



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

REDISEÑO DE RUTAS BASADO EN ANÁLISIS DE DATOS PARA LA GESTIÓN DE
RESIDUOS
FARMACÉUTICOS EN MÉXICO. CASO SINGREM.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN INGENIERIA

PRESENTA:
DIANA LUCERO GARCIA GOMEZ

TUTOR O TUTORES PRINCIPALES
DRA. MAYRA ELIZONDO CORTÉS, FACULTAD DE INGENIERÍA-DIMEI
DR. FRANCO NICOLÁS MANUEL-UNIVERSIDAD DE MURCIA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
DR. BAUTISTA GODINEZ TOMÁS, CUAED
DR. SÁNCHEZ GUERRERO GABRIEL D., FACULTAD DE INGENIERÍA-DIMEI
M. en I. RODRÍGUEZ RUBIO JORGE, FACULTAD DE INGENIERÍA-DIMEI

Ciudad Universitaria, Cd. Mx junio 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A Dios por hacer mi sueño realidad de estudiar una Maestría así como por darme la salud, cabeza y las fuerzas para terminarla.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por ser conducto para mí y de mi País, de conocimiento y desarrollo profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por su apoyo económico que fue el aliciente para no derrotarme en tan dura tarea durante la realización de esta tesis.

Al Sistema Integral Nacional de Gestión de Residuos de Envases y Medicamentos Caducos (SINGREM), porque facilitaron mi desarrollo en mi estructura ética/moral que dio sentido a la integración de mi perfil profesional durante la elaboración de esta tesis.

A mi Tutor de Tesis de Licenciatura, el Maestro Ernesto García García, quien fue el que me inculcó el deseo de seguir preparándome académicamente y personalmente.

A la Doctora Mayra Elizondo Cortés por su invaluable ayuda, consejos, amistad, paciencia, apoyo moral y académico para que esta tesis llegara a feliz término.

Al Doctor Manuel Franco Nicolás y a la Doctora Juana María Vivo Molina, quienes me cobijaron en su hermoso País y me guiaron en la parte experimental de la presente tesis.

A mis Padres SILVANO GARCÍA ACEVEDO y ROSA MARÍA DEL CARMEN GÓMEZ GUERRA por darme la existencia y la guía para vivir mi vida. Los amo.

A mis Hermanos HÉCTOR, ARQUÍMEDES, SILVANO, IVÁN, ESTEBAN, PERLA y PABLO por sus cuidados, su infinito apoyo de diferentes formas pues han sido un impulso en mi vida. Los amo.

A mis grandes amigos por el apoyo brindado todo este tiempo. Los amo.

Índice

Resumen	4
Introducción.....	5
Capítulo 1. Manejo y gestión de residuos farmacéuticos	7
1.1 Problemática de la gestión integral de residuos peligrosos en el Mundo.....	7
1.2. Gestión integral de residuos sólidos peligrosos en México.....	8
1.3. Contaminación del medio ambiente por desecho incorrecto de medicamentos caducos.....	9
1.4 Método de eliminación correcto de medicamentos caducos	11
1.5. Sistema Nacional de Gestión de Residuos y Envases de Medicamentos (SINGREM) en México.....	11
1.5.1 Funcionamiento de SINGREM para la recolección de medicamentos caducos	13
1.6. Regiones de SINGREM	17
Capítulo 2. Marco de referencia	31
2.1. Marco teórico.....	31
2.1.1. Predicción de la generación de residuos farmacéuticos.	31
2.1.2. Rediseño de rutas de recolección de residuos farmacéuticos mediante técnicas SIG en la ciudad de México.....	37
2.1.3. Objetivo general	42
2.2. Métodos y Modelos	43
2.2.1. Análisis estadístico	43
2.2.2. Localización y Transporte	49
2.2.3. Metodología de la investigación.....	55
Capítulo 3. Desarrollo de la metodología y resultados.....	59
3.1. Conocer el entorno de la Asociación Civil de SINGREM	59
3.2. Analizar la operación actual de la Región 4 de SINGREM	59
3.3. Solicitar información.....	59
3.4. Analizar los datos recolectados	60
3.5. Limpiar datos recolectados.....	61
3.6. Adaptar un proceso de <i>Poisson</i> para conocer los días que deberán de transcurrir y realizar la próxima recolección con éxito.....	62
3.7. Agrupación de datos para el rediseño de las rutas de recolección de residuos farmacéuticos.....	65
4. Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.....	88

Resumen

El Sistema Nacional de Gestión de Residuos y Envases de Medicamento caducos (SINGREM) nace en el 2007 con el apoyo de la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica y otras organizaciones gubernamentales para realizar la disposición final de los medicamentos caducos y sus sobrantes en los hogares del público usuario debido a los daños ambientales ocasionados por su desecho incorrecto.

La Región 4 de SINGREM sobre la que versa esta tesis, resulta ser la más conflictiva en la ejecución de la recolección de acuerdo con el personal administrativo, esta Región cuenta con 254 puntos de recolección distribuidos en 4 delegaciones de la Ciudad de México. Para atenderla, se cuenta con un Supervisor, quien en diversas ocasiones no se da abasto para atenderla y dispone de un solo vehículo con poca capacidad para realizar las recolecciones.

Se detectó que frecuentemente las recolecciones son ineficientes, ya que hay ocasiones en que hacen un gran número de visitas a los contenedores sin recolectar medicamento dado a que estos están “casi” vacíos o vacíos, incurriendo en gasto de gasolina, estacionamiento, tiempo de traslado, desgaste de vehículo (mantenimiento), sin obtener un resultado; mientras que, en otras ocasiones la ruta de recolección se ve interrumpida por falta de espacio en el vehículo ya que se ha llenado antes de lo esperado, teniendo que hacer un doble viaje para completar su ruta.

