición final de desechos sólidos o líquidos, tóxicos o no, en lugares no establecidos para ello por la autoridad competente.

Párrafo I: Bajo ninguna circunstancia se permitirá la operatividad de vertederos municipales en cercanía de lechos, fuentes, cuerpos de aguas, ni en aquellos lugares donde la escorrentía y la infiltración pueda contaminarla.

Párrafo II: Será indispensable para poder establecer y poner en funcionamiento un vertedero municipal, realizar el estudio de evaluación ambiental pertinente, conforme lo establecido en el artículo 38 y siguientes de la presente ley.

Art. 108. En todas las instituciones públicas se implantarán sistemas de clasificación de los desechos sólidos, previo a su envío a los sitios de disposición final.

2.2.3 Reciclaje

El reciclaje es la actividad encargada de transformar los residuos segregados, dentro de un proceso productivo, para ser incorporados como materia prima y proceder a su reutilización.

La (Norma para la gestión ambiental de Residuos Sólidos no peligrosos, 2003) resalta que el reciclaje es un aspecto muy importante en el ámbito de

conservación ambiental ya que es a partir de él que se puede contribuir a limitar la contaminación y, además, reutilizar los diferentes recursos de manera continua.

2.2.3.1 Reciclaje en la Republica dominicana.

En la actualidad existen programas encargados de contribuir en la reutilización de los residuos segregados. Se hacen campañas para motivar a la población a separar los residuos en recipientes especiales antes de que sean recolectados por los vehículos compactadores. Se dan a conocer los riesgos para la salud humana que provoca el mal manejo de los residuos. Pero esto no resuelve el problema del reciclaje.

Actualmente en el Distrito Nacional no existe tratamiento intermedio ni sistema de reciclaje formal. El desecho recolectado es llevado al sitio de disposición final de Duquesa, sin embargo, existe un sistema informal de recuperación de materiales. Los recuperadores o segregadores recuperan los materiales reciclables en las calles y en el relleno de Duquesa. (Kokusai Kogyo, Co, 2007)

La problemática del reciclaje no solo afecta a la República Dominicana, según (Medina, 1999) la mayoría de las ciudades latinoamericanas no recolecta la totalidad de los desechos sólidos generados, y sólo una fracción de los desechos recibe una disposición final adecuada, provocando contaminación ambiental y riesgos para la salud humana. El reciclaje representa una opción más deseable que la disposición masiva de desechos en basureros o rellenos

sanitarios. Sin embargo, pocos programas oficiales de reciclaje existen en la región.

2.2.4 Cálculo de la cantidad de Residuos Sólidos que se generan en el sector

Para saber la cantidad de los residuos sólidos que se genera en cualquier sector los organismos responsables suelen hacerlo de una forma muy práctica pero poco efectiva. Aunque es poco probable saber con exactitud la cantidad total de residuos que se genera en un área específica, pero existe otra forma que puede acercarse un poco más a la realidad.

El método utilizado en la actualidad según (ADN, 2018) es el siguiente:

- Producción de residuos sólidos por día en la zona elegida= $P \times G$
- Cantidad de residuos sólidos que se deben recoger en la zona que corresponde el servicio= $P \times G$
- Cantidad de residuos sólidos que puede recoger el vehículo= $N \times C$.

Donde:

P=población de diseño.

G=producción de residuos sólidos por habitantes en (Kg/hab/día).

C=capacidad del vehículo en kilogramos.

N=número de viajes por turno.

Llevan estadísticas de los residuos sólidos generados en algunos sectores. Toman en cuenta la capacidad del camión recolector y los viajes por turnos. Aunque existen empresas privadas que se encargan de recolectar y transportar los residuos el ayuntamiento solo toma en cuenta sus propios camiones.

2.2.5 Equipos de recolección de residuos sólidos

Debido al crecimiento poblacional se ha buscado la forma de lograr recolectar la mayor cantidad de residuos en el menor tiempo posible. Esto puede ser posible gracias a los medios de transportes utilizados en la actualidad.

Los principales medios para transportar residuos sólidos en la República Dominicana según el (Manual de Recolección y transporte de los residuos sólidos, 2017) son los vehículos de motor, sistemas neumáticos e hidráulicos. El equipo recolector más utilizado en nuestro país es el vehículo compactador el cual lleva los residuos desde el domicilio hasta el lugar de disposición final, o estación de transferencia en algunos municipios, siendo este el más cómodo por el tiempo de operación, pero el más costoso.

Existe una gran variedad de estos equipos, su utilidad va a depender de la capacidad de recolección que se requiere en el sector, en esto influye la cantidad de residuos que se genera en el área.

Los equipos de recolección según el (Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales) pueden ser clasificados de la siguiente forma:

- **Equipos recolectores de alta especialización o tecnificación**

Son aquellos que por adaptación o por diseño original, están capacitados para realizar maniobras de carga y descarga de contenedores.

- **Equipos especializados**

Son aquellos que están diseñados para la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos con cierta comodidad, como lo son los vehículos compactadores de carga trasera y lateral, y algunos otros de carga lateral sin mecanismos de compactación, pero con placa empujadora.

- **Equipos no convencionales**

Será cualquier vehículo utilizado para la presentación del servicio en cuestión que no presente las características mencionadas para los equipos especializados y de alta tecnificación.

Atendiendo a la clasificación antes descrita se presenta una descripción de los equipos de recolección de residuos sólidos comúnmente utilizados.

2.2.5.1 Equipos de recolección altamente especializados



Ilustración 2: Vehículo Recolector de Carga Trasera

Fuente: ASECA

Estos equipos están diseñados para atender la demanda del servicio, exclusivamente a través de la utilización de contenedores. Son equipos altamente tecnificados donde la variante radica casi exclusivamente en cuanto al mecanismo empleado para la carga y descarga de contenedores, cuya capacidad normalmente es muy alta. (De 6 m³ hasta 24 m³).

Cuando se usan adecuadamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no son recomendables para la recolección domiciliaria con métodos tradicionales, solo cuando se cuenta con un acceso adecuado y/o en zonas de gran generación. Su utilización también es recomendable en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, multifamiliares de gran tamaño, industrias, etc. La diferencia básica con respecto a los vehículos compactadores de carga trasera, lateral o frontal con mecanismos para contenedores, radica en el tamaño de los contenedores por atender, ya que normalmente un sistema como los indicados, maneja contenedores de 2 a 5 veces más grandes que los que pueden atender vehículos con mecanismo de contenedores adaptado; también de que estos últimos después de atender al contenedor lo dejan nuevamente en su sitio, mientras que los equipos altamente especializados sustituyen un contenedor lleno por uno vacío y limpio.

2.2.5.2 Equipos especializados

-Vehículos compactadores con mecanismos de carga trasera, frontal.



Ilustración 3: Vehículo Recolector de con mecanismo de carga trasera

Fuente: Relima



Ilustración 4: Vehículo Recolector con mecanismo de carga frontal

Fuente: ASECA

Estos equipos son generalmente de 12 a 30 m³ de capacidad volumétrica con mecanismo de carga y descarga de contenedores, cuya capacidad varía desde uno hasta seis m³, según la potencia de dicho mecanismo. Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por lo que no debe ser utilizado en la recolección domiciliaria con los métodos tradicionales de esquina, acera o de llevar a traer. Su principal uso es para la recolección de residuos sólidos en centros de gran generación como mercados, multifamiliares, unidades habitacionales y supermercados, etc.

-Vehículos compactadores de carga lateral.



Ilustración 5: Vehículo Recolector de Carga Lateral

Fuente: www.residuosprofesional.com

Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismo de compactación. La carga de basura se hace lateralmente. Su capacidad de carga varía normalmente de 10 a 16 m³, pudiendo en algunos casos ser más elevada. Su principal ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, también se le puede adaptar un mecanismo para la carga y descarga de contenedores.

Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño obligan a que un empleado viaje dentro de la caja para recibir la basura, por lo que la compactación no se hace con la regularidad debida.

-Vehículo compactador de carga trasera



Ilustración 6: Vehículo Recolector de carga trasera con mecanismo de compactación

Fuente: ASECA

En este tipo de vehículos la carga de basura se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior de la carrocería, son de 10 a 20 m³ de capacidad, con equipo opcional para carga de contenedores. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar, y que puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección.

-Vehículos sin mecanismo de compactación de carga lateral o trasera

La utilización de este tipo de vehículo cada día se hace más frecuente por los altos costos de inversión y mantenimiento del equipo especializado. Su capacidad normalmente varía de 8 a 13 m³ de capacidad. La carga de basura

se hace en la mayoría de los casos en forma lateral, aunque para ciertas cajas es mejor hacerlo por la parte trasera. Su diferencia con respecto a los vehículos con mecanismos de compactación, radica en la carencia justamente de tales mecanismos.

El bajo costo de inversión y los reducidos requerimientos económicos y de mano de obra especializada para su mantenimiento, son sus principales ventajas. Su principal desventaja es la disminución en cuanto al tonelaje de basura que puede transportar, ya que, por la falta de mecanismos de compactación, el peso volumétrico alcanzado dentro de la carrocería por los residuos, difícilmente rebasa los 350 Kg/m³.

2.2.5.3 Equipos no convencionales

-Vehículo de volteo y de redilas



Ilustración 7: Vehículo de Volteo

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

Estos vehículos ocasionalmente se emplean para cumplir con el servicio de recolección de basura, a falta de equipos más tecnificados o debido a que se

adaptan más las características de la localidad por servir y al tipo de actividades y servicios que en general se brinda a la comunidad.

Su capacidad puede variar desde 6 hasta 12 m³, aunque los más usuales son de 7 y 8 m³. Se estima que un vehículo de 6 m³ de capacidad, puede atender hasta 6,000 hab/día en promedio, sobre todo en localidades eminentemente rurales. Su principal desventaja, es la elevada altura de carga, lo que obliga a contar con un empleado adicional que viaje dentro de la caja para ayudar a cumplir con la función de carga de residuos.

-Vehículo tipo volteo de gran capacidad



Ilustración 8. Vehículo Volteo de gran capacidad

Fuente: PINTEREST

Estos vehículos con mecanismos de descarga tipo volteo, cuentan en la mayoría de los casos con puertas laterales para facilitar la carga dentro de la carrocería del vehículo, así como con extensiones para alimentar su capacidad volumétrica y aprovechar la gran capacidad de soporte de carga del chasis. Las principales ventajas son: su bajo costo comparado con un camión más

tecnificado, que la descarga por volteo en ocasiones es mucho más rápida que cuando se tienen cajas fijas. Las desventajas obvias son las siguientes: la altura de carga es muy elevada, el acomodo de la basura dentro de la caja es manual, se requiere de un empleado adicional en la cuadrilla de trabajo. Así mismo, al adicionarle a la caja volumen hacia arriba, se eleva el centro de gravedad por encima de las especificaciones de diseño.

-Tractor Agrícola y Remolque



Ilustración 9: Tractor agrícola

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

En pequeñas localidades el tractor puede servir como recolector y al mismo tiempo como una máquina que en el relleno sanitario realiza las principales tareas de acomodar la basura y cubrirla, ya que la única función que no puede cumplir es la de excavar. El remolque tiene un sistema de volteo hidráulico.

El vehículo compactador comúnmente utilizado en la República Dominicana es el *VEHICULO COMPACTADOR DE CARGA TRASERA*. El (Manual de Recoleccion y transporte de los residuos sólidos, 2017) describe con más detalle el equipo de la siguiente forma: Están preparados especialmente y

poseen una tolva donde se compactan los residuos. Los residuos son vertidos en la parte trasera del vehículo, el cual después de lleno es empujado al interior de la tolva por medio de una placa móvil, accionada por un sistema eléctrico o manual, a cargo del trabajador, mientras otra impide que se devuelva la basura. Estas placas no sólo empujan la basura dentro de la caja, sino que la van compactando. Los residuos recolectados en diversos procesos son transportados a instalaciones o plantas de tratamiento para la selección, incineración o vertido para su descarga.

2.2.5.4 Sistemas de compactación

Los vehículos compactadores cuentan con diferentes tipos de cajas que funcionan diferentes. Según él (Manual tecnico sobre generacion, recoleccion y transferencia de residuos sólidos municipales) estas cajas pueden ser:

Cajas Rotativas

Estas cajas tienen forma tronco-cónica y en su interior llevan una pestaña helicoidal. Su rotación continua hace que las partes más duras de la basura trituren las más blandas. De esta manera la pestaña helicoidal va empujando los residuos hacia lo que hace que se compacten aproximadamente a la mitad de su volumen. Presentando las siguientes ventajas y desventajas.

Ventajas	Desventajas
Son equipos sencillos y eficientes.	La operación demora hasta 5 minutos.
Se reparan fácilmente.	El ruido que se produce al comenzar a

	llenarse.
La carga puede hacerse por atrás manualmente o con elevadores mecánicos de contenedores.	Tienen un alto costo de adquisición.
Se vacían haciendo girar la caja al revés.	Tienen un alto costo de mantenimiento.

Tabla 1: Ventajas y Desventajas del sistema de compactación con cajas rotativas

Fuente: Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales.

Cajas con placas múltiples

Estas cajas tienen una tolva trasera con fondo curvo, donde se vacía la basura y una placa que gira barriendo el fondo y empujando los desperdicios hacia el interior de la caja. Una segunda placa abre la abertura para que la basura se introduzca en la caja. Cuando la placa rotatoria la sobrepasa, la segunda placa se cierra compactando los desechos e impidiendo que se devuelvan. La tercera placa es la eyectora, que cuando el camión comienza a llenarse se coloca cerca de la cola, reduciendo el volumen de la caja. Lo que permite que desde el comienzo la basura se valla compactando. Conforme el camión se va llenando, la basura va empujando la placa eyectora hacia la cabina, venciendo la fuerza hidráulica de su pistón. Estos vehículos alcanzan un alto grado de compactación. La descarga se hace levantando el tail-gate y haciendo funcionar la placa eyectora hacia atrás. El costo de estos equipos resulta más alto que el de placas simples.

2.2.5.5 Costo del equipo de recolección

El costo de operación de la recolección debe incluir los gastos fijos y de mantenimiento de los vehículos de recolección. Existiendo varios métodos para calcular el costo de operación, el más común consiste en determinar el costo anual de operación y dividirlo por las toneladas de basura recolectada anualmente.

Al emplear este método requiere de determinar:

- Tipo, número y costo del equipo de recolección (estimando su depreciación).
- Costo de la operación y mantenimiento de los vehículos.
- Número de toneladas recolectadas anualmente.

2.2.6 Recolección de los residuos sólidos

La recolección es la actividad que se encarga de recoger los residuos que se encuentran en los lugares previamente determinados para ser cargados en los camiones recolectores.