Se analizaron los registros de las recolecciones de esta Región de los años 2014 y 2015, para estimar en cada contenedor el número de días que deberán transcurrir para llevar a cabo una recolección en contenedores ubicados en establecimientos así como determinar las tasas de producción de residuos farmacéuticos mediante un Proceso de *Poisson* personalizado; se usó el Sistema Información Geográfica MapRuta para la elaboración de las rutas una vez que se agruparon los establecimientos de acuerdo a la similitud en el número de días transcurridos, optimizando los recursos económicos de SINGREM.

Los resultados obtenidos fueron 7 rutas de recolección, el punto de origen de las 7 Rutas fue el domicilio particular del supervisor y solo en una ocasión el punto Destino fue el CCyT debido a que se necesitaba descargar el vehículo. Estas rutas se diseñaron con un proceso de análisis exhaustivo con datos reales proporcionados por SINGREM, se asevera que de realizarse en el número de días indicados, las recolecciones serán 100% exitosas.

Introducción

Desde el año de 1972 las Naciones Unidas convocaron a la “Conferencia de Estocolmo” donde por primera vez se debatió la problemática del Medio Ambiente para concienciar a la población sobre la necesidad de preservarlo con miras a lograr una mejor calidad de vida de las generaciones actuales y futuras (Machicado, 2017). Desde entonces han existido varios contextos de discusión y análisis que han permitido conceptualizar lo que se conoce como la preservación del Medio Ambiente.

En México, la degradación del Medio Ambiente y el agotamiento de los recursos naturales representan un daño económico de varios miles de millones de pesos anuales, equivalentes a 5.3% del Producto Interno Bruto (INEGI, 2014). Esta degradación podría dividirse en contaminación del aire, degradación del suelo, contaminación del agua, agotamiento de los mantos de agua subterránea, así como la depredación de los recursos forestales.

La contaminación del agua por fármacos, se debe en parte a un erróneo desecho de medicamentos. En la presente tesis se abordará la problemática existente en el Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases y Medicamentos Caducos (SINGREM A. C., México), quien se encarga de dar un correcto manejo y disposición final de los medicamentos caducos y sus envases.

SINGREM A. C. México nace en el 2007, la forma en que capta los fármacos caducos es mediante contenedores colocados en Hospitales, Farmacias, Clínicas, etc., donde los usuarios finales de fármacos desechan sus medicamentos caducos, envases vacíos o bien los que ya no necesita.

La **Región 4** de SINGREM que pertenece a la **Zona Metropolitana**, resulta ser la más conflictiva en la ejecución de la recolección. De acuerdo con la información obtenida en las entrevistas con personal administrativo, esta Región está conformada por 254 puntos de recolección (254 contenedores), distribuidos en 7 delegaciones de la Ciudad de México (CDMX), donde se realizan recolecciones ordinarias y especiales. Para la atención de esta Región, se cuenta con un sólo Supervisor, quien en diversas ocasiones no se da abasto para atender todos los puntos de recolección y dispone únicamente de un vehículo de 1 tonelada de capacidad para realizar las recolecciones. Este supervisor visita cada contenedor para vaciarlo y transportarlo para su correcta destrucción.

En el análisis realizado de la problemática planteada por el personal administrativo y tras ejecutar las recolecciones en campo en conjunto con el supervisor de esta zona, se detectó que frecuentemente estas rutas de recolección son ineficientes, ya que hay ocasiones en las que se hace un gran número de visitas a los contenedores sin recolectar medicamento debido a que estos están “casi” vacíos o vacíos, incurriendo en gasto de gasolina, estacionamiento, tiempo de traslado, desgaste de vehículo (mantenimiento), sin obtener un resultado; mientras que, en otras ocasiones la ruta de recolección se ve interrumpida por falta de espacio en el

vehículo ya que se ha llenado antes de lo esperado, teniendo que hacer un doble viaje para completar su ruta.

Por este motivo, el objetivo principal de esta tesis es rediseñar las rutas de recolección de medicamentos caducos situados en la Región 4 de la Zona Metropolitana de la CDMX, basado en el análisis de los registros históricos de recolección de cada contenedor (registros de manifiesto) en el 2014 y 2015, buscando que se optimicen el número de visitas a los puntos de acopio para minimizar las distancias recorridas durante las rutas de recolección, los tiempos y costos asociados mediante el análisis de datos, con la aplicación de un Proceso de *Poisson* y con una herramienta de información geográfica - MapRuta.

El desarrollo de esta tesis será de la siguiente manera: En el capítulo 1 se estudiará a detalle la problemática motivo de esta investigación, en el capítulo 2 se describirá la literatura importante revisada a lo largo de esta investigación que será el marco de referencia, se indicarán los Métodos y Modelos que resuelven la problemática planteada y se mencionará la Metodología de esta investigación. En el capítulo 3 se encuentra descrito paso por paso el desarrollo de la Metodología y se mostrarán los resultados obtenidos de esta investigación. Por último, en el Capítulo 4 hablaremos de las conclusiones correspondientes así como de las recomendaciones y trabajos futuros.

Capítulo 1. Manejo y gestión de residuos farmacéuticos

En este capítulo se planteará la problemática motivo de esta investigación, iniciando con la problemática existente en el manejo de residuos peligrosos en el mundo y en México. Después se describirá el surgimiento del Sistema Nacional de Gestión de Residuos y Envases de Medicamentos y su proceso operativo, asociación civil en la que desarrollo esta investigación.

1.1 Problemática de la gestión integral de residuos peligrosos en el Mundo.

En 1972 las Naciones Unidas convocaron a la “Conferencia de Estocolmo”, a la cual asistieron 113 países y se debatió por primera vez la problemática del Medio Ambiente, haciendo resaltar la importancia del mismo para el ser humano y los demás seres vivos. Desde entonces han existido varios contextos de discusión y análisis, que han permitido conceptualizar lo que se conoce como la preservación del Medio Ambiente, para así concienciar a la población sobre la necesidad de resguardarlo con miras a lograr una mejor calidad de vida para las generaciones actuales y futuras (Machicado, 2017).

En el Convenio de Estocolmo se elaboró un instrumento internacional jurídicamente vinculante para la aplicación de medidas internacionales con respecto a ciertos *Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs)*. Los primeros *COPs* que debían eliminarse eran los conocidos como “La docena sucia”: aldrin, bifenilos policlorados (PCB), clordano, DDT, dieldrina, dioxinas, endrina, furanos, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex y toxafeno; que son sustancias químicas persistentes con una elevada permanencia en el medio ambiente, al ser resistentes a la degradación, bioacumulables, incorporándose a los tejidos de los seres vivos y altamente tóxicos, provocando graves efectos sobre la salud humana y el medio ambiente (Blount, 2002).

La finalidad del Convenio de Estocolmo es la de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los *COPs*, fijando para ello medidas que permitan eliminar, y cuando esto no sea posible, reducir las emisiones y las descargas de estos contaminantes. Así mismo, se estableció un grupo de expertos para elaborar criterios y un procedimiento para determinar otros *COPs*, para futuras medidas a nivel internacional.

En los países industrializados se promueve la minimización de los residuos peligrosos y su reciclaje, desde el punto de vista ambiental las posibles acciones (PROFEPA, 2014) serían las siguientes:

- Reciclaje: La alternativa más productiva es la que después de un proceso específico convierte a los residuos peligrosos en materia prima que se puede utilizar después en otro proceso productivo diferente;
- Destrucción: También existe la opción de destruir los residuos peligrosos, al hacerlo las cenizas generadas pueden ser confinadas de una manera mucho más práctica y así ser

- clasificados como residuos estabilizados. Un ejemplo, son medicamentos caducos o fuera de especificaciones; y
- Confinamiento: Los residuos peligrosos se destoxifican, se separan y se concentran los componentes peligrosos en volúmenes reducidos para ser estabilizados y así evitar la generación de lixiviados¹.

1.2. Gestión integral de residuos sólidos peligrosos en México.

A partir de la Conferencia Plenipotenciarios en Suecia, tras sostener reuniones con representantes de diversos sectores de la sociedad mexicana, México firma el 23 de mayo de 2001 el Convenio de Estocolmo sobre *COPs* (SEMARNAT, 2007), es así que la responsable de elaborar y ejecutar un plan para dar cumplimiento a los compromisos derivados de este Convenio es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Las estrategias y planes de acción que aplicó la SEMARNAT, fueron la reducción o eliminación de los *COPs* emitidos al ambiente, caracterizando las distintas regiones o cuencas del país, en relación con las fuentes potenciales de liberación de *COPs* al ambiente, la vulnerabilidad de su población (resaltando la protección de aquellos grupos que se encuentran expuestos en el ambiente laboral a *COPs*, como son obreros y campesinos) y la fragilidad de sus ecosistemas.

Los Residuos Peligrosos en México, son generados a partir de una amplia gama de actividades industriales, de la agricultura, del comercio, de la minería, de los hospitales e incluso de las actividades domésticas. Son considerados como residuos peligrosos los remanentes que resultan de un proceso productivo, que por su composición, presentación o combinación puedan ser un peligro presente o a futuro, ya sea directa o indirectamente para la salud humana o entorno. En la Norma Oficial Mexicana: NOM-052-SEMARNAT-2005 se describen los residuos que son considerados como peligrosos, sus características son:

- corrosivos;
- reactivos;
- inflamables; y
- tóxico.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su artículo 31, numero **VIII**; indica que los **Fármacos** son considerados residuos peligrosos y que están sujetos a un plan de manejo (LEPGIR, 2015). Por esta razón los medicamentos caducos o fuera de especificaciones se consideran como residuos peligrosos y deberán por sus características de riesgo, enviarse a destrucción (PROFEPA, 2014). Los productores de medicamentos, son considerados como un gran generador de residuos peligrosos y están

¹ Lixiviado.- Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos. (LEPGIR, 2015).

obligados por el artículo 27 de esta misma Ley, a contar con un plan de manejo y disposición final.

También, el desecho de un fármaco caducado en la basura doméstica corre el riesgo de ser vendido en el mercado negro y ocasionar peligros a la salud pública, por esto queda prohibida la venta de medicamentos caducados de acuerdo con la Ley General de Salud (LGS, 2007). En la LGS se controla de manera más amplia el manejo de los residuos peligrosos considerando aspectos tales como: los requerimientos para la evaluación de su peligrosidad valorando el riesgo para la salud humana, un debido etiquetado, un envasado indicando el procesamiento utilizado, uso y otras cuestiones tendientes a prevenir o reducir la posibilidad de que ocasionen efectos adversos en los trabajadores expuestos a ellas, en los consumidores y en la población general.

Para el control de plaguicidas, nutrientes vegetales, sustancias tóxicas y peligrosas, adicionalmente a la LGS, se encuentra la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988), la Ley Federal de Sanidad Vegetal (1994), la nueva Ley de Sanidad Animal (2007) y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2001), reformadas con posterioridad a su publicación, proporcionando junto con diversas Normas Oficiales Mexicanas (NOM) un sustento legal para la toma de decisiones relativas a su registro con fines de producción, importación, exportación, comercialización y consumo o desecho. El Reglamento para el transporte terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos publicado en 1993, y las diversas NOM emanadas de éste, establecen medidas para lograr la seguridad y prevención o minimización de riesgos durante la transportación terrestre de las sustancias químicas, sean mercancías o desechos.

Las disposiciones regulatorias antes mencionadas (leyes, reglamentos y normas) establecen pautas y medidas a seguir para lograr dicho manejo, que sea seguro a fin de prevenir riesgos, a la vez que fijan límites de exposición o alternativas de tratamiento y disposición final para reducir su volumen y peligrosidad.

La contaminación de las aguas subterráneas causada por la disposición inadecuada de residuos peligrosos, hizo que México, diera una alta prioridad a su manejo. El manejo de los residuos peligrosos incluye los procesos de minimización, reciclaje, recolección, almacenamiento, tratamiento, neutralización, transporte y disposición final.