La recolección es una de las actividades más importantes en el manejo de los residuos sólidos. Existen diferentes maneras de recolectar, puede ser mecánica con camiones especiales capaces de tomar los contenedores y depositar los desechos por si solo en el vehículo o puede ser manual siendo en este caso personas con vestimentas apropiadas las que depositan los residuos en el camión compactador.

Métodos de recolección de los residuos sólidos según el (Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales):

- **Método de parada fija o de esquina:** Este método consiste en recoger los residuos en las esquinas de las calles, en donde previamente por medio de una campana se comunica la llegada del camión y los usuarios acuden a entregar sus residuos.

El método de parada fija es de los más comunes y económicos, sin embargo, cuando no hay quien tire la basura, ésta puede acumularse en exceso y ser arrojada clandestinamente.

- **Método de acera:** Consiste en que simultáneamente al recorrido del camión por su ruta, los peones de la cuadrilla van recogiendo los residuos, previamente colocados por los residentes en el frente de sus casas.

Este método debe tener un horario y una frecuencia cumplida, y los residentes deben estar informados de ello, para sacar sus bolsas con residuos en el momento adecuado evitando así que los perros u otros animales rompan las bolsas y derramen los residuos cuando se colocan con demasiada anticipación al paso del vehículo.

Con este fin, pueden instalarse soportes con canastillas metálicas para colocar las bolsas lejos del alcance de los animales.

La cuadrilla del vehículo debe estar integrada por un chofer y dos peones, los cuales se encargarán de ir recogiendo las bolsas plásticas

con los residuos y depositarlas en el vehículo, cada peón tendrá a su cargo una acera.

El chofer de cada camión tiene como obligaciones cumplir con las rutas, horarios y frecuencias que se le hayan asignado, así como accionar el mecanismo de compactación cada vez que sea necesario.

Los residentes de la vivienda tienen como única obligación el colocar sus residuos en el frente de su casa, preferentemente protegidos en la forma ya indicada.

- **Método de Contenedores:** La recolección mediante contenedores, requiere de empleo de camiones especiales y que los contenedores estén ubicados en forma accesible al vehículo recolector. Es un método ideal para centros de gran generación de basura; hoteles, mercados, hospitales, industrias, tiendas de autoservicio, etc., exige que la recolección se dé con la debida oportunidad, ya que de lo contrario puede ocasionar focos de contaminación, al mantener almacenados grandes cantidades de residuos, en diferentes sitios de la ciudad.

Formas de carga para la recolección de los residuos sólidos según el (Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales):

- **Receptáculos individuales, carga manual:** Todos los equipos permiten esta forma de carga pero, para que este sistema tenga un costo razonable, la altura de carga no debe exceder nunca de 0.8 a 0.9 m.

sobre el suelo. Además, la boca de admisión debe permitir que trabajen 2 o 3 hombre simultáneamente.

- **Receptáculos individuales, carga mecánica:** Reduce el esfuerzo humano, pero no siempre justifica el costo adicional de este mecanismo. Sólo lo traen cajas con altura de carga muy alta.
- **Contenedores:** Es difícil que todos los residuos estén en contenedores, por lo que sólo se agrega a algunos camiones el equipo para levantarlos. Además no a todos los sistemas de compactación se pueden agregar equipos para levantar contenedores.

Métodos para la descarga de los camiones según el (Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales):

- **Por volteo de la caja:** Es peligroso porque por el desplazamiento del centro de gravedad, puede volcarse el camión, sobre todo si el terreno en el punto de disposición está suelto o desnivelado.
- **Por placa eyectora:** Es ligeramente más caro, pero proporciona seguridad.
- **Por inversión de la rotación de la caja:** Resulta muy lento.

2.2.7 Problemas ambientales y de salud asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos

Fase en la gestión de residuos sólidos	Problema ambiental	Riesgo a la salud	Grupo de la población expuesta
Generación y almacenamiento inadecuado	<ul style="list-style-type: none"> -Peligro ambiental por materiales peligrosos o potencialmente peligrosos. -Proliferación de vectores (insectos, ratas, roedores y organismos patógenos). -Contaminación de alimentos. -Malos olores 	<ul style="list-style-type: none"> -Enfermedades gastrointestinales. -Intoxicación de infantes y mascotas. -Dengue. 	<ul style="list-style-type: none"> -Población carente de sistemas adecuados de almacenamiento y/o recolección.
Disposición inadecuada en la vía pública	<ul style="list-style-type: none"> -Proliferación de vectores (insectos, ratas, roedores y organismos patógenos). -Contaminación de aire por quema. -Contaminación de aguas superficiales por vertido de desechos. -Contaminación de alimentos. -Malos olores. -Deterioro del paisaje. 	<ul style="list-style-type: none"> -Enfermedades gastrointestinales y respiratorias. 	<ul style="list-style-type: none"> -Población carente de servicios adecuados de recolección.
Recolección, transporte y almacenamiento en plantas de transferencias	<ul style="list-style-type: none"> -Deterioro del paisaje. -Malos olores. -Ruidos 	<ul style="list-style-type: none"> -Enfermedades respiratorias, gastrointestinales y dermatológicas. -Enfermedades y accidentes laborales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Población general. -Trabajadores formales e informales del sector de aseo urbano.

Segregación y reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> -Deterioro del paisaje. -Malos olores. -Ruidos 	<ul style="list-style-type: none"> -Enfermedades respiratorias, gastrointestinales, dermatológicas y crónicas degenerativas; accidentes laborales. -Intoxicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> -Segregadores. -Población que adquiere productos en envases reusados. -Consumidores de carne vacuna y porcina de animales criados en los basureros o con restos orgánicos de la basura.
Tratamiento y disposición final	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación del suelo. -Contaminación del aire por quema. -Contaminación de aguas superficiales y de las aguas subterráneas. -Modificación de los sistemas de drenaje. -Deterioro del paisaje. -Incendios. 	<ul style="list-style-type: none"> -Enfermedades infectocontagiosas, parasitarias, alérgicas, de las vías respiratorias, y crónico degenerativas; accidentes laborales; dengue. 	<ul style="list-style-type: none"> -Población adyacente a los lugares de disposición final. -Sectores poblacionales periurbanos donde acumulan o queman desechos. -Trabajadores formales e informales del sector.

Tabla 2: Problemas de salud asociados al mal manejo de los residuos sólidos

Fuente: Organización panamericana de la salud (OPS), 2005. Informe de la evaluación de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe, op, cit.

2.2.8 Rutas de recolección

La ruta de recolección es una de las fases del sistema de recolección de los residuos sólidos. Esta consiste en especificar el recorrido que debe realizar el vehículo recolector, con el fin de recolectar los residuos que se generan en el sector de la mejor forma posible.

En la República Dominicana las rutas de recolección son creadas por los conductores de los camiones recolectores sin la aprobación de un especialista que certifique que el recorrido pueda funcionar de forma adecuada. Un mal diseño de la ruta de recolección puede traer consecuencias graves, entre las cuales se pueden mencionar:

- Ineficiencia en la operación y el funcionamiento del vehículo recolector.
- Mal manejo de personal.
- Reducción de la cobertura que puede abarcar el servicio de limpieza.
- Tiraderos clandestinos a cielo abierto.

Para el diseño de rutas se deben tomar en cuenta las siguientes reglas básicas dadas en el (Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales):

- a) El diseño de rutas trata de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total.
- b) Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad o localidad en estudio.
- c) El inicio de una ruta debe estar cerca del garaje y el final cerca del lugar de disposición final de residuos sólidos.
- d) En lugares con pendientes fuertes o desniveles altos, debe procurarse hacer el recorrido de la parte alta a la parte baja. Si se presentan

hondonadas que hay que bajar y luego subir, hay que procurar atenderlas al comienzo del viaje, cuando el vehículo recolector va con poca carga.

- e) Tratar de recolectar simultáneamente ambos lados de la calle. Sin embargo, ello no es recomendable en avenidas muy anchas o con mucho tránsito.
- f) Se debe respetar el sentido de circulación y la prohibición de ciertos virajes.
- g) Evitar los giros a la izquierda y las vueltas en U, porque hacen perder tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.
- h) Las calles con mucho tránsito deben recorrerse en las horas en que este disminuye.
- i) Cuando hay estacionamientos de vehículos, hay que procurar efectuar la recolección en los momentos que la calle está más despejada.
- j) En las calles muy cortas o sin salida, es preferible que los vehículos recolectores no entren en ellas, sino que esperen en la esquina y que el personal vaya a buscar los receptáculos con los residuos, o en su caso el público lo deposite en la esquina más cercana a la ruta de recolección. Esto economiza mucho tiempo.
- k) Cuando la recolección se hace simultáneamente a ambos lados de la calle, deben hacerse recorridos largos y rectos, con pocas vueltas.

- l) Cuando la recolección se hace primero por un lado de la calle y después por el otro, generalmente es mejor tener recorridos con muchas vueltas a la derecha alrededor de manzanas.
- m) Es preciso reconocer muy bien las características propias de la ciudad para que las rutas de los camiones recolectores no causen muchos problemas.

El diseño de rutas puede realizarse con macrorutas o microrutas, su elección se basa en la preferencia del encargado del área de residuos sólidos en ese municipio. Ambos criterios pueden ser utilizados para alcanzar una buena eficiencia en el recorrido de los vehículos recolectores.

El (Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales) nos muestra de la siguiente manera como usar cada diseño:

Macrorutas

Se denomina macrorutas a la división de la ciudad en sectores operativos, a la determinación del número de camiones necesarios en cada una y a la asignación de un área del sector en cada vehículo recolector.

Básicamente el macroruteo consiste en dos etapas: proyectos de gabinete y ajuste de campo; en el primero se hace el cálculo teórico de las necesidades u áreas asignadas a cada vehículo, y en el segundo se afinan los contornos de las mismas para balancearlos y nivelar las cargas de trabajo entre las diferentes cuadrillas.

En forma general, se puede decir que el diseño de las macrorutas se puede llevar a cabo de la siguiente manera:

Sectorización

La sectorización consiste en dividir la ciudad (si es lo suficientemente grande), en sectores operativos, de manera que cada uno tenga los vehículos de recolección requeridos, oficinas y garaje, buscando que sea una sección administrativa autónoma con servicios de mantenimiento preventivo y limpieza.

Criterio para definir los sectores, además de unidades de recolección considera cerros, cañadas, ríos, calles, avenidas, vías férreas, etc.

Zonificación del sector

Cada sector se debe dividir en zonas que serán cubiertas por un vehículo recolector durante la semana. Para realizar esto se debe contar con la siguiente documentación, para cada colonia o barrio dentro del sector.

- Planos que contengan: urbanización, áreas pavimentadas, topografías y tipos de disposición y/o tratamientos.
- Zonas de habitación unifamiliar: nivel socioeconómico, número de casas, tránsito, viabilidad y número de habitantes por vivienda.
- Localización de puntos de generación de residuos sólidos: mercados, supermercados, centros comerciales, cines, hospitales, restaurantes, etc.
- Generación unitaria de residuos sólidos de los elementos anteriores.

- Método de recolección a utilizar
- Frecuencia de recolección

Un diseño preliminar de macrorutas se puede hacer partiendo de la población “P” de una zona de la ciudad, de la producción de residuos en Kg/hab/día “G” y de la frecuencia del servicio “F”, expresado en días/semana. El número de días que transcurren entre dos recolecciones serán G/F , si no consideramos por el momento lo que ocurre los días domingo y se trabaja seis por semana.

Población

Generalmente la vida de un proyecto de recolección es corta entre 5 y 8 años, según la vida útil del equipo, por lo tanto es necesario estimar la población durante unos 10 años y establecer un programa de reposición de equipo.

Producción de residuos

Para determinar la producción de residuos sólidos, en kilogramos/habitantes/día, es preciso pesar todos los vehículos recolectores durante una semana y dividir la carga total por la población atendida y por siete días. El cálculo puede hacerse para toda una ciudad, pero como suele haber variaciones para las diferentes zonas de la misma, se obtienen valores más exactos si la determinación se efectúa para cada sector. Sin embargo, a menudo esto es muy difícil de realizar si no se cuenta con un censo la población en el sector. Para un primer cálculo basta conocer el valor “G” promedio de la ciudad.

Debido a los cambios de los hábitos de consumo, hay un incremento que debe tomarse en cuenta aumentando anualmente la producción de residuos sólidos de diseño (2 a 3% anual).

Frecuencia de la recolección

La frecuencia “F” resulta de las decisiones previas a tomar en la recolección; mientras menor sea la frecuencia, más económica es la recolección. Como la mosca tarda entre 9 y 20 días en llegar del huevo a adulto, por razones sanitarias no conviene reducir la frecuencia a menos de 2 veces por semana y, como límite una vez por semana. En América Latina es un lujo innecesario la recolección diaria por su alto costo y es riesgosa para la salud la frecuencia menor a dos veces por semana.

Capacidad del vehículo

La capacidad depende del volumen de la caja y de la densidad que alcanzan los residuos sólidos, dependiendo esta misma de la existencia de mecanismos compactadores.

Normalmente la capacidad de los vehículos se expresa la capacidad de los vehículos se expresa en m^3 (o y^3) pero conociendo el peso específico “e” en Kg/m^3 de los residuos sueltos y el grado de compactación “g” que se puede esperar en el recolector.

Número de viajes por turno

El número de viajes por turno puede ser 1, 2, ó 3, y eventualmente 4. En un primer cálculo puede considerarse $N=2$ pero más adelante se explica cómo

ajustarlo según el tiempo disponible. Una vez definidos los parámetros anteriores, determinaremos: el número de vehículos necesarios o zonas en que se dividirá el sector, número de viajes por vehículo; capacidad útil del vehículo; tamaño de la cuadrilla; la distancia productiva y los ajustes.

Número de vehículos necesarios o zonas en que se dividirá el sector

$$Nv = \frac{G \times P \times 7 \times Fr \times K}{N \times C \times dh}$$

Donde:

Nv= número de vehículos necesarios o zonas en que se dividirá el sector.

G=producción de residuos sólidos en Kg/hab/día; se obtiene de una muestra e incluye un porcentaje adicional por residuos no domésticos.

P=población de diseño en habitantes.

N=número de viajes por unidad por jornada normal de trabajo.

C=capacidad útil de vehículo en Kg.

7/dh=relación que toma en cuenta los residuos sólidos generados entre los días que se trabaja.

Fr=factor de reserva 1.07 a 1.20 según el estado, edad promedio y mantenimiento de la flotilla.

K=factor de cobertura, 1.00 en sectores céntricos, disminuyendo en periferia.