1.3. Contaminación del medio ambiente por desecho incorrecto de medicamentos caducos.

Los productos farmacéuticos son compuestos complejos ampliamente utilizados en todo el planeta. Miles de moléculas activas diferentes se usan actualmente en el mundo para combatir o prevenir enfermedades, ahora, con cientos de nuevos productos que se sintetizan cada año para reemplazar otros ya obsoletos (Ramos, 2005). El primer estudio sobre la contaminación por productos farmacéuticos tuvo lugar en una planta de tratamiento de residuos de *Kansas City* en 1976. Los resultados fueron publicados y luego ignorados por 15 años (Hignite y Azarnoff, 1977).

Cuando se empezó a estudiar el problema, un motivo de preocupación fue que se encontraron en el medio ambiente prácticamente todos los tipos de medicamentos: antibióticos, analgésicos, anticancerosos, ansiolíticos, antiinflamatorios, antisépticos, hormonas, etc. Con los resultados obtenidos de nuevos estudios de campo y de laboratorio se puede afirmar que los fármacos representan una nueva clase de contaminantes del medio ambiente (Tilló, 2014).

Los fármacos han sido encontrados en aguas superficiales y subterráneas e incluso en el agua potable (Montague, 2006). Científicos alemanes reportaron que sea cual sea el cuerpo de agua escogido pueden encontrarse entre 30 y 60 productos farmacéuticos (Raloff, 1998). A medida que se publican más investigaciones, las consecuencias y las especies afectadas conocidas son:

- Feminización de los machos: Los “estrógenos de las píldoras anticonceptivas” han tenido este efecto en diversas especies de peces y anfibios.
- Extinción de aves carroñeras: El “diclofenaco”, utilizado para dolencias del ganado, ha supuesto la casi desaparición de buitres en la India. En España se han detectado problemas en buitres y quebrantahuesos tras ingerir restos de ovino con sustancias antiparasitarias.
- Daños en órganos internos: El antiinflamatorio “flunixin” causa lesiones en codornices y la muerte en grullas siberianas.
- Problemas alimenticios: Las aves que ingieren el antidepresivo “Prozac” reducen su alimentación en invierno y, a la vez, sus posibilidades de supervivencia.

Lamentablemente, los medicamentos anticancerosos se encuentran normalmente en los afluentes líquidos. Son medicamentos que tardan bastante tiempo en ser eliminados por el organismo humano. Las mayores concentraciones se encuentran en los afluentes hospitalarios. Son peligrosos por ser considerados mutágenos y tóxicos para la reproducción. No son bien eliminados en las plantas depuradoras y son muy persistentes en el medio ambiente al ser poco biodegradables (Tilló, 2014).

El número de vertebrados (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces) ha disminuido a la mitad desde hace cuatro décadas. La situación de las especies de agua dulce, donde se encuentran restos de medicamentos de forma más común, es alarmante: casi el 80% de las poblaciones analizadas en el estudio han desaparecido.

En general, la población mexicana conserva los medicamentos caducos, los tira al drenaje o basura doméstica, mezclándose con otros desechos. Sin embargo, no saben que cuando eso sucede, los fármacos caducos son considerados como residuos peligrosos sujetos a un manejo especial ya que generan los siguientes riesgos:

- afectaciones a la salud (consumo fuera de especificidad);

- impacto negativo al medio ambiente (contaminación de mantos freáticos), dañan la flora, la fauna y contaminan ríos, acuíferos y océanos en todo el mundo²;
- venta en el mercado ilegal (riesgos sanitarios directos).

Para dar solución o disminuir los daños al medio ambiente y a la salud por contaminación de fármacos, se creó SINGREM en México con base en modelos aplicados en España.

1.4 Método de eliminación correcto de medicamentos caducos

El tratamiento térmico (incineración de residuos) es uno de los medios más efectivos para reducir el peligro potencial de muchos residuos, pudiendo convertirlos a una forma útil de energía. Consiste básicamente en una oxidación controlada a alta temperatura de los compuestos orgánicos para producir CO₂ y agua. También, se producen sustancias inorgánicas como ácidos, sales y compuestos metálicos que se derivan del mismo residuo.

La industria farmacéutica de Estados Unidos y gran cantidad de países europeos emplea como tratamiento convencional la incineración de sus residuos y medicamentos caducos. Las tecnologías que más se utilizan son la incineración con inyección de líquidos, la incineración con horno rotatorio y el de hogar múltiple. En México, este tipo de tratamientos tiene poca aplicación.

SINGREM se encarga de recoger los medicamentos que han sido desechados para destruirlos como lo establece la Ley, quema en hornos de las cementeras que están a mil 500 grados centígrados o se destruyen también por calor a través de la incineración directa, siempre buscando que tanto la sustancia activa como el empaque desaparezca completamente y que sea de una forma ambientalmente adecuada.

1.5. Sistema Nacional de Gestión de Residuos y Envases de Medicamentos (SINGREM) en México.

SINGREM nace en el 2007 con el apoyo de la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (*CANIFARMA*), la Asociación Mexicana de la Industria de la Investigación Farmacéutica (*AMIIF*) y la Asociación Nacional de Fabricantes de Medicamentos (*ANAFAM*), con una prueba piloto en la ciudad de Puebla y con la Elaboración y Registro del Plan de Manejo de residuos peligrosos. En el 2009 el *Consejo de CANIFARMA* aprueba que el programa de *SINGREM* se realice a nivel nacional y sea permanente, con la finalidad de lograr una cobertura en toda la República Mexicana en un plazo no mayor a 5 años.

² http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2014/11/17/220970.php

Pero es a partir del año 2012 y con un plan de expansión a nivel nacional en el 2015, que se implementa el programa en poblaciones mayores a 100,000 habitantes y en sus áreas conurbadas (que son un conjunto de poblaciones próximas entre ellas cuyo progresivo crecimiento las ha puesto en contacto).

Actualmente, el Plan de SINGREM está presente en 335 poblaciones de 26 estados de la República Mexicana (ver Figura 1.1, Cobertura de SINGREM en México), a través de 4,280 contenedores que atienden aproximadamente a más de 59,893,295 de personas. SINGREM, es un esfuerzo único en su tipo en México dirigido a la población en general. Hasta el momento han captado y destruido más de 1,174 toneladas³ de medicamento caduco.

SINGREM tiene el respaldo y apoyo de las autoridades federales y locales de salud y medio ambiente, así como de la industria farmacéutica para el manejo y disposición final de los medicamentos caducos y sus sobrantes en los hogares del público usuario, que a la fecha ha sido clave para continuar la expansión del programa.

SINGREM cuenta con un Plan de Manejo registrado ante la SEMARNAT con Número 09-PMR-VI-0008-2008, siendo el primer Plan de Manejo Sectorial Registrado, y teniendo como características reglamentarias las de ser un Plan de Manejo privado, colectivo y nacional.

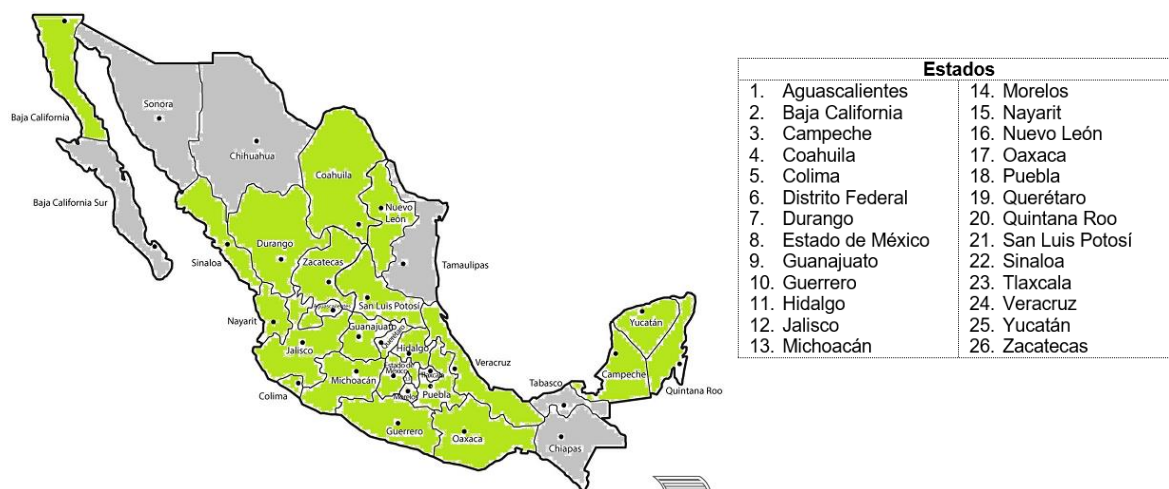


Figura 1.1. Cobertura de SINGREM en México. Los estados cubiertos por este programa se encuentran en color verde. Fuente: Elaboración propia basado en la información proporcionada por SINGREM.

Debido a los daños ambientales ocasionados por el incorrecto desecho de medicamentos caducos, en el 2006 se promulga la LGPGIR, de acuerdo con los artículos 28, 29, 31, así como lo establecido en los artículos 17 y 20 del Reglamento de la Secretaría del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (SEMARNAT, 2007) que da origen a la Norma 052, que regula la fabricación de los medicamentos haciendo responsable del manejo integral para los residuos peligrosos a la propia industria farmacéutica.

³ Información proporcionada por SINGREM.

1.5.1 Funcionamiento de SINGREM para la recolección de medicamentos caducos

De acuerdo con la observación de campo e información proporcionada por el supervisor de la Región 04 de SINGREM, la operación para la recolección de medicamentos caducos es:

1. El supervisor de SINGREM llega a la Farmacia, Hospital, Clínica de salud, etc., donde se encuentra el contenedor, y con la llave correspondiente, lo abre y revisa si contiene un 60% o más de contenido.
2. De no tener un 60% de llenado, registra en la aplicación de su teléfono celular una visita sin recolección.
3. De **tener** un 60% de llenado o más, retira la bolsa, la cual cierra con un cincho que está Identificado con un código de barras.
4. Pesa la bolsa con una báscula de mano, y anota en una papeleta con copia, los siguientes datos:
 - a. Fecha de recolección;
 - b. Farmacia, Hospital, Centro de salud, etc. correspondiente;
 - c. Número de contenedor;
 - d. Número de carpeta del contenedor;
 - e. Número de cincho de la bolsa retirada;
 - f. Peso en kilogramos de medicamento que está retirando;
 - g. Entrega copia al responsable de la Farmacia, quién la archiva en la carpeta de la farmacia, la otra se la lleva el Supervisor;
 - h. Estos mismos registros se realizan en su teléfono celular, la Información se almacena en espacios virtualizados (conocido como la nube);
 - i. Número del vehículo de recolección;
 - j. Kilometraje del vehículo hasta ese momento.
5. Introduce la bolsa en el vehículo,
6. Continúa con su ruta, y se dirige a otro contenedor, para repetir el proceso.

SINGREM cuenta con un plan de recolección periódica de los residuos, y asegura su destrucción final a través de terceros autorizados, de la forma más ambientalmente adecuada, cumpliendo con la regulación aplicable por la SEMARNAT.

Para la colocación de contenedores, SINGREM solicita a las Farmacias, Hospitales, Supermercados, Clínicas, Centros de salud, etc., cumplan con un Plan de Manejo “SINGREM”.

El Plan de Manejo consta de los requisitos siguientes:

- Firma de un convenio donde se responsabiliza de:
 - El cuidado y resguardo del contenedor colocado;
 - Dar a conocer a los clientes la utilización del contenedor;

- Llamar al supervisor correspondiente, para reportar cualquier anomalía con respecto del contenedor.

Estos establecimientos se caracterizan por contar con el distintivo de Farmacia Adherida al Plan de Manejo.

Los contenedores se diseñan específicamente para garantizar que lo recolectado será desechado conforme lo establece el marco regulatorio en materia ambiental.