Número de viajes por vehículo

Una vez seleccionado un vehículo el número de viajes se convierte en un parámetro clave para medir la eficiencia del sistema de recolección. Para estimar el número de viajes es necesario definir los tiempos requeridos por el vehículo para realizar cada una de las acciones que forman su ciclo de trabajo, el cual se expresa de la siguiente forma:

$$N = \frac{t + Trr - Tg - Tgr - Trg}{Tr + 2Trr + Tm}$$

Donde:

t=duración del turno o tiempo hábil por día

N=número de viajes del camión, por turno normal de trabajo.

Tg=tiempo de preparación en garaje

Tgr=tiempo de traslado de garaje a ruta

Tr=tiempo de recolección =(Tr+Tr)U

U=número de usuarios servidos en un viaje

Trr=tiempo de ruta a sitio de disposición o estación de transferencia

Tm=tiempo de pesaje, transporte interno, espera de descarga, etc, en sitio de disposición o estación de transferencia.

Trg=tiempo de ruta a garaje.

Sin embargo, el número de viajes “N” establecido debe cumplirse dentro de la jornada de trabajo. Si se cumple, es posible calcular la distancia que puede recorrerse recolectando los residuos sólidos.

Por lo tanto, para determinar la distancia que recorre el vehículo durante el turno, se puede definir como:

$$Km = \frac{P}{d}$$

Así mismo si consideramos la velocidad de avance del vehículo y el tiempo disponible para la recolección, esta distancia se determina mediante la siguiente expresión:

$$Km = T \times r \times 60$$

Capacidad útil del vehículo

La capacidad depende del volumen de la caja y de la densidad que alcanza el residuo sólido, dependiendo esta última de la existencia de mecanismo compactadores.

En el caso del tamaño de la caja, deberá escogerse con cuidado ya que la capacidad de recolección de un vehículo está dada más bien en función del rendimiento y tamaño de la cuadrilla más que del volumen de la caja.

Por otro lado, a mayor tamaño de la caja, mayor carga trasladada y menor costo unitario.

Una consideración importante en el momento de hacer la selección es el hecho de que, para un cierto tamaño de caja, se hace necesario el uso de ejes tipo “tándem”.

La capacidad útil está dada por:

$$C = V \times P_v$$

Donde:

C=capacidad del vehículo en kg.

V=volumen de la caja del vehículo, en m³

P_v=Peso volumétrico de los residuos sólidos en el vehículo en kg/m³.

Número de casas o usuarios por vehículo

El número de casas o usuarios que puede servir un vehículo se estima a través de la siguiente fórmula:

$$U = \frac{N \times C \times F}{H_c \times G}$$

Donde:

U=usuarios servidos por el vehículo en una jornada normal de trabajo.

N=número de viajes que puede realizar el vehículo en la jornada

C=capacidad del Vehículo, en kg

F=Frecuencia de recolección

H_c=Habitante promedio por casa o vivienda.

G=producción de residuos sólidos en kg/hab/día

La zona o ruta que se asigna al vehículo para cubrirla en la semana de seis días hábiles, deberá tener un número de viviendas dado por:

$$U= u \times c$$

Para:

$$F=6/7; c=1$$

$$F=3/7; c=2$$

$$F=2/7; c=3$$

$$F=1/7; c=6$$

Tamaño de la cuadrilla

Este es un parámetro esencial para optimizar el uso del vehículo recolector de acuerdo con el tamaño de la caja y se puede estimar a través de la siguiente relación:

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

Donde:

Nr=número de recolectores

N=número de viajes que puede efectuar el vehículo durante la jornada normal de trabajo.

C=capacidad útil del vehículo en kg.

R=rendimiento en kg/hombre-hora

H=duración de la jornada normal en horas.

Diseño de rutas

Después de efectuar la zonificación es necesario diseñar cada ruta en detalle, para lo cual es preciso considerar las reglas básicas, que se sustentan en una serie de factores variables de acuerdo con la localidad en cuestión, los cuales se enuncian a continuación:

- Traza urbana de la localidad
- Topografía de la localidad
- Ancho y tipo de las calles
- Método de recolección
- Equipo de recolección
- Densidad de población
- Generación de residuos sólidos

Para eso se dibuja un plano en la zona, de preferencia a una escala de 1:5000, y sobre él se pone una hoja de papel transparente en la cual se marcan, con línea llena los tramos de la ruta prevista en que se está recogiendo residuos sólidos (distancia productiva), y con línea de segmentos aquellos que el

vehículo sólo se está desplazando de un lugar a otro (distancia muertas), las calles en que el vehículo no entra, sino que espera a que el personal vaya a buscar los receptáculos con basura, se marcan con línea llena delgada y suelen denominarse “alcance”. Cambiando las hojas de papel transparente se dibujan varias alternativas.

De todas las alternativas se elige aquella en la que la longitud de la línea de segmento sea mínima. Un buen diseño de una ruta puede permitir economías de tiempo de hasta una hora o más.

Microrutas

Se denomina microruteo, al recorrido específico que deben realizar diariamente los vehículos recolectores de residuos, en los sectores de la ciudad donde han sido asignados.

El diseño de microrutas debe hacerse con base en una serie de factores variables de acuerdo con la ciudad en estudio, los cuales se enuncian a continuación:

- Plano que contenga; trazo urbano, topografía, ancho y tipo de calles y tipos de disposición final.
- Método de recolección.
- Equipo de recolección
- Densidad de población
- Generación de residuos sólidos

Métodos para el diseño de microrutas

En forma general se puede decir que los métodos determinísticos son los más recomendables para el diseño de microrutas, ya que en ellos se pueden involucrar todos los parámetros que inciden en el diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos. Además, con este tipo de métodos si se obtienen rutas optimas de recolección de residuos sólidos. Ahora bien, dos de los más importantes métodos determinísticos son los siguientes algoritmos:

- Algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero.
- Algoritmo del cartero chino.

El primero de ellos se aplica en los casos en que la demanda es discreta; el segundo, es ideal para los casos en que la demanda es continua o semi-continua. De acuerdo con lo último, el algoritmo de Littel se debe utilizar cuando el método de recolección de residuos sólidos es exclusivamente de esquina o parada fija; mientras que, con el algoritmo del cartero chino, se diseñaran las rutas de recolección de residuos sólidos, cuando la ciudad cuente con un método de recolección tipo acera o intradomiciliario o bien alguna de sus variantes.

Cabe aclarar que el algoritmo del cartero chino, también se puede emplear para el diseño de las rutas de barrido manual y mecánico.

Algoritmo de Littel para resolver el problema del agente viajero

Este algoritmo recibe denominación en virtud de que Litte J.D.C etc, sugirió utilizar el algoritmo de “Branch and Bound” (ramal y zona limítrofe) de la solución de la ruta más corta del agente viajero.

El problema del agente viajero se ha formulado de la siguiente forma matemática: construya un gráfico $G=(X,A)$, cuyas vértices corresponden a las ciudades por visitar y los arcos (calles) son los caminos que unen a los puentes. Sea la longitud de cada arco $a(x,y)>0$, con todos los arcos formando un conjunto $(x,y)A$. Un circuito es un gráfico que incluye todos los vértices al menos una vez y si el circuito cumple con ciertos requisitos matemáticos (simetría, desigualdad del triángulo, no parámetros, etc), se le denomina circuito Hamiltoniano, esto es:

$$G=(X,A)$$

$$X = \{X_0, X_1, X_2, \dots, X_n\}, X_i > 0$$

$$A = \{A_0, A_1, A_2, \dots, A_n, A_f\}, A_i > 0$$

En un análisis inicial el problema del agente viajero es el de, luego de iniciar su ruta en una ciudad dada, teniendo que presentarse en $n-1$ ciudades al menos una vez y regresar a la ciudad base, con la restricción de efectuar su traslado al menor costo posible. Las distancias y costos de traslado se conocen antes de iniciar la ruta. El problema del agente viajero es famoso por su sencillo planteamiento y difícil solución. Existen $(n-1)$ rutas posibles y al menos una ruta se ajusta a la restricción del costo mínimo. A menudo se proponen soluciones

poco prácticas, de menos costo, pero ineficientes, otras soluciones a todas luces no son óptimas y en otras se sigue dependiendo del personal que diseña el método de solución comúnmente llamado algoritmo. El mismo Little estima que las necesidades de almacenamiento de las computadoras aumenta hasta hacerse poco práctico cuando se deben calcular las rutas posibles, y luego evaluar los menores costos cuando se optimiza a más de 10 ciudades. Si a esto se suma el hecho práctico que muchas rutas son simétricas; esto es, a menudo no cuenta lo mismo viajar desde la ciudad A a la ciudad B, que hacerlo desde la ciudad B a la ciudad A.

Belmore and Nmhauser, recomiendan tres formas de reducir el tiempo y costo de computación de las rutas: mejora ruta a ruta; guía de ruta y la eliminación de rutas menores.

- **Mejora de ruta a ruta**

El analista va generando rutas solución hasta llegar a una ruta que le parezca satisfactoria; utilizando soluciones heurísticas, esto es, soluciones basadas en el conocimiento y experiencia del analista en mejorar las rutas. Esta solución empírica no garantiza una solución óptima, pero si una solución práctica.

- **Guía de ruta**

En esta forma se plantea construir la ruta, siempre tomando la ruta más corta a la ciudad vecina. La gran limitante es a veces que elegir sólo la ciudad más cercana puede no optimizar la ruta, aunque si garantiza una solución práctica.

- **Eliminación de las rutas menores**

Nuevamente se basa en consideraciones heurísticas, es decir que secciones de la ruta le hacen alejarse de lo óptimo; y en consecuencia el costo de una sección de la ruta rebasa el límite superior (o capacidad del vehículo recolector).

Casi todos los investigadores sugieren el uso de consideraciones heurísticas para reducir los costos de computación y aceptar soluciones factibles mejor que buscar infinitamente una solución óptima.

Algoritmo del cartero chino

Es una aplicación de la solución de redes de flujo con arcos (calles) dirigidos.

Hay un número de rutas que se pueden trazar uniéndose una serie de vértices de tal manera de visitarlos a todos al menos una vez.

Euler planteó el problema de trasladar un desfile militar atravesando los siete puentes de su ciudad natal. Estudiando la configuración de los puentes y las calles encontró que no existía solución factible y propuso una serie de leyes matemáticas para hallar todos los recursos existentes en una red. Así se ha definido como un circuito Euler a toda ruta que, sea continua, que cubra cada arco de la red al menos una vez y que regrese a su punto de partida.

Si los arcos no son unicursivos, (en una sola dirección) se pueden utilizar reglas muy sencillas para saber si hay una solución de ruta Euler.

Si el número de vértices en la red es un número impar, existe una solución tipo Euler; de ser un número par, no existe dicha solución y algunos arcos deben ser trazados más de una vez.

Suposiciones en que se basan estos algoritmos

- a) Los costos unitarios de transportación son independientes de la cantidad de residuos sólidos transportados.
- b) Se cuenta con un número óptimo de sitios de disposición final o de estaciones de transferencia.
- c) La generación de residuos sólidos es fija, no variable y siempre fijada en un sitio.
- d) No existen restricciones de capacidad en el sitio de disposición final o estación de transferencia al aceptar los residuos sólidos recolectados.
- e) El tiempo en que la solución óptima es aplicable es limitado (o en otras palabras no está incluido el factor tiempo en la formación del algoritmo).

Desventajas

Los algoritmos del agente viajero y del cartero chino no toman en cuenta prioridades dentro de la microruta. Una prioridad puede ser una mayor generación (más demanda del servicio) en cierto sitio entre muchos otros de menor generación (demanda menor). Son poco flexibles. Cualquier cambio en la topografía, generación, climatología, cambio en la velocidad de cruce del vehículo recolector, cambio en sentido de las calles; hacen necesario reformular toda la subrutina para encontrar rutas disponibles.

Los algoritmos dependen de su funcionalidad, de la experiencia que tiene el analista en microrutas para proponer salidas heurísticas y reducir los requerimientos de cálculo. Ninguno de los algoritmos presenta realmente soluciones óptimas, a mejor opción del algoritmo y del analista, sólo obtendrá como resultado soluciones factibles.

Así mismo no se contempla la intervención de otras unidades de recolección con capacidad de transporte variable y costos unitarios. Esto es, si una cuadrilla asignada a una microruta de recolección no termina su meta, no puede haber otra cuadrilla disponible para completar la misión finalizada.

CAPITULO III- MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se describen los métodos implementados para sustentar la investigación. La determinación de los métodos utilizados se basa en la forma en que se analizan los elementos de estudio y el procedimiento que se lleva a cabo para cumplir con los objetivos específicos de la investigación.

3.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación va orientada al método cuantitativo, en las investigaciones de este tipo se debe llevar un proceso secuencial que analice la realidad del objeto a investigar con valores numéricos y a través del uso de métodos estadísticos. Este tipo de enfoque permite llevar la investigación desde un plano general a uno particular explicando la realidad desde una perspectiva externa y objetiva.

Para cumplir con los objetivos de esta investigación se realizaron entrevistas informales y se utilizaron las estadísticas que ofrece la OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS con la finalidad de realizar los cálculos correspondientes sin alterar los resultados y aproximarlos lo más posible a la realidad.

3.2 Tipo de investigación

La investigación propone un modelo de recolección y transporte de los residuos sólidos que pueda mejorar la situación actual en el Distrito Nacional, este tema es muy común pero todavía no se ha encontrado una solución y aunque se ha buscado la manera de mejorar el procedimiento para asear la ciudad, los métodos utilizados siguen siendo ineficientes. Busca solucionar un problema que afecta la salud de la población. De acuerdo al análisis global y teniendo en cuenta lo anteriormente escrito el tipo de investigación es aplicada.

Las informaciones obtenidas en el presente trabajo fueron tomadas de publicaciones, noticias e informes, con la finalidad de explicar el manejo inadecuado de los residuos sólidos en la República Dominicana y proponer una solución que aumente la calidad de vida de la población, y que sirva como guía para la institución responsable. Este tipo de investigación es conocida como investigación explicativa, en esta se recolecta la información para explicar y ofrecer conclusiones al respecto.

De acuerdo a la recolección de los datos esta investigación es de campo. Según (Santa Paella y Feliberto Martins, 2006) la investigación de campo consiste en la recolección de datos directo de la realidad, sin manipular o controlar las variables. El investigador no manipula las variables debido a que se pierde el entorno de la naturalidad en el cual se manifiesta.

3.3 Procedimiento de la investigación

En el transcurso de la investigación se realizaron las siguientes fases:

Fase 1: Se recolectaron las informaciones necesarias en publicaciones, normas, documentos, informes y mediante la observación del manejo de los residuos sólidos en el Distrito Nacional.

Fase 2: Se realizó la elaboración de una propuesta teniendo en cuenta los métodos de transporte y de recolección que pueden ser utilizados.