Los residuos recolectados son sometidos a procesos físicos de trituración y más tarde enviados a una destrucción térmica con ganancia de energía, energía que es aprovechada para otro fin. En el caso del Plan de Manejo de SINGREM, se busca que los residuos recolectados, sirvan como “combustible alternativo” a los diferentes hornos cementeros autorizados.

A continuación, en la Figura 1.2, se describe la gestión y manejo integral de residuos, que para el caso de SINGREM se refiere a medicamentos caducados y sus envases, el entendimiento de este proceso es necesario para comprender el problema que se abordará en esta tesis.

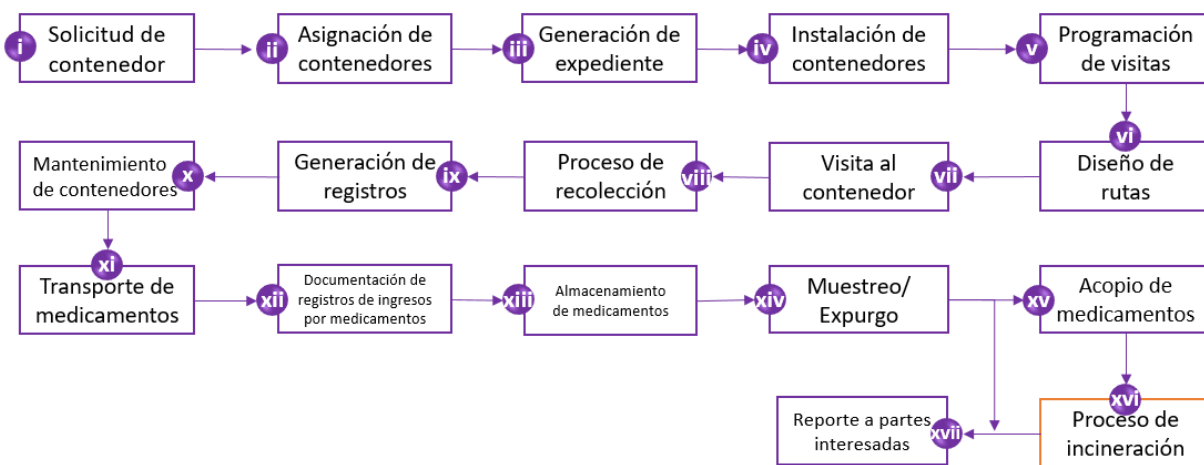


Figura 1.2. Diagrama de proceso, SINGREM. Fuente: Información proporcionada por el supervisor.

Las etapas del proceso se describen a continuación:

i. Solicitud de contenedores por farmacias u otros
SINGREM cuenta con un plan mediante el cual invita a las farmacias, centros de salud, tiendas comerciales, agencias de protección sanitaria, dispensarios, publi-tiendas, fundaciones, hospitales u otros, a adherirse al Plan SINGREM que significa colocar un contenedor en sus instalaciones para que los usuarios finales de medicamentos puedan desecharlos allí.

ii. Asignación de contenedores
Una vez que la solicitud de contenedores ha sido propuesta a SINGREM, el supervisor del área correspondiente deberá evaluar la viabilidad de la colocación del contenedor, evalúa: seguridad, tiempo de traslado y accesibilidad al punto; esto lo indican sus políticas internas,

pero, no se llega a considerar si se encuentra “muy cerca” de otro contenedor, o si el establecimiento requiere de la colocación de más de un contenedor. La asignación de contenedores por lo general se realiza a quien lo solicite.

iii. Generación de expediente

Para formalizar la asignación del contenedor al solicitante (farmacia, tienda, clínica, etc.), los documentos que se integran en el expediente son: Convenio firmado por la farmacia u otro y SINGREM, Carta de entrega del contenedor y Ficha de Identificación.

iv. Instalación de contenedores

Los contenedores deben colocarse en el lugar que fue asignado y deberán estar visibles para las personas que visiten el establecimiento. El responsable que firma la “Carta de entrega del contenedor” será el responsable directo de informar a las personas en general sobre el uso y fin del contenedor colocado.

v. Programación de visitas

Por políticas de la empresa, los contenedores deben visitarse al menos 2 veces por mes. Sin embargo, se ha detectado que la tasa de llenado de cada contenedor es diferente, dependiendo de su ubicación. Por tal motivo, la programación de visitas es un problema que actualmente se está tratando de resolver de manera empírica: el supervisor establece cuáles van a ser los puntos a visitar en un día determinado.

vi. Diseño de rutas

Cada supervisor diseña las rutas de acuerdo con su criterio personal y con base en la experiencia que tenga por el tiempo de servir en la ruta.

vii. Visita al contenedor

El supervisor se dirige al lugar donde se encuentre el contenedor para revisarlo y así detectar si se retirará o no su contenido. Se retirará en caso de que cuente con un 60% o más de llenado.

viii. Proceso de recolección

Se obtienen los medicamentos que se encuentran dentro del contenedor, se pesan, y se registra en una papeleta el número de kilogramos recolectados, indicando en qué punto de recolección fue acopiado.

ix. Generación de registros

El supervisor deberá anotar en la papeleta de registro, el peso total de los medicamentos recogidos, la fecha, el código del contenedor, el lugar, los nombres y firmas tanto del supervisor como del encargado del establecimiento en el que se encuentra ubicado el contenedor. Adicionalmente a esto, el supervisor registra los mismos datos en su celular, información que se almacena en la nube.

x. Mantenimiento de contenedores

El supervisor realiza limpieza al contenedor, para mantenerlo en buenas condiciones. En caso de que se detecten anomalías en los contenedores, estos serán llevados al Centro de

Clasificación y Transferencia (CCyT⁴), donde se les dará mantenimiento o en caso de ser necesario serán cambiados.

xi. Transporte de medicamentos

Los medicamentos caducados son transportados al CCyT para su proceso de almacenamiento. Se disponen de vehículos debidamente rotulados.

xii. Documentación de registros de ingresos por medicamentos

Cuando el supervisor se presenta en el CCyT e ingresa el medicamento recolectado, lo hace con las papeletas correspondientes, esta información es corroborada por el encargado del almacén, quién volverá a pesar cada bolsa entregada para Identificar diferencias en peso o validarlo.