Fase 3: Se presentan las conclusiones y recomendaciones que sirven para mejorar el sistema de recolección y transporte utilizado en la actualidad y aumentar la calidad de vida de la población que vive en el sector.

3.4 Método de investigación

Este tipo de investigación utiliza el método inductivo, ya que mediante observaciones se conocen las causas del problema y se busca una solución general que garantice el manejo adecuado de los residuos sólidos en el Distrito Nacional.

3.5 Técnicas de Investigación

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron entrevistas abiertas al personal de algunos establecimientos con la intención de conocer la forma en que manejan los residuos sólidos, observaciones abiertas en los lugares donde se depositan los residuos sólidos antes de ser recolectados y análisis de documentos relacionados con el tema.

3.6 Población y muestra

El tipo de muestreo utilizado en esta investigación es el no probabilístico. La muestra utilizada como representación fue tomada a conveniencia de manera informal. Se tomaron decisiones respetando los criterios establecidos para cumplir con el objetivo de la investigación.

Las investigaciones de este tipo no representan con exactitud los elementos de una población, sino, una cuidadosa y controlada elección de los componentes necesarios para alcanzar el objetivo establecido de la investigación.

CAPITULO IV- RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1 Marco contextual

Luego de haber investigado se llegó a la conclusión que el sector ideal para realizar el piloto sería el Ensanche Piantini, debido a que en su delimitación geográfica posee diferentes fuentes de generación de residuos sólidos tales como: restaurantes, plazas comerciales, torres empresariales, viviendas, bombas gasolineras y centros comerciales. Ya que la mayoría de residentes de este sector pertenecen han recibido cierta educación se les puede hacer más fácil adaptarse al modelo propuesto que a otros sectores.

Ensanche Piantini es un distrito o barrio dentro de la ciudad de Santo Domingo en el Distrito Nacional de la República Dominicana.

Piantini está especialmente poblado por individuos de la clase alta. Fue seleccionado para la propuesta de modelo de recolección de residuos sólidos por ser el sector más organizado para emplear cualquier método llevado a cabo.

En la imagen se puede ver el área que comprende el sector.

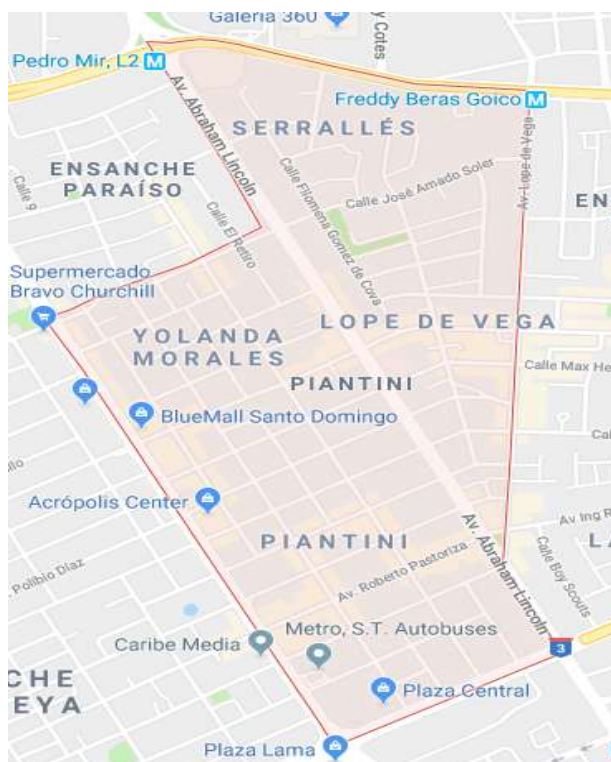


Ilustración 10: Ubicación del sector Piantini

Fuente: GoogleMap

4.2 Cálculo de residuos sólidos

4.2.1 Población

BARRIO			
Circunscripción Circ. 1	Barrio: FIANTINI	Año del Censo: 2010	

POBLACIÓN			
Número de Habitantes: 9,957			

GENERO POBLACIONAL			
Masculino: 4,421		Femenino: 5,536	

CLASIFICACIÓN OCUPACIONAL			
Empleador o Patrón: 1,244		Trabaja por su Cuenta: 655	
Trabajador Asalariado: 4,005		Servicio Doméstico: 954	
Trabajador Familiar No Pagado: 101			

DIMENSIONES			
Área: 1,950	Manzanas: 95	Viviendas: 4,436	Densidad Poblacional: 5,106 hab/km ²

CENTROS EDUCATIVOS			
Escuelas:		Cantidad Estudiantes:	
Colegios: 11		Cantidad Estudiantes: 2,719	

Tabla 3: Datos del Censo 2010

Fuente: Ayuntamiento del Distrito Nacional

En base al ayuntamiento las estadísticas dadas dicen que el promedio diario de desechos sólidos es 0.912 kg/día/habitante, tomando en cuenta todas las viviendas que existen en este sector. El cálculo de la población futura se realizará con la ecuación no lineal

$$Pf = Po(1 + r)^t$$

t= tiempo en años, entre Po y Pf.

r= tasa de crecimiento observado en ese periodo.

Considerando que el modelo puede tener una vida útil de 5 años y llevando la población a la actualidad, el tiempo en años entre Po y Pf va a tener un valor de 13 años. El censo estima una tasa de crecimiento para el distrito nacional de 0.667%, por lo que "r" va a tener un valor de 0.667%.

La población inicial tomada del censo realizado en el año 2010 para el sector Piantini es de 9,957 personas. En el 2010 tenía 11 colegios con 2,719 estudiantes. Y con un personal de servicio doméstico de 984 personas.

Sustituyendo estos valores en la formula se obtiene lo siguiente:

$$Pf = 13,660 \times (1 + 0.00667)^{13} = 14,893 \text{ personas}$$

Para obtener la cantidad de residuos sólidos que genera la población de Piantini se utiliza el promedio de residuos que produce una persona en un día y la cantidad de personas que vive en el sector.

4.2.2 Restaurantes

Se realizó una lista de todos los restaurantes localizados en el sector. A continuación, se mencionan sus nombres y la calle donde están ubicados.

Tabla 4: Listado de restaurantes en Piantini

Restaurantes	Calle
1 Don Pepe	Porfirio Herrera #31
2 Laurel	Andres Julio Aybar
3 La Dolcerie	Rafael Augusto Sanchez #20
4 Samurai	Del Seminario #20
5 Mijas	Max Henriquez Ureña

6 Sophias's Bar and Grill	Paseo De los locutores #9
7 O.Livia	Lope de Vega #44
8 Lincoln Road	Max Henriquez Ure;a #61
9 Adrian Tropical	Abraham Lincoln #803
10 Papa Jhon	Abraham Lincoln #805
11 Mc Donalds	Abraham Lincoln #806
12 Quiznos	Abraham Lincoln #807
13 3 Mariachis	Roberto Pastoriza
	Abraham Lincoln , esq Gustavo Mejia Ricart
14 Mitre	Andres Julio Aybar #25
15 Turo	Porfirio Herrera #7
16 Once 30	Plaza Anda Lucia Primer Nivel
17 Barra Piantini	Max Henriquez Ure;a #84
18 Barelo	Porfirio Herrera #23
19 La Placette Lounge & Garden	Federico Geraldino
20 Filomena	Agustin Lara, esq gustavo mejia ricart
21 La esquina del chicharron	gustavo mejia ricart #124
22 Francesco Tratorria	Manuel de Jesus Troncoso, esq Roberto Pastoriza
23 Le Vongole	Max Henriquez Ure;a #83
24 Wok Asian Bistro	Victor Garrido Puello #16
25 Fresh Fresh Café SD	Federico Geraldino #14
26 La Pesaca de Oro	Abraham Lincoln #858
27 Monalissa	gustavo mejia ricart #95
28 El Chef	Manuel de Jesus Troncoso #23
29 Elysee Café Bistro	Winston Churchill #202
30 Los Huaraches	Agustin Lara #16
31 Carne & Co	esq federico geraldino , gustavo mejia ricart
32 Subway	Victor Garrido Puello #16
33 Loretta Café Bistro	Gustavo Mejia Ricart
34 Julietta Brasseire	Federico Geraldino
35 Pizzarelli Trattoria	Gustavo Mejia Ricart #80
36 Chino yu	Gustavo Mejia Ricart #67
37 Mofongo el Mocano	Gustavo Mejia Ricart #91
38 Victoria Porter House	Federico geraldino esq, roberto pastoriza
39 Mustard	

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de residuos sólidos generados por los restaurantes varían de 4 a 12 m3 por día. Se realizaron visitas a los restaurantes para saber la cantidad

de residuos sólidos que genera cada uno. Para saber la cantidad exacta se midieron los contenedores y se tomó en cuenta las veces en que los camiones recolectores pasan a recolectar la basura.

4.2.3 Hoteles

Los hoteles ubicados en el sector se presentan a continuación.

Tabla 5: Listado de Hoteles en Piantini

Hoteles	Calle
1 Intercontinental Real SD	Winston Churchill
2 Holiday Inn SD	Abraham Lincoln

Fuente: Elaboración Propia

Los residuos que generan los hoteles se deben tomar en cuenta para la recolección debido a la gran cantidad de residuos que estos generan. Para saber la cantidad de residuos que genera un hotel se investigaron los días en que pasa el camión a llevarse los contenedores, se observaron los contenedores que estos utilizan y por medio a la capacidad a compresión que pueden tener los contenedores compactadores se obtiene la cantidad de residuos generados en los hoteles. La cantidad de residuos de los hoteles en Piantini varían desde los 16.43 hasta los 32.86 m³ por día.

4.2.4 Centros Comerciales

Los centros comerciales localizados en el sector se presentan a continuación.

Tabla 6: Listado de Centros Comerciales en Piantini

Centros Comerciales	Calle
1 Agora Mall	Jhon F. Kennedy esq abraham Lincoln Winston Churchill esq. Gustavo Mejia
2 Blue Mall	Ricart

3 Acropolis	Winston Churchill
4 Plaza Central	Av 27 de febrero esq, winston churchill
5 UniCentro	Av 27 de febrero esq, abraham lincoln

Fuente: Elaboración Propia

Los residuos que generan los centros comerciales se deben tomar en cuenta para la recolección debido a la gran cantidad de residuos que estos generan. Para saber la cantidad de residuos que genera un centro comercial se investigaron los días en que pasa el camión a llevarse los contenedores, se observaron los contenedores que estos utilizan y por medio a la capacidad a compresión que pueden tener los contenedores compactadores se obtiene la cantidad de residuos generados en los centros comerciales. La cantidad de residuos que se generan en los centros comerciales del sector Piantini varían desde los 21.54 m³ hasta los 161.06 m³ por día.

4.2.5 Plazas Comerciales

Las Plazas Comerciales localizadas en el sector se presentan a continuación.

Tabla 7: Listado de Plazas Comerciales en Piantini

Plazas Comerciales	Calle
1 Plaza Andalucía	Ave. Abraham Lincoln
2 Plaza Piantini	Manuel de Jesus Troncoso
3 Plaza Dorada	Roberto pastoriza
4 Plaza Las Americas I	Roberto pastoriza
5 Plaza Las Americas II	Paseo de los Locutores
6 Plaza Laura	Hector Inchaustegui Cabral
7 Plaza Morichal	Max Enrique Ureña
8 Plaza Paseo de la Churchill	Roberto pastoriza
9 Plaza la Francesa	Ave. Abraham Lincoln
10 Plaza la Bolera	Roberto pastoriza

Fuente: Elaboración Propia

Los residuos que generan las plazas comerciales se deben tomar en cuenta para la recolección debido a que representan un buen porcentaje de la cantidad de residuos que se genera en el sector. Para saber la cantidad de residuos que generan en las plazas comerciales se investigaron los días en que pasa el camión a llevarse la basura y se midieron cada uno de los contenedores para saber la capacidad de cada uno. La cantidad de residuos que se generan en las plazas comerciales del sector Piantini varían desde los 5.2 m³ hasta los 6.1 m³ por día.

4.2.6 Bombas Gasolineras

Las bombas Gasolineras localizadas en Piantini se presentan a continuación.

Tabla 8: Listado de Bombas Gasolineras en Piantini.

Bombas Gasolineras	Calle
1 Total Paraiso	Wiston Churchill
2 Next	Ave. Abraham Lincoln
3 Estacion Lira	Roberto Pastoriza con Ave. Abraham Lincoln
4 Texaco Lopez de Vega	Lopez de Vega

Fuente: Elaboración Propia

Los residuos que generan las bombas gasolineras se deben tomar en cuenta para la recolección debido a que la cantidad de residuos que estas generan es representativa en el sector. Para saber la cantidad de residuos que generan las bombas gasolineras se visitaron los establecimientos para medir los contenedores donde depositan la basura y para investigar los días que pasa el camión compactador. La cantidad de residuos que se generan en las bombas gasolineras del sector piantini varían desde los 6.9 m³ hasta los 8.5 m³ por día.

4.2.7 Resumen Cantidad de residuos sólidos generados en el sector

Piantini

Tabla 9: Cálculo de la cantidad de residuos sólidos generado en Piantini.

	Restaurantes	Calle	m3/día de basura sin compactar	COMPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS			
				(Materia Organica Y otros 60%)	(Plasticos 15%)	(Carotnes, Papeles y tetrapack 20 %)	(Vidrio 5 %)
1	Don Pepe	Porfirio Herrera #31	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
2	Laurel	Andres Julio Aybar	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
3	La Dolcerie	Rafael Augusto Sanchez #20	7.00	4.20	1.05	1.40	0.35
4	Samurai	Del Seminario #20	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
5	Mijas	Max Henriquez Ure;a	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
6	Sophias's Bar and Grill	Paseo De los locutores #9	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
7	O.Livia	Lope de Vega #44	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
8	Lincoln Road	Max Henriquez Ure;a #61	12.00	7.20	1.80	2.40	0.60
9	Adrian Tropical	Abraham Lincoln #803	12.00	7.20	1.80	2.40	0.60
10	Papa Jhon	Abraham Lincoln #805	8.00	4.80	1.20	1.60	0.40
11	Mc Donalds	Abraham Lincoln #806	10.00	6.00	1.50	2.00	0.50
12	Quiznos	Abraham Lincoln #807	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
13	3 Mariachis	Roberto Pastoriza	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
14	Mitre	Abraham Lincoln , esq Gustavo Mejia Ricart	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
15	Turo	Andres Julio Aybar #25	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
16	Once 30	Porfirio Herrera #7	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
17	Barra Piantini	Plaza Anda Lucia Primer Nivel	4.00	2.40	0.60	0.80	0.20
18	Barelo	Max Henriquez Ure;a #84	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
19	La Placette Lounge & Garden	Porfirio Herrera #23	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
20	Filomena	Federico Geraldino	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
21	La esquina del chicharron	Agustin Lara, esq gustavo mejia ricart	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
22	Francesco Trattoria	gustavo mejia ricart #124	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
23	Le Vongole	Manuel de Jesus Troncoso, esq roberto pastoriza	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
24	Wok Asian Bistro	Max Henriquez Ure;a #83	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
25	Fresh Fresh Café SD	Victor Garrido Puella #16	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
26	La Pesaca de Oro	Federico Geraldino #14	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
27	Monalissa	Abraham Lincoln #858	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
28	El Chef	gustavo mejia ricart #95	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
29	Elysee Café Bistro	Manuel de Jesus Troncoso #23	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
30	Los Huaraches	Winston Churchill #202	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
31	Carne & Co	Agustin Lara #16	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
32	Subway	esq federico geraldino , gustavo mejia ricart	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
33	Loretta Café Bistro	Victor Garrido Puella #16	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
34	Julietta Brasseire	Gustavo Mejia Ricart	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
35	Pizzarelli Trattoria	Federico Geraldino	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
36	Chino yu	Gustavo Mejia Ricart #80	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
37	Mofongo el Mocano	Gustavo Mejia Ricart #67	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
38	Victoria Porter House	Gustavo Mejia Ricart #91	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
39	Mustard	Federico geraldino esq, roberto pastoriza	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
Total de Residuos sólidos			251.00	150.60	37.65	50.20	12.55

Hoteles	Calle	m3/día de basura sin compactar	(Materia Orgánica Y otros 60%)	(Plásticos 15%)	(Carotnes, Papeles y tetrapack 20%)	(Vidrio 5%)
1 Intercontinental Real SD	Winston Churchill	32.86	19.71	4.93	6.57	1.64
2 Holiday Inn SD	Abraham Lincoln	16.43	9.86	2.46	3.29	0.82
Total de residuos sólidos		49.29	29.57	7.39	9.86	2.46
Centros Comerciales	Calle	m3/día de basura sin compactar	(Materia Orgánica Y otros 60%)	(Plásticos 15%)	(Carotnes, Papeles y tetrapack 20%)	(Vidrio 5%)
1 Agora Mall	Jhon F. Kennedy esq abraham Lincoln	161.06	96.64	24.16	32.21	8.05
2 Blue Mall	Winston Churchill esq. Gustavo Mejia Ricart	79.80	47.88	11.97	15.96	3.99
3 Acropolis	Winston Churchill	64.43	38.66	9.66	12.89	3.22
4 Plaza Central	Av 27 de febrero esq, winston churchill	28.57	17.14	4.28	5.71	1.43
5 UniCentro	Av 27 de febrero esq, abraham lincoln	21.54	12.93	3.23	4.31	1.08
Total de Residuos Sólidos		355.40	213.24	53.31	71.08	17.77
Plazas Comerciales	Calle	m3/día de basura sin compactar	(Materia Orgánica Y otros 60%)	(Plásticos 15%)	(Carotnes, Papeles y tetrapack 20%)	(Vidrio 5%)
1 Plaza Andalucía	Ave. Abraham Lincoln	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
2 Plaza Piantini	Manuel de Jesus Troncoso	5.80	3.48	0.87	1.16	0.29
3 Plaza Dorada	Roberto pastoriza	5.40	3.24	0.81	1.08	0.27
4 Plaza Las Americas I	Roberto pastoriza	5.90	3.54	0.89	1.18	0.30
5 Plaza Las Americas II	Paseo de los Locutores	6.10	3.66	0.92	1.22	0.31
6 Plaza Laura	Hector Inchaustegui Cabral	5.60	3.36	0.84	1.12	0.28
7 Plaza Morichal	Max Enrique Ureña	5.20	3.12	0.78	1.04	0.26
8 Plaza Paseo de la Churchill	Roberto pastoriza	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
9 Plaza la Francesa	Ave. Abraham Lincoln	6.00	3.60	0.90	1.20	0.30
10 Plaza la Bolera	Roberto pastoriza	5.60	3.36	0.84	1.12	0.28
Total de Residuos Sólidos		57.60	34.56	8.64	11.52	2.88
Bombas Gasolineras	Calle	m3/día de basura sin compactar	(Materia Orgánica Y otros 60%)	(Plásticos 15%)	(Carotnes, Papeles y tetrapack 20%)	(Vidrio 5%)
1 Total Paraiso	Wiston churchill	7.60	4.56	0.38	1.52	1.14
2 Next	Ave. Abraham Lincoln	8.50	5.10	0.43	1.70	1.28
3 Estacion Lira	Roberto Pastoriza con Ave. Abraham Lincoln	8.00	4.80	0.40	1.60	1.20
4 Texaco Lopez de Vega	Lopez de Vega	6.90	4.14	0.35	1.38	1.04
Total de residuos Sólidos		31.00	18.60	1.55	6.20	4.65
Poblacion (Viviendas y Edificos)	Sector	m3/día de basura sin compactar	(Materia Orgánica Y otros 60%)	(Plásticos 15%)	(Carotnes, Papeles y tetrapack 20%)	(Vidrio 5%)
1 14893	Piantini	169.78	101.87	25.47	33.96	8.49
Total de Residuos Sólidos		169.78	101.87	25.47	33.96	8.49
Total de Residuos Sólidos Generados en Piantini		914.07	548.44	134.01	182.81	48.80

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Vehículos compactadores recomendados

4.3.1 Vehículo recolector de carga lateral

Se utiliza el vehículo compactador de Carga Lateral. Existe una gran variedad de camiones con este sistema con características similares, para hacer los análisis correspondientes se utiliza el camión compactador AMS CL-1. Este tipo de camión puede ser utilizado para recoger los contenedores de los restaurantes, plazas comerciales, viviendas y bombas de gasolina, que sin incluir el contenedor destinado a los vidrios. A continuación, se presentan las especificaciones del camión según (EcoAlliance).



Ilustración 11: Vehículo Recolector de Carga Lateral

Fuente: EcoAlliance

Modelo CL-1 de 13 a 30 m³

- Para operar contenedores plásticos de 2.0 hasta 3.6 m³
- Contenedores plásticos y metálicos de 1000/1100 lts

Sistema de uso

Equipo para montar sobre camiones de 4x2 o 6x2 con adecuada capacidad de carga a tierra y peso mínimo del equipo para la máxima carga útil transportada.

Apto para servicio diurno y nocturno de recolección de residuos sólidos urbanos, en tolva de carga de posición y acceso lateral.

Manipula contenedores de hasta 3.6 m³ con sistema de carga automatizada a través de un brazo robot extensible de alta precisión con sistema de ajuste hidroeléctrico para movimientos de giro y desplazamientos verticales través de la torre paralela porta carro.

Sistema inteligente de retorno del contenedor al lugar recibido. Novedoso método de compactación en cámara receptora con 3 cilindros enfrentados que logran una excelencia en la distribución de fuerza y menor desgaste por deformaciones. Descarga a través de pala expulsora de movimientos lineal hacia atrás, con apertura e izaje de tolva trasera. Máxima efectividad operativa.

Comandos de operaciones

Panel simple de comando desde cabina por medio de una palanca tipo joystick, pantalla de color que facilita al operador el diagnóstico de operación y funcionamiento. Gabinete desmontable. Sistema de diagnóstico simple y auto test del equipo.

Construcción

En chapa de acero Hardox 450 en la totalidad del piso de la caja, asegurando una mayor vida útil Acero Hardox 500 en la tolva de compactación.

Energización y sistema oleohidráulico

Sistema toma de fuerza y bomba de funcionamiento constante alimentada desde depósito de fluido oleohidráulico.

Tubería de canalización de aceite hidráulico en manguera de alta calidad (R17), Cilindros fabricados con tubos y vástagos de alta calidad y resistencia, cromados y tratados por inducción con empaquetaduras de medidas estándar normalizada y comercial.

Válvulas de comandos manuales y/o electrónicos.



Ilustración 12: Características del Vehículo Recolector de carga lateral

Fuente: EcoAlliance

Compactador

La relación de compactación de estos camiones varía de 5:1 a 6:1. Dependiendo de la capacidad que se solicite. Para los cálculos se utilizó la relación 5:1 ya que es la más desfavorable y la más utilizada en los camiones compactadores. Esto significa que el camión convierte 100 m³ de residuos sólidos a 20 m³ compactados.

Dimensiones

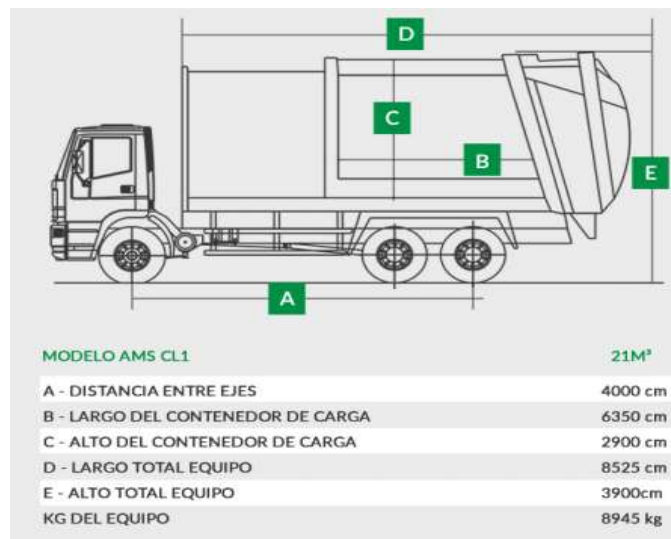


Ilustración 13: Dimensiones del Vehículo Recolector de carga lateral

Fuente: EcoAlliance

Ficha Técnica

Modelo CL-1							
Volumen Contenedor	13 [m³].	17 [m³].	22 [m³].	25 [m³].	27 [m³].	30 [m³].	32 [m³].
Distancia entre Ejes	3,7 [m].	4,2 [m].	3,8 [m].	4,2 [m].	4,5 [m].	4,8 [m].	5,1 [m].
Número de Ejes	2.	2.	3.	3.	3.	3.	4.
Capacidad de Carga	4.000-1.4000 [kg].			Volumen del la tolva		>5 [m³].	
Velocidad ciclo de Prensa	Proporcional al volumen del contenedor, sobre 8 [m³/min].			Contenedores compatibles		660-1.100-1.200-1.700-2.000-2.400-3.200 DIN.	
Sistema de Mando	Electrónico.			Posicionamiento del contenedor		Mediante operador.	
Sistema de Carga en el Contenedor	Automático.			Construcción		Acero inoxidable.	
Cámaras	5.			Monitores		2 monitores a 2 color.	
Fondo de la Caja	Hardox 450 de 4 a 5 [mm].			Elevación Puerta trasera		Mediante 2 cilindros protegidos con cubierta de aluminio.	
Compactación	3 cilindros dispuestos de manera cruzada con dos etapas de compactado. Compactación sobre lamina HARDOX 500 de gran espesor, no sobre el fondo de la caja.						
Post-compresión	Sistema elaborado por AMS que evita el efecto retorno de la basura después de su compactación.						
Seguridad							
Señales Reflectantes	Cuenta con señalética visual para los peatones.			Luces de advertencia		Cuenta con 3 focos giratorios cuando entra en operación.	
Bloqueo de Elevación	Cuenta con un bloqueo mecánico que evita, en caso de reventarse un cilindro, que el grupo de elevación salga de su estado de reposo cuando el camión está en movimiento.						
Parada de Emergencia	Cuenta con parada de emergencia dentro de la cabina y al costado de cada grupo mecánico de operación.						

Tabla 10: Especificaciones Técnicas del Vehículo Recolector de Carga Lateral

Fuente: EcoAlliance

4.3.2 Vehículo recolector para cristales de carga lateral



Ilustración 14: Vehículo Recolector de carga lateral sin mecanismo de compactación

Fuente: Ecovidrio

- Para operar contenedores plásticos y metálicos de 1.0 m³ a 3.6 m³
- Solo puede ser utilizado para recoger los contenedores que tengan Vidrios.

Sistema de uso

Equipo para montar sobre camiones de 4x2 o 6x2 con adecuada capacidad de carga a tierra y peso mínimo del equipo para la máxima carga útil transportada.

Manipula contenedores de hasta 3.6 m³ con sistema de carga automatizada a través de un brazo robot extensible de alta precisión con sistema de ajuste hidroeléctrico para movimientos de giro y desplazamientos verticales través de la torre paralela porta carro.

Este vehículo no posee un sistema de compactación, en la parte trasera se encuentra una cama abierta con capacidad desde los 18 m³ hasta los 30 m³ dependiendo de las dimensiones del camión y las características que solicita el cliente. Descarga por la compuerta trasera, al girar la cama con el mismo sistema que usan los camiones volteo.

4.3.3 Vehículo autocargador de contenedores con sistema de gancho

Para los centros comerciales y hoteles es recomendable utilizar un equipo de transporte que traslade los contenedores compactadores o contenedores abiertos de gran capacidad a un lugar de descarga y los devuelva al punto de origen. Los camiones con gancho son utilizados para esta tarea. Uno de los

productos de (ECONOVO, s.f.) es este tipo de vehículos. A continuación, se presentarán las características.



Ilustración 15: Vehículo con mecanismo de gancho

Fuente: ECONOVO

Sistema de uso y carga

Este sistema permite cargar diferentes tipos de contenedores como tanques, compactadores, oficinas móviles, cajas playas, etc. Ya que gracias al sistema de gancho se optimiza el tiempo de intercambio, facilidad y seguridad de carga de los mismos.

Permite cargar 20,000 Kg incluyendo el contenedor, cuya capacidad volumétrica varía desde los 10 m³ hasta los 50 m³. Estos pueden ser abiertos, con puertas laterales y traseras, ó reforzados.

Construcción

Camiones base: todo camión que cumpla o sea adaptable a las siguientes especificaciones técnicas 4x2 o 6x2 según la capacidad del equipo y normas de tránsito.

El equipo está constituido por una serie de brazos articulados montados en un sobre chasis, los cuales realizan la carga, descarga ó vuelco del material, comandados por cilindros hidráulicos.

Estructura tubular de chapa plegable y soldada en la cual se instalan todos los conjuntos que conforman el equipo, y que además sirve para el apoyo del contenedor. En su extremo delantero posee un cambio de sección para la disminución progresiva de la carga evitando la rotura característica del chasis del camión detrás de la cabina.

Energización y sistema Oleohidráulico

Comandado desde el interior de cabina del camión por medio de válvulas neumáticas.

El gancho por medio del cual se toma el perno de enganche del contenedor y mediante un cilindro hidráulico realiza el movimiento de giro logrando de ésta manera efectuar el levante trabe o destrabe del contenedor en el equipo.