xiii. Almacenamiento de medicamentos

El CCyT es el lugar donde se almacenan todos los medicamentos recolectados de todas las regiones de la *Zona Metropolitana*, para luego enviarse a la incineradora.

xiv. Muestreo / Expurga

- Muestreo

Personal calificado lleva a cabo un muestreo de las bolsas entregadas. Las bolsas se abren y se vacían en recipientes especiales, para revisar el contenido e Identificar lo siguiente:

- fabricante;
- grupo terapéutico;
- sal (nombre genérico);
- fórmula farmacéutica;
- mercado (público o privado);
- si está caducado o no;
- fracción sanitaria del producto;
- condición del envase (completo, vacío, usado);
- información útil sobre lo desechado en hogares para estudios de salud pública de acuerdo con la morbilidad de la región y reflejo del mercado farmacéutico.

- Expurga

En la revisión de bolsas se retiran objetos como:

- pañales sucios;
- jeringas;
- material de diálisis;
- objetos punzocortantes;
- otros, que no sean medicamentos o sus envases.

⁴ CCyT es el Centro de Clasificación y Transferencia, lugar donde se concentran los medicamentos caducos recolectados de la Zona Metropolitana.

xv. Acopio de medicamento

Todo lo almacenado en el CCyT se lleva a incineración de 1 a 2 veces por mes, con un tercer prestador de servicios calificado para este fin.

xvi. Proceso de incineración

Los residuos son transportados para su destrucción final por un gestor ambiental (Hornos de cemento, tratamiento térmico). Este proceso no lo realiza SINGREM.

xvii. Reporte a partes interesadas

Se emite un certificado de destrucción final (manifiesto), donde se detallan los kilogramos incinerados, este documento se envía a las oficinas centrales de SINGREM y a SEMARNAT, ya que ampara el fin del ciclo iniciado desde la recolección.

Los costos de operación son costos fijos y costos variables, están implicados en el proceso de recolección de medicamentos. Ahora bien, los costos fijos se calculan sumando los costos de seguros de empleados y vehiculares, las recargas de tiempo aire para el uso del teléfono celular, los materiales de trabajo; gastos de papelería que representan las bolsas de contenedores, los cinchos para cerrar las bolsas, las papeletas de registros, la franela con que se limpia el contenedor y el líquido para la limpieza, mantenimiento preventivo para los vehículos y el salario de los trabajadores, los costos variables son: el mantenimiento correctivo de los vehículos debido a fallas mecánicas imprevistas o siniestros, los estacionamientos necesarios que a su vez dependen de la ruta que se está siguiendo, los gastos por consumo de combustible que están en función de la forma de manejar del conductor, la carga del camión así como las distancias recorridas para visitar cada contenedor.

1.6. Regiones de SINGREM

SINGREM se encuentra en 26 estados de la República Mexicana, esta cobertura se divide en Zona Foránea, Región Pacífico y Zona Metropolitana. El sistema bajo estudio para la presente tesis será la Zona Metropolitana, en específico la Región 4, ver la siguiente Figura 1.3.

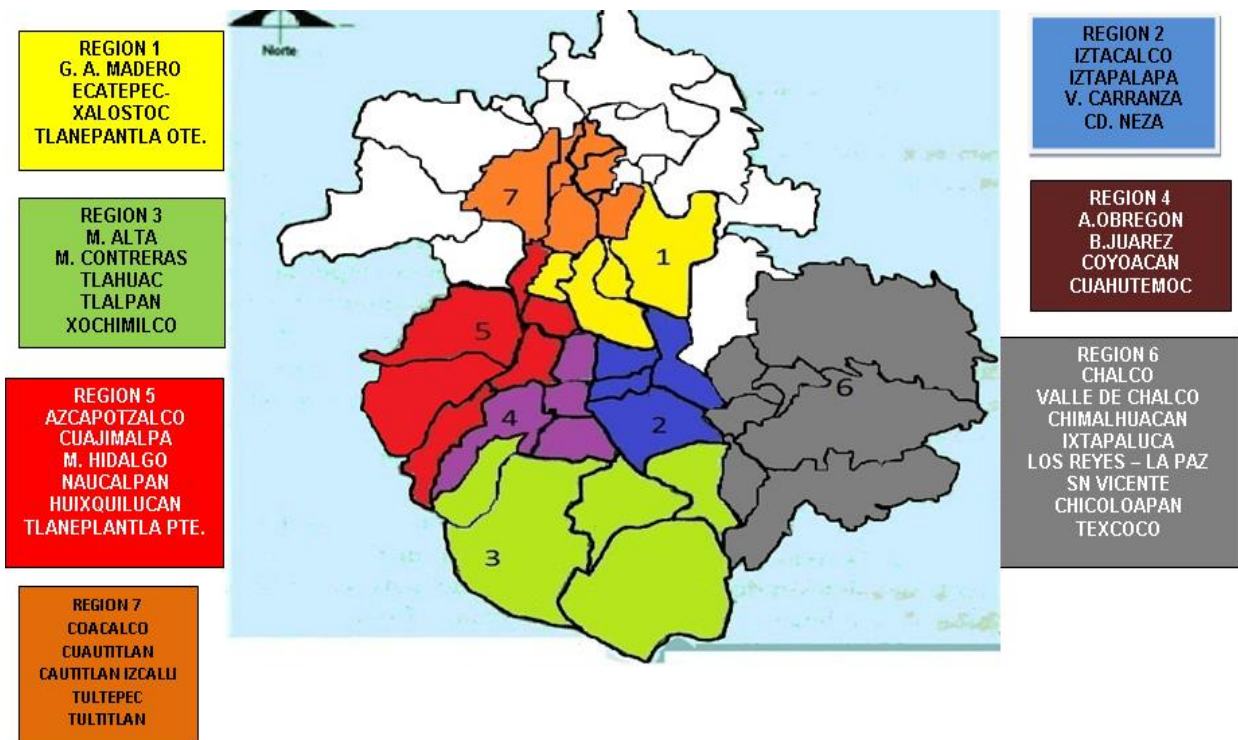


Figura 1.3. División de las Regiones de recolección de SINGREM. Fuente: SINGREM.