Además, la pluma posee un sistema de seguridad en los laterales para evitar el descabezamiento del cilindro que lo comanda. El comando mecánico de la misma se encuentra ubicado en la parte delantera izquierda del sobrechasis.

4.4 Contenedores recomendados

Contenedores diseñados por la empresa ECONOVO, a continuación, se muestran las características de cada contenedor por (ECONOVO, s.f.).

- **Contenedores Metálicos**

Contenedor LT 2400/3600



Ilustración 16: Contenedor Para carga lateral de 2.4 a 3.6 m3

Fuente: ECONOVO

Contenedor de 2400 a 3600 lts de capacidad con la apertura a pedal en el acceso de carga manual. La estética de contenedores en acero galvanizado en caliente, según norma UNI EN 12574-1-2-3. Soldadura robótica exterior e interior. Refuerzos laterales, Fondo en chapa estampada. Cubierta de acero galvanizado simétrica, con techo abovedado con muelles especiales. La puerta tiene tensión con amortiguadores de apertura y cierre para abrir en ambos lados. Babeta de caucho en tapa. Apertura de un pedal. Este tipo de contenedor puede ser utilizado en viviendas donde se produce muchos desperdicios y en restaurantes.

- **Contenedores plásticos**

Contenedores de 2 Ruedas



Ilustración 17: Contenedores de carga lateral de dos ruedas

Fuente: ECONOVO

- Tapa ergonómica, asas periféricas para facilitar la apertura.
- Caras de la cuba perfiladas y estructuras para proporcionar una mayor rigidez.
- Forma de la tapa estudiada para evitar la retención del agua lluvia y del lavado.
- Disponibles en 120, 240 y 360 Lts
- Manejabilidad y seguridad: asas para facilitar la recogida que cumplen las exigencias de la legislación laboral y de las normas europeas.
- Insonorización: números dispositivos anti-ruido para mejorar aún más la calidad de vida de los usuarios.

Son contenedores de baja capacidad, por lo que se pueden utilizar en lugares donde la cantidad de residuos que se genera es insignificante.

Contenedor de 4 Ruedas



Ilustración 18: Contenedor de 4 ruedas de carga lateral

Fuente: ECONOVO

Estos contenedores están dotados de 4 ruedas y de asas, resultan fáciles de abrir y seguros de manejar. Su diseño les permite resistir las condiciones más severas durante las operaciones de elevación y de vaciado. Están disponibles en 400, 800, 1000, 2000 litros. Este tipo de contenedor es muy práctico, por lo que se puede utilizar en viviendas y restaurantes.

- **Contenedor Compactador**



Ilustración 19: Contenedor Compactador de residuos sólidos

Fuente: WERNER

Los Centros Comerciales, supermercado y otros establecimientos donde se generan grandes cantidades de residuos sólidos deben utilizar contenedores compactadores. Este mecanismo permite optimizar el transporte de los residuos convirtiendo 100 m³ de residuos sólidos suelto a 20 m³ compactados con la relación 5:1. Existen compactadoras de 10, 20 y 30 yardas cúbicas y se pueden escoger según el volumen de residuos que se genera en el establecimiento.

En un publicado realizado por (Recytrans, 2014) da a conocer los beneficios que brinda el uso de este sistema. Entre los beneficios podemos encontrar:

- El residuo queda depositado en un lugar cerrado y hermético, evitando desagradables olores o derrames.
- Son máquinas duraderas y polivalentes, pudiendo emplearse para diferentes industrias con diferentes residuos y producciones.

- Pensados para mejorar la economía de los procesos, ahorran muchos costes en la gestión de residuos y pueden colocarse en el exterior de las instalaciones.

- **Contenedor de caja Abierta**



Ilustración 20: Contenedor abierto de 10 m3

Fuente: www.construccionesmetalicas.net

Este tipo de contenedor se puede utilizar en centros comerciales, hoteles y plazas comerciales. Su uso va a depender de la cantidad de residuos que se genera en el establecimiento y si el espacio destinado a almacenar los residuos lo permite.

La Capacidad de estos contenedores va desde los 10 m3 hasta los 30 m3.

Características

A continuación, se presentarán las características de un contenedor abierto de gran capacidad (Construcciones Metálicas, s.f.)

- SISTEMA AUTOCARGA Sistema gancho GUIAS DE IPN de 180
- ALTURA DE GANCHO 1450 m/m-1570m/m

- GRUESO DE CHAPA Fondo 4 mm - Laterales 3mm ST-37.2
- TIPO DE PUERTA 2 hojas apertura
- TIPO SOLDADURA UNIDAD Soldadura a cordón continuo
- RODILLOS DE ARRASTRE Metalicos Ø 200- nylon Ø 150
- IMPRIMACIÓN 2 cajas imprimación secado rápido
- PINTURA ral a determinar ROTULACIÓN

4.5 Resultado de los cálculos para la recolección y el transporte de los residuos sólidos

Centro Comercial	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Ágora Mall	-Se utilizarán 2 contenedores compactadores de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado diariamente; cada dos días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado cada cinco días; cada cinco días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado cada 4 días; cada cuatro días se pasara a recoger los cartones, papeles y treta pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 cola de camión abierta de 10 m3 serán llenado cada siete días; cada siete días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 11: Frecuencia de Recolección del Centro Comercial Ágora Mall.

Fuente: Elaboración Propia.

Centro Comercial	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Blue Mall	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 35 y3 (28 m3 compactados), uno será llenado cada tres días; cada tres días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado cada diez días; cada diez días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado cada siete días; cada siete días se pasara a recoger los cartones, papeles y treta pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 cola de camión abierta de 10 m3 serán llenado cada diez días; cada siete días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 12: Frecuencia de Recolección del Centro Comercial Blue Mall.

Fuente: Elaboración Propia.

Centro Comercial	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Acrópolis	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado cada tres días; por ende cada tres días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado cada doce días; por ende cada doce días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 30 y3 (23 m3 compactados), uno será llenado cada nueve días; por ende cada nueve días se pasara a recoger los cartones, papeles y treta pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 cola de camión abierta de 10 m3 serán llenado cada diez días; por ende cada diez días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 13: Frecuencia de Recolección del Centro Comercial Acrópolis.

Fuente: Elaboración Propia.

Centro Comercial	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Plaza Central	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 20 y3 (15 m3 compactados), uno será llenado cada cuatro días; por ende cada cuatro días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), uno será llenado cada diez días; por ende cada diez días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), uno será llenado cada siete días; por ende cada siete días se pasara a recoger los cartones, papeles y treta pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 cola de camión abierta de 10 m3 serán llenado cada diez días; por ende cada diez días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 14: Frecuencia de Recolección Centro Comercial Plaza Central.

Fuente: Elaboración Propia.

Centro Comercial	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Unicentro	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 20 y3 (15 m3 compactados), uno será llenado cada seis días; por ende cada seis días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), uno será llenado cada doce días; por ende cada doce días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), uno será llenado cada diez días; por ende cada diez días se pasara a recoger los cartones, papeles y treta pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 cola de camión abierta de 10 m3 serán llenado cada quince días; por ende cada quince días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 15: Frecuencia de Recolección Centro Comercial Unicentro.

Fuente: Elaboración Propia.

Restaurantes	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Restaurantes	-Se utilizarán 4 contenedores de 3.6 m3, dos serán llenados diariamente; por ende cada dos días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizarán 2 6 contenedores de 3.6 m3, uno será llenado cada dos días; por ende cada dos días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizarán 2 contenedores de 3.6 m3, dos serán llenados cada 3 días; por ende cada tres días se pasara a recoger los cartones, papeles y tetra pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor de 3.6 m3, será llenado cada seis días; por ende cada seis días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 16: Frecuencia de Recolección en Restaurantes.

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Los contenedores referidos en la tabla son para los restaurantes con mayor volumen de residuos sólidos, por ende, los otros restaurantes poseerán la mitad debido a que su volumen es menor que los otros.

Plazas Comerciales	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Plazas Comerciales	-Se utilizarán 2 contenedores de 3.6 m ³ , uno será llenado diariamente; por ende cada dos días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor de 3.6 m ³ , uno será llenado cada cuatro días; por ende cada cuatro días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos	-Se utilizará 1 contenedor de 3.6 m ³ , dos serán llenados cada 3 días; por ende cada tres días se pasara a recoger los cartones, papeles y tetra pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos	-Se utilizará 1 contenedor de 2 m ³ , será llenado cada siete días; por ende cada seis días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos

Tabla 17: Frecuencia de Recolección en Plazas Comerciales.

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Los contenedores referidos en la tabla son para las plazas comerciales con mayor volumen de residuos sólidos, por ende, las otras plazas comerciales poseerán menos debido a que su volumen de residuos sólidos por día es menor.

Centro Comercial	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Bombas Gasolineras	-Se utilizarán 3 contenedores de 3.6 m ³ , uno y medio será llenado diariamente; por ende cada dos días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor de 2.0 m ³ , uno será llenado cada cuatro días ; por ende cada cuatro días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor de 3.6 m ³ , uno serán llenados cada tres días; por ende cada dos días se pasara a recoger los cartones, papeles y tetra pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizarán 2 contenedores de 3.6 m ³ , será llenado cada seis días; por ende cada seis días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.

Tabla 18: Frecuencia de Recolección en Bombas Gasolineras.

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Los contenedores referidos en la tabla son para las bombas gasolineras con mayor volumen de residuos sólidos, por ende, las otras bombas gasolineras poseerán menos debido a que su volumen de residuos sólidos por día es menor.

Hoteles	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Intercontinental Real SD	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 20 y3 (15 m3 compactados), serán llenado cada cuatro días; por ende cada cuatros días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), serán llenado cada siete días; por ende cada siete días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), serán llenado cada seis días; por ende cada seis días se pasara a recoger los papeles, cartones y tetra pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 cola de camión abierta de 10 m3 serán llenado cada seis días; por ende cada seis días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 19: Frecuencia de Recolección en el Hotel Intercontinental Real SD.

Fuente: Elaboración Propia.

Hoteles	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Holiday Inn SD	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (10 m3 compactados), serán llenado cada cuatro días; por ende cada cuatros días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), serán llenado cada quince días; por ende cada quince días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor compactador de 10 y3 (8 m3 compactados), serán llenado cada doce días; por ende cada doce días se pasara a recoger los papeles, cartones y tetra pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 cola de camión abierta de 10 m3 serán llenado cada doce; por ende cada doce días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 20: Frecuencia de Recolección en el Hotel Holiday Inn SD.

Fuente: Elaboración Propia.

Centro Comercial	Materia Orgánica y otros	Plásticos y Latas	Cartones, Papeles y Tetra pack	Vidrios
Población General (Viviendas) (ESTO APLICA PARA CADA VIVIENDA UBICADA EN PIANTINI)	-Se utilizarán contenedores de 2 m ³ , uno será llenado diariamente; por ende cada dos días se pasara a recoger la materia orgánica que ocupa un 60% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedor de 2 m ³ , un tercio será llenado diariamente; por ende cada tres días se pasara a recoger los plásticos y latas que ocupa un 15% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizarán 2 contenedores de 2 m ³ , medio será llenado diariamente; por ende cada 4 días se pasara a recoger los cartones, papeles y tetra pack que ocupa un 20% de todos los residuos sólidos.	-Se utilizará 1 contenedores de 2 m ³ , será llenado semanalmente; por ende cada siete días se pasara a recoger los vidrios que ocupa un 05% de todos los residuos sólidos.

Tabla 21: Frecuencia de Recolección en Viviendas.

Fuente: Elaboración Propia.

Piantini es uno de los sectores del Distrito Nacional que cumple con una buena organización urbanística. Las cuadrículas tienen casi el mismo perímetro facilitando el cálculo del tiempo de recolección. La separación promedio de parada a parada es de 132 ml, se realizaron medidas del tiempo que tarda el camión en recorrer 132 ml siendo el resultado un tiempo promedio de 42.50 segundos teniendo en cuenta el tráfico a la hora destinada para la recolección. Para los cálculos del tiempo de recolección el tiempo de parada a parada utilizado es de 1 minuto. En las partes donde se encuentran intersecciones y semáforos se le agregará de 1.5 a 3.0 minutos.

El tiempo de recolección para las viviendas se realizó teniendo en cuenta el tiempo que tarda el vehículo en recolectar los contenedores de cada parada y el tiempo que tarda en llegar de una parada a otra teniendo en cuenta las intersecciones, semáforos y un tiempo extra para posibles taponamientos. Mientras que, para obtener el tiempo de recolección de los restaurantes, plazas comerciales y bombas gasolineras se tuvo que realizar una ruta de recolección.

Tabla 22: Cálculo del tiempo de recolección de la Materia Orgánica y otros de los Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales.

MATERIA ORGANICA						
Paradas iniciales	Paradas Finales	Cant de residuos P.I (M3)	Cant de residuos P.I (M3)	Tiempo en la Parada (MIN)	Acumulacion del tiempo en la parada	Tiempo de recorrido
Camion 1						
R-031;B-001	R-021; P-006	18	18	4.3	4.3	5
R-021; P-006	R-028	14	32	3.6	7.9	12
R-028	P-001	7	39	1.8	9.7	22
P-001	R-038;R-033	7.2	46.2	1.8	11.5	28
R-038;R-033	R-018	14.4	60.6	3.6	15.1	29
R-018	R-014	6	66.6	1.8	16.9	32
R-014	R-022	7.2	73.8	1.8	18.7	33
R-022	FIN	7.2	79.8	1.8	20.5	
Camion 2						
B-04	R-029	10.8	10.8	2.5	2.5	7
R-029	R-037;R-038	7.2	18	1.8	4.3	8
R-037;R-038	R-007	14.4	32.4	3.6	7.9	13
R-007	R-008	7.2	39.6	1.8	9.7	15
R-008	R-005	14.4	54	3.6	13.3	20
R-005	R-025;R-018;P-007	7.2	61.2	1.8	15.1	24
R-025;R-018;P-007	FIN	21.6	80	5.4	20.5	
Camion 3						
R-023;R-025	R-015;R-002	14.4	14.4	3.6	3.6	10
R-015;R-002	R-010;R-009	14.4	28.8	3.6	7.2	11
R-010	B-002	14.4	43.2	3.6	10.8	17
B-002	R-011	10.8	54	2.5	13.3	19
R-011	R-003	7.2	61.2	1.8	15.1	24
R-003	R-001;R-020	7.2	68.4	1.8	16.9	26
R-001;R-020	FIN	14.4	78.6	3.6	20.5	
Camion 4						
P-002;R-024;R-030	R-034;R-026	21.6	21.6	5.4	5.4	7
R-034;R-026	R-036;R-013	14.4	36	3.6	9	14
R-036;R-013	R-039	14.4	50.4	3.6	12.6	15
R-039	R-012	7.2	57.6	1.8	14.4	21
R-012	R-016	7.2	64.8	1.8	16.2	26
R-016	R-004	7.2	72	1.8	18	41
R-004	FIN	7.2	79.2	1.8	19.8	
Camion 5						
P-008	P-003	7.2	7.2	1.8	1.8	3
P-003	P-004;P-005	7.2	14.4	1.8	3.6	7
P-004;P-005	R-019	14.4	28.8	3.6	7.2	13
R-019	R-006	7.2	36	1.8	9	17
R-006	R-027	7.2	43.2	1.8	10.8	18
R-027	P-009	7.2	50.4	1.8	12.6	20
P-009	B-003	7.2	57.6	1.8	14.4	26
B-003	R-009	10.8	68.4	2.5	16.9	38
R-009	R-032	14.4	79.2	3.6	20.5	51
R-032	FIN	4	83.2	1.2	21.7	
Totales					103	175
Totales promedio					25.75	43.75
Tiempo de Recoleccion (MIN)				69.5		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23: Cálculo del tiempo de recolección de los Plásticos de Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales.

PLASTICOS						
Paradas iniciales	Paradas Finales	Cant de residuos P.I (M3)	Cant de residuos P.I (M3)	Tiempo en la Parada (MIN)	Acumulacion del tiempo en la parada	Tiempo de recorrido
Vehiculo 1						
R-031;B-001	R-021; P-006	5.6	5.6	2.5	2.5	5
R-021; P-006	R-028	7.2	12.8	2.5	5	12
R-028	P-001	3.6	16.4	1.8	6.8	22
P-001	R-038;R-033	3.6	20	1.8	8.6	28
R-038;R-033	R-018	7.2	27.2	3.6	12.2	29
R-018	R-014	3.6	30.8	1.8	14	32
R-014	R-022	3.6	34.4	1.8	15.8	33
R-022	B-04	3.6	38	1.8	17.6	40
B-04	R-029	2	40	0.9	18.5	47
R-029	R-037;R-038	3.6	43.6	0.9	19.4	55
R-037;R-038	R-007	7.2	50.8	1.8	21.2	68
R-007	R-008	3.6	54.4	0.9	22.1	83
R-008	R-005	7.2	61.6	1.8	23.9	103
R-005	R-025;R-018;P-007	3.6	65.2	0.9	24.8	127
R-025;R-018;P-007	R-023;R-025	9.2	74.4	2.5	27.3	130
R-023;R-035	FIN	7.2	81.6	1.8	29.1	
Vehiculo 2						
R-015;R-002	R-010	7.2	7.2	1.8	1.8	1
R-010	B-002	3.6	10.8	0.9	2.7	7
B-002	R-011	2	12.8	0.9	3.6	9
R-011	R-003	3.6	16.4	0.9	4.5	15
R-003	R-001;R-020	3.6	20	0.9	5.4	20
R-001;R-020	P-002;R-024;R-030	7.2	27.2	1.8	7.2	22
P-002;R-024;R-030	R-034;R-026	10.8	38	2.5	9.7	29
R-034;R-026	R-036;R-013	7.2	45.2	1.8	11.5	36
R-036;R-013	R-039	7.2	52.4	1.8	13.3	37
R-039	R-012	3.6	56	0.9	14.2	43
R-012	R-016	3.6	59.6	0.9	15.1	48
R-016	R-004	3.6	63.2	0.9	16	56
R-004	P-008	3.6	66.8	0.9	16.9	76
P-008	P-003	3.6	70.4	0.9	17.8	79
P-003	P-004;P-005	3.6	74	0.9	18.7	83
P-004;P-005	FIN	7.2	81.2	1.8	20.5	
Vehiculo 3						
R-019	R-006	3.6	3.6	0.9	21.4	6
R-006	R-027	3.6	7.2	0.9	22.3	7
R-027	P-009	3.6	10.8	0.9	23.2	9
P-009	B-003	3.6	14.4	0.9	24.1	15
B-003	R-009	2	16.4	0.9	25	27
R-009	R-032	7.2	23.6	1.8	26.8	64
R-032	FIN	3.6	27.2	0.9	27.7	
				Totales	77.3	277
				Totales promedio	25.77	92.33
				Tiempo de Recoleccion (MIN)	118.1	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24: Cálculo del tiempo de recolección de Cartones, Papeles y Tetrapack de Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales..

CARTONES, PAPELES Y TETRAPACK							
Paradas iniciales	Paradas Finales	Cant de residuos P.I (M3)	Cant de residuos P.I (M3)	Tiempo en la Parada (MIN)	Acumulacion del tiempo en la parada	Tiempo de recorrido	
Vehículo 1							
R-031;B-001	R-021; P-006	7.2	7.2	2.5	2.5	5	
R-021; P-006	R-028	7.2	14.4	2.5	5	12	
R-028	P-001	3.6	18	1.8	6.8	22	
P-001	R-038;R-033	3.6	21.6	1.8	8.6	28	
R-038;R-033	R-018	7.2	28.8	3.6	12.2	29	
R-018	R-014	3.6	32.4	1.8	14	32	
R-014	R-022	3.6	36	1.8	15.8	33	
R-022	B-04	3.6	39.6	1.8	17.6	40	
B-04	R-029	3.6	43.2	0.9	18.5	47	
R-029	R-037;R-038	3.6	46.8	0.9	19.4	55	
R-037;R-038	R-007	7.2	54	1.8	21.2	68	
R-007	R-008	3.6	57.6	0.9	22.1	83	
R-008	R-005	3.6	61.2	1.8	23.9	103	
R-005	FIN	3.6	64.8	0.9	24.8	127	
Vehículo 2							
R-025;R-018;P-007	R-023;R-025	10.8	10.8	2.5	2.5	7	
R-023;R-035	R-015;R-002	7.2	18	1.8	4.3	14	
R-015;R-002	R-010	7.2	25.2	1.8	6.1	15	
R-010	B-002	3.6	28.8	0.9	7	21	
B-002	R-011	3.6	32.4	0.9	7.9	23	
R-011	R-003	3.6	36	0.9	8.8	29	
R-003	R-001;R-020	3.6	39.6	0.9	9.7	34	
R-001;R-020	P-002;R-024;R-030	7.2	46.8	1.8	11.5	36	
P-002;R-024;R-030	R-034;R-026	10.8	57.6	2.5	14	43	
R-034;R-026	R-036;R-013	7.2	64.8	1.8	15.8	50	
R-036;R-013		7.2	72	1.8	17.6	51	
Vehículo 3							
R-039	R-012	3.6	3.6	0.9	0.9	6	
R-012	R-016	3.6	7.2	0.9	1.8	11	
R-016	R-004	3.6	10.8	0.9	2.7	19	
R-004	P-008	3.6	14.4	0.9	3.6	39	
P-008	P-003	3.6	18	0.9	4.5	42	
P-003	P-004;P-005	3.6	21.6	0.9	5.4	46	
P-004;P-005	R-019	7.2	28.8	1.8	7.2	52	
R-019	R-006	3.6	32.4	0.9	8.1	58	
R-006	R-027	3.6	36	0.9	9	59	
R-027	P-009	3.6	39.6	0.9	9.9	61	
P-009	B-003	3.6	43.2	0.9	10.8	67	
B-003	R-009	2	45.2	0.9	11.7	74	
R-009	R-032	7.2	52.4	1.8	13.5	81	
R-032	FIN	3.6	56	0.9	14.4		
					Totales	56.8	259
					Totales promedio	18.93	86.33
				Tiempo de Recoleccion (MIN)	105.27		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25: Cálculo del tiempo de recolección de vidrio en Restaurantes, Bombas Gasolineras y Plazas Comerciales.

VIDRIO						
Paradas iniciales	Paradas Finales	Cant de residuos P.I (M3)	Cant de residuos P.I (M3)	Tiempo en la Parada (MIN)	Acumulacion del tiempo en la parada	Tiempo de recorrido
Vehiculo 1						
R-031;B-001	R-021; P-006	9	9	2.5	2.5	5
R-021; P-006	R-028	3.8	12.8	3.6	6.1	12
R-028	P-001	1.8	14.6	1.8	7.9	22
P-001	R-038;R-033	2	16.6	1.8	9.7	28
R-038;R-033	R-018	3.6	20.2	3.6	13.3	29
R-018	R-014	1.8	22	1.8	15.1	32
R-014	R-022	1.8	23.8	1.8	16.9	33
R-022	B-004	1.8	25.6	1.8	18.7	40
B-004	FIN	7.2	32.8	1.8	20.5	
Vehiculo 2						
R-029	R-037;R-038	1.8	1.8	1.8	1.8	8
R-037;R-038	R-007	3.6	5.4	3.6	5.4	13
R-007	R-008	1.8	7.2	1.8	7.2	15
R-008	R-005	3.6	10.8	3.6	10.8	20
R-005	R-025;R-018;P-007	1.8	12.6	1.8	12.6	24
R-025;R-018;P-007	R-023;R-025	5.6	18.2	5.4	18	31
R-023;R-025	R-015;R-002	3.6	21.8	3.6	21.6	42
R-015;R-002	R-010	3.6	25.4	3.6	25.2	42
R-010	FIN	1.8	27.2	3.6	28.8	48
Vehiculo 3						
B-002	R-011	7.2	7.2	2.5	2.5	2
R-011	R-003	1.8	1.8	1.8	4.3	7
R-003	R-001;R-020	1.8	1.8	1.8	6.1	9
R-001;R-020	P-002;R-024;R-030	3.6	3.6	3.6	9.7	11
P-002;R-024;R-030	R-034;R-026	5.6	5.6	5.4	15.1	13
R-034;R-026	R-036;R-013	3.6	9.2	3.6	18.7	21
R-036;R-013	R-039	3.6	12.8	3.6	22.3	22
R-039	R-012	1.8	14.6	1.8	24.1	28
R-012	R-016	1.8	16.4	1.8	25.9	34
R-016	R-004	1.8	18.2	1.8	27.7	47
R-004	P-008	1.8	20	1.8	29.5	67
P-008	P-003	2	22	1.8	31.3	70
P-003	P-004;P-005	2	24	1.8	33.1	74
P-004;P-005	R-019	4	28	3.6	36.7	80
R-019	FIN	1.8	29.8	1.8	38.5	
Vehiculo 4						
R-006	R-027	1.8	1.8	1.8	1.8	5
R-027	P-009	1.8	3.6	1.8	3.6	20
P-009	B-003	2	5.6	1.8	5.4	26
B-003	R-009	7.2	12.8	2.5	7.9	38
R-009	R-032	3.6	16.4	3.6	11.5	51
R-032	FIN	1.8	18.2	1.2	12.7	

Totales	100.5	219
Totales promedio	25.125	54.75

Tiempo de Recoleccion (MIN)	79.875
--	---------------

Fuente: Elaboración Propia.

4.6 Cantidad de Vehículo Recolectores y Tiempo de Recolección

Materia orgánica y otros								
Descripción	Cantidad	Paradas	Volumen de Residuos (m3/día)	Vehículos Recolectores		Tiempo de recolección (horas)	Horario de Recolección	Días de Recolección
				Cant.	Capacidad (M3)			
Restaurantes, Plazas Comerciales y Bombas Gasolineras	53	39	203.76	5	16	1.16	2:00 PM	LU, MI, VI
Viviendas	14,893	198	101.87	3	14	5.0	8:00 PM	LU, MI,VI

Fuente: Elaboración Propia

NOTAS:

- En los restaurantes, plazas comerciales y bombas gasolineras el recorrido del vehículo compactador de residuos será en el día debido a que les resulta más fácil utilizar el personal que labora en el día para sacar los contenedores.
- Los lunes se le debe agregar a la flota de vehículos compactadores 2 vehículo recolector de 16 m3 y 1 de 12 m3 a los restaurantes, Plazas Comerciales y Bombas Gasolineras. A las viviendas se le deben agregar 2 vehículo recolector de 12 m3.

Plásticos								
Descripción	Cantidad	Paradas	Volumen de residuos (m3/día)	Vehículos Recolectores		Tiempo de recolección (horas)	Horario de Recolección	Días de Recolección
				Cant.	Capacidad (M3)			
Restaurantes, Plazas Comerciales y Bombas Gasolineras	53	39	47.84	2 1	16 10	1.97	2:00 PM	MA,SAB
Viviendas	14,893	198	25.47	1	16	2.5	8:00 PM	MA,SAB

Fuente: Elaboración Propia

NOTAS:

- En los restaurantes, plazas comerciales y bombas gasolineras el recorrido del vehículo compactador de residuos será en el día debido a que les resulta más fácil utilizar el personal que labora en el día para sacar los contenedores.

- Los sábados se le debe agregar a la flota de vehículos compactadores 1 camión de 12 m3 a los restaurantes, Plazas Comerciales y Bombas Gasolineras. A las Viviendas se le deben agregar 1 vehículo recolector de 10 m3 a las viviendas.

Cartones, Papeles y Tetrapack								
Descripción	Cantidad	Paradas	Volumen de Residuos (m3/día)	Vehículos Recolectores		Tiempo de recolección (horas)	Horario de Recolección	Días de Recolección
				Cant.	Capacidad (M3)			
Restaurantes, Plazas Comerciales y Bombas Gasolineras	53	39	67.92	3	14	1.75	2:00 PM	MA, SA
Viviendas	14,893	198	33.96	2	14	3.5	8:00 PM	MA, SA

Fuente: Elaboración Propia

NOTAS:

- En los restaurantes, plazas comerciales y bombas gasolineras el recorrido del vehículo compactador de residuos será en el día debido a que les resulta más fácil utilizar el personal que labora en el día para sacar los contenedores.

Vidrio								
Descripción	Cantidad	Paradas	Volumen de Residuos (m3/día)	Vehículo Recolector		Tiempo de recolección (horas)	Horario de Recolección	Días de Recolección
				Cant.	Capacidad (M3)			
Restaurantes, Plazas Comerciales y Bombas Gasolineras	53	39	20.09	4	30	1.33	2:00 PM	JU
Viviendas	14,893	198	8.49	2	30	3.0	8:00 PM	JU

4.7 Reglas que se deben cumplir en la recolección y el transporte de los residuos sólidos

Tabla 26: Tabla de Reglas propuestas para la recolección y el transporte de los residuos sólidos.

Reglas	Sanciones
<p>Todos los contenedores deben estar en el área que les corresponde y a la hora asignada según el establecimiento o vivienda.</p>	
<p>Los contenedores de Restaurantes, Hoteles, Viviendas, Plazas comerciales, centro comerciales y bombas de combustibles tendrán un sticker pegado al contenedor con una enumeración y un color que indicara el tipo de establecimiento al que pertenece.</p>	
<p>Cada camión recolector debe tener un ayudante visual el cual velará que el contenedor se deposite en el mismo lugar donde fue tomado y garantice una correcta recolección.</p>	
<p>No debe ligarse ningún tipo de residuo solido debido a que existe un contenedor diferente para cada residuo.</p>	<p>En el caso de encontrar residuos en el contenedor que no le corresponde, el contenedor no será recolectado y se le hara una notificación al propietario del contenedor donde especifique las razones por las cuales el camión no se lleva el contenedor.</p>

<p>El personal destinado a esta labor antes de su salida para realizar la recolección deberá revisar su vestimenta y su formulario de multas para posibles infracciones.</p>	<p>Si el personal responsable de la recolección y el transporte de los residuos sólidos no utiliza la vestimenta apropiada por negligencia. Se le hace un comunicado llamándole la atención. Si comete la misma falta tres veces puede ser cancelado.</p>
<p>Creación de un formulario para las multas que serán colocadas por la obstrucción del espacio destinado a los contenedores de los residuos sólidos.</p>	
<p>Cada calle tendrá un espacio donde se colocarán los contenedores con un área de mínima de 60 m2. Estos espacios deben estar al lado derecho del camión en cada calle.</p>	<p>En caso de encontrar un contenedor fuera del área establecida, este contenedor no puede ser recolectado.</p>
<p>En el espacio destinado a la recolección se colocara una señal informativa donde indique la hora en que los vehículos de motor no debe ocupar ese lugar.</p>	
<p>Los contenedores de los restaurantes, plazas comerciales y bombas de gasolina serán recolectados a partir de las 2:00 PM y los contenedores de las viviendas serán recolectados a partir de las 8:00 PM.</p>	
<p>Los contenedores no pueden estar cargados por encima de su capacidad máxima para que</p>	

pueda haber una correcta recolección.	
Los camiones destinados a la recolección y transporte de residuos sólidos de viviendas no pueden recoger los residuos sólidos de plazas comerciales, restaurantes o bombas gasolineras.	
Los establecimientos localizados en las avenidas principales deben colocar sus contenedores en calles aledañas.	En caso de encontrar un contenedor en las avenidas principales, estos no serán recolectados y se le colocara una multa al responsable del contenedor
Las multas tendrán un color el cual identificara el tipo de establecimiento al que pertenecen. Los avisos solo se le realizaran a las viviendas y mientras más volumen de residuos genere el establecimiento más alta será la penalización.	
El ayudante visual debe revisar los contenedores antes de ser levantados por el camión compactador para saber si los residuos que están dentro pertenecen a ese contenedor.	

Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSION

La presente investigación se propone un modelo de recolección y transporte de residuos sólidos que pueda ser utilizado en todos los sectores pertenecientes al Distrito Nacional. Los objetivos planteados al inicio de la investigación se cumplieron satisfactoriamente logrando de esta manera obtener los resultados que se esperaban.

Se eligió el sector Piantini para implementar el modelo debido a la variedad de establecimientos y el alto crecimiento poblacional que existe en el lugar. Debido a que las personas que viven en el área son de clase media y clase media alta, se asume que tienen un nivel de educación que les permite adaptarse con facilidad a los cambios debidos para cumplir con lo que se plantea en el modelo de recolección y transporte de residuos sólidos.

Conocer la cantidad de residuos que se genera en el sector es de suma importancia, por lo que se realizó una estimación de el volumen de residuos que se genera en Piantini teniendo en cuenta Centros comerciales, hoteles, restaurantes, plazas comerciales, bombas de gasolina y las viviendas que se encuentran en el sector. Para lograr obtener estas informaciones se realizaron visitas a los establecimientos y se utilizaron los datos estadísticos que ofrece la Oficina Nacional de Estadísticas.

El volumen de residuos sólidos que generan los centros comerciales varían desde los 21.24 m³ hasta los 161.06 m³ siendo el que más produce desperdicios Agora Mall. Las Plazas Comerciales van desde los 5.20 m³ hasta los 6.10 m³. Las Bombas Gasolineras varían desde los 6.90 m³ hasta los 8.50

m³. La cantidad de residuos que generan los hoteles varían desde los 16.43 m³ hasta los 32.86 m³ y los restaurantes tienen un rango de 4.00 m³ a 12 m³.

En una búsqueda exhaustiva de saber cuáles son los vehículos recolectores más convenientes a ser utilizados, se eligieron los siguientes: vehículo recolector de carga lateral con sistema de compactación para recolectar los contenedores que no contengan cristales, de viviendas, restaurantes y plazas comerciales; vehículo recolector de carga lateral con compartimento sin sistema de compactación para recolectar los contenedores destinados a los cristales, y los camiones con gancho para recoger los contenedores compactadores y contenedores abiertos que se encuentran en los centros comerciales y hoteles.

Los contenedores a utilizar se deben elegir teniendo en cuenta la cantidad de residuos sólidos que se genera en el establecimiento o vivienda. Los contenedores para viviendas donde se generan pocos residuos varían desde 0.12 m³ hasta los 0.36 m³, se pueden usar contenedores hasta de 2.00 m³ en viviendas en donde la cantidad de residuos sea elevada siendo este último caso las torres. Las plazas comerciales y bombas de gasolina pueden utilizar contenedores de 3.6 m³ si estas lo ameritan. Los centros comerciales y hoteles debido a la gran cantidad de residuos sólidos que generan al día deben usar contenedores compactadores o contenedores abiertos de gran capacidad.

Los residuos sólidos se separaron en: Materia Orgánica, Plásticos, (Cartones, Papeles y tetrapack) y Vidrio. A cada tipo de residuo se le debe colocar un contenedor diferente el cual debe estar identificado con un color

correspondiente al tipo de residuo y un sticker el cual representa al establecimiento encargado del contenedor. Estos contenedores tienen sus espacios determinados en las vías públicas y deben estar en su lugar a la hora establecida. De esta manera se minimizan las paradas que debe realizar el camión y el tiempo que tarda el vehículo compactador de llegar de un contenedor a otro.

Se realizaron medidas del tiempo que tarda el camión en recorrer 132 ml que es la distancia que hay de parada a parada siendo el resultado un tiempo promedio de 42.50 segundos teniendo en cuenta el tráfico a la hora destinada para la recolección. Para los cálculos del tiempo de recolección el tiempo de parada a parada utilizado es de 1 minuto. En las partes donde se encuentran intersecciones y semáforos se le agregará de 1.5 a 3.0 minutos.

El tiempo de recolección para las viviendas se realizó teniendo en cuenta el tiempo que tarda el vehículo en recolectar los contenedores de cada parada y el tiempo que tarda en llegar de una parada a otra teniendo en cuenta las intersecciones, semáforos y un tiempo extra para posibles taponamientos. Mientras que, para obtener el tiempo de recolección de los restaurantes, plazas comerciales y bombas gasolineras se tuvo que realizar una ruta de recolección.

Gracias a los cálculos obtenidos durante la investigación se obtuvieron resultados que permiten evaluar las condiciones del sector y el procedimiento planteado para cumplir con los objetivos del modelo de recolección y transporte de residuos sólidos propuesto.

RECOMENDACIONES

Para que el modelo de recolección y transporte de los residuos sólidos funcione correctamente, se deben tomar las siguientes consideraciones de lugar:

- 1- Se debe evaluar el modelo de recolección y transporte de residuos sólidos como mínimo cada 5 años.
- 2- Se debe tener en cuenta que en los días festivos se genera más desperdicios que los días habituales, por lo que a la cantidad de residuos sólidos que se genera en el sector según (Adalberto de la Rosa, 2016) puede alcanzar un 12% más del total promedio en días festivos. Por lo que se recomienda aumentar la cantidad de vehículos recolectores para estos días en función al aumento.
- 3- Los camiones compactadores deben mantenerse en buenas condiciones, por lo que se le debe dar un mantenimiento continuo en el tiempo que recomienda el distribuidor.
- 4- Crear una brigada de aseo la cual tendrá la responsabilidad de limpiar las vías públicas después que el vehículo recolector realice su función.
- 5- Los operadores de camiones compactadores y los ayudantes deben utilizar gafas protectoras transparentes, guantes, botas impermeables con media suela de acero, máscaras contra partículas, chalecos de alta visibilidad y tapones anti-ruido.
- 6- Se recomienda usar bolsas transparentes de material biodegradable.

- 7- Los establecimientos que se encuentran en las vías principales deben colocar los contenedores en las calles secundaria más cercana.
- 8- Velar por el buen estado de los caminos vecinales que están por el alrededor del vertedero propuesto como destino final, para que los equipos siempre tengan una buena condición.
- 9- Cada vivienda y establecimiento debe acondicionar un espacio en el que se puedan colocar como mínimo 4 contenedores del tamaño requerido para almacenar la cantidad de residuos que generan al día.
- 10-El Ayuntamiento del Distrito Nacional debería tener un registro de la cantidad de residuos sólidos que genera cada establecimiento localizado en el Distrito Nacional.
- 11-Las reglas y sanciones propuestas deben estar en el reglamento del (Ayuntamiento del Distrito Nacional), teniendo claro que este reglamento está enmarcado en los artículos 106, 107 y 108 de la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- 12-Los Vehículos de recolección pueden utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para trazar la ruta que le corresponde a cada camión. Con este método el Ayuntamiento del Distrito Nacional puede monitorear las flotillas y saber en qué lugar se encuentra cada vehículo.
- 13-Se debe crear un plan de concientización con el objetivo de motivar a los ciudadanos a adaptarse a al modelo de recolección dando a conocer los

beneficios de este método de recolección y los factores contaminantes que se evitan al implementarlo.

Es de suma importancia cumplir con lo anteriormente recomendado para el correcto funcionamiento del modelo. No realizar una de las recomendaciones no significa que el modelo deje de funcionar, pero con el tiempo puede bajar la eficiencia del sistema de recolección y transporte de residuos propuesto.

BIBLIOGRAFIA

- (s.f.). En S. d. Social, *Manual tecnico sobre generacion, recoleccion y transferencia de residuos sólidos municipales*. Mexico.
- (2017). En M. d. Ambiente, *Manual de Recoleccion y transporte de los residuos sólidos*. Santo Domingo.
- ADN. (Junio de 2018). Manejo de los residuos sólidos en Santo Domingo.
- Construcciones Metálicas*. (s.f.). Obtenido de <http://www.construccionesmetalicas.net/es/cont-caja-abierta/caja-abierta-10-m3-5-metros>
- EcoAlliance. (s.f.). Obtenido de file:///C:/Users/angel/Desktop/EGEHID/Compactador%20Lateral_CL-1%2013-30%20m3_AMS_FFTT_2016_11_08.pdf
- ECONOVO. (s.f.). Obtenido de <https://www.econovo.com.ar/portfolio-view/ecoamroll/>
- Ferreras, R. (24 de Febrero de 2015). *Observatorio Politico Dominicano*. Obtenido de <http://www.opd.org.do/index.php/analisis-gobiernolocal/1915-los-desechos-solidos-en-la-republica-dominicana-su-proceso-y-destino-final>
- Kokusai Kogyo, Co. (2007). *Estudio del plan de manejo integrado de los desechos solidos*. Santo Domingo.

Kokusai Kogyo., L. (2007). *Estudio del plan de manejo Integrado de los desechos solidos en Sto Dgo de Guzman Distrito Nacional Rep Dom.* Santo Domingo.

Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). En M. d. naturales. Santo Domingo.

Listin Diario. (16 de Julio de 2018). Basura e inundaciones.

Medina, M. (1999). *Reciclaje de desechos sólidos en America Latina.*

Norma para la gestion ambiental de Residuos Sólidos no peligroso. (2003). En S. D. NATURALES. Santo Domingo.

Recytrans. (24 de 07 de 2014). Obtenido de www.recytrans.com/blog/compactadores-de-residuos/

Sandoval, A. V. (24 de Septiembre de 2011). *El Siglo de Durango.* Obtenido de <https://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/345683.aumenta-20-la-generacion-de-basura-en-dias-festivos.html>

Santa Palella y Feliberto Martins. (2006). *Metodologia de la Investigacion Cuantitativa.* Caracas; Venezuela.

Anexo A: Formulario de Control de Residuos

FORMULARIO DE CONTROL DE RESIDUOS

(NOMBRE DE LA INSTITUCION CORRESPONDIENTE)

No. 000000#

No del Contenedor: _____ Fecha: _____
Color del contenedor: _____
Capacidad del Contenedor: _____
Localización: _____

Observación: _____

Nombre del Conductor: _____
Nombre del Ayudante: _____
Placa del Camión: _____
Residuo que se recolecta: _____

Firma del personal autorizado

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B: Contenedor compactador de galería 360



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Contenedor Compactador de 30 Yardas Cubicas localizado en la Centro Comercial Galería 360

Anexo C: Almacenamiento de residuos sólidos en restaurantes



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Almacenamiento de residuos sólidos en casetas, restaurantes del sector Piantini.

Anexo D: Almacenamiento de residuos sólidos en viviendas



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Tanques utilizados como contenedores en las viviendas de Piantini.

Anexo E: Reciclaje de Cartones en restaurante ONCE30



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Reciclaje de Papeles, Carton y Tetra Pack en restaurante de Piantini (ONCE30).

Anexo F: Contenedores en bombas gasolineras



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Contenedores en Bomba Gasolinera Nexxt Sobrepasando la capacidad máxima.

Anexo G: Almacenamiento de residuos sólidos en plaza comercial



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Almacenamiento de residuos sólidos debajo de una rampa en una plaza comercial de piantini.

Anexo H: Contenedores Plaza Comercial Andalucía



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Contenedores de la plaza comercial Andalucía

Anexo I: Vehículo recolector en operación



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Vehículo Recolector de residuos operando a las 5:12 PM hora pico.

Anexo J: Vista de las torres localizadas en Piantini



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Vistas de las torres ubicadas en Piantini desde el ARPEL 5

Anexo K: Contenedor torre de Piantini



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Contenedor de una de las torres de Piantini en su espacio destinado a la recolección.

Anexo L: Vista panorámica del vertedero de Duquesa



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Vista desde las cercanías del vertedero.

Anexo M: Reciclaje en el vertedero de Duquesa



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Manejo de los residuos Reciclables en el vertedero de duquesa.

Anexo N: Evaluación de contenedores



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Observando los residuos sólidos que colocan en los contenedores en los establecimientos de Piantini.

Anexo O: Recopilación de datos



Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Medición de los contenedores utilizados en los establecimientos del sector Pianini.

Anexo P: STICKERS PARA LOS CONTENEDORES

Anexo Q: PLANOS DE RUTAS DE RECOLECCION