Las delegaciones que conforman la Región 4 son:

Delegaciones
Alvaro Obregón
Benito Juárez
Coyoacán
Cuauhtémoc

Tabla 1.1. Delegaciones que conforman la Región 4. Fuente: Información proporcionada por SINGREM.

Esta Región se conforma por 254 puntos de recolección distribuidos en distintos establecimientos, existe el caso de que un establecimiento puede tener más de un contenedor.

La Región 4 se Identifica como: “Muy cara y Conflictiva” en el manejo de los medicamentos caducos y sus envases según la información obtenida en las entrevistas con los jefes de esta Región, ubicada en Roberto Gayol No. 34; oficinas administrativas de SINGREM, ver Figura 1.8. Esta Región es considerada conflictiva dado que los gastos operativos para la ejecución de sus rutas salen del presupuesto establecido, y porque la persona encargada de dicha Región no da abasto para atender todos los puntos de recolección que la conforman.

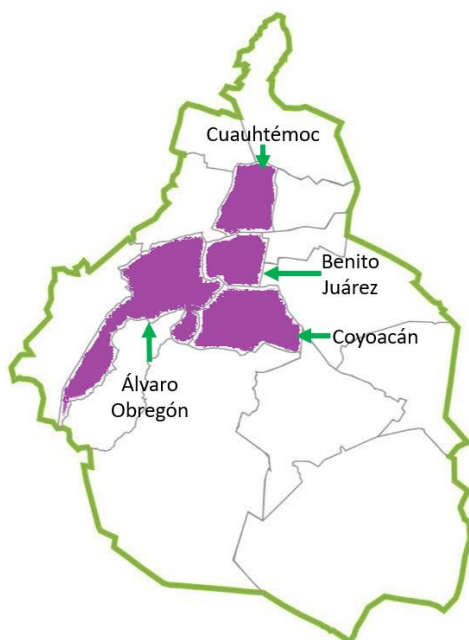


Figura 1.4. Zona de estudio: Región 4. Fuente: Información proporcionada por SINGREM.

Con datos obtenidos de la página de internet de SINGREM⁵, se construyó la siguiente Tabla 1.2, donde se observa que la Región 4 cuenta con un mayor número de contenedores que son 349 comparado con las demás Regiones. La población total de la Región 4 es de 2,264,720 habitantes y al dividirla entre el número de contenedores se obtiene 6,489, esto quiere decir que cada contenedor atiende a 6,489 personas si se distribuye proporcionalmente.

El resultado de esta operación con los datos respectivos de las demás Regiones, denota nuevamente que la Región 4 atiende por contenedor a menor número de personas comparado con las otras Regiones, es por ello, que se concluye que la Región 4 tiene mayor número de contenedores comparada con las Regiones.

⁵ Estadísticas SINGREM. [En línea]. Fecha de consulta: 16 de marzo 2016. Disponible en: <http://www.singrem.org.mx>.

REGIÓN	DELEGACIÓN	CONTENEDORES	POBLACIÓN	SUPERFICIE	DENSIDAD (P/km2)	TOTAL CONT	TOTAL POB	TOTAL SUPER	PERS POR CONT
1	GUSTAVO A. MADERO	92	1,185,772	94.07	12,605	251	3,173,992	323	12,645
	ECATEPEC-XALOSTOC	127	1,656,107	186.9	8,861				
	TLANEPANTLA-OTE	32	332,113	41.74	7,957				
2	IZTACALCO	33	384,326	23.3	16,495	240	3,741,655	237	15,590
	IZTAPALAPA	92	1,815,786	117	15,520				
	VENUSTIANO CARRANZA	52	430,978	33.4	12,904				
	CIUDAD NEZA	63	1,110,565	63.74	17,423				
3	MILPA ALTA	20	130,582	228.41	572	147	1,795,507	762	12,214
	MAGDALENA CONTRERAS	11	239,086	74.58	3,206				
	TLÁHUAC	22	360,265	85.34	4,222				
	TLALPAN	56	650,567	340.07	1,913				
	XOCHIMILCO	38	415,007	33.4	12,425				
4	ALVARO OBREGÓN	55	727,034	96.17	7,560	349	2,264,720	209.6	6,489
	BENITO JUÁREZ	92	385,439	26.63	14,474				
	COYOACÁN	82	620,416	54.4	11,405				
	CUAUHTÉMOC	120	531,831	32.4	16,415				
5	AZCAPOTZALCO	41	414,711	33.66	12,321	262	2,382,050	389.47	9,092
	CUAJIMALPA	23	186,391	74.58	2,499				
	MIGUEL HIDALGO	79	372,889	46.99	7,935				
	NAUCALPAN	73	833,779	156.6	5,324				
	HUIXQUILUCAN	14	242,167	35.9	6,746				
	TLALNEPANTLA PTE.	32	332,113	41.74	7,957				
6	CHALCO	25	310,130	234.72	1,321	136	2,413,638	1161.77	17,747
	VALLE DE CHALCO	43	357,645	46.36	7,715				
	CHIMALHUACÁN	21	614,453	44.69	13,749				
	IXTAPALUCA	23	467,361	315.1	1,483				
	LOS REYES-LA PAZ	8	253,845	26.71	9,504				
	SAN VICENTE CHICULOAPAN	2	175,053	75.49	2,319				
7	COACALCO	25	278,064	35.5	7,833	102	1,545,680	278.02	15,154
	CUAUTITLÁN	7	140,059	42.5	3,296				
	CUAUTITLÁN IZCALLI	43	511,675	109.9	4,656				
	TULTEPEC	6	91,808	19.02	4,827				
	TULTITLÁN	21	524,074	71.1	7,371				

Tabla 1.2. Contenedores y población de las 7 regiones de SINGREM. Fuente: Información extraída de la página de internet de SINGREM.

La Región 4 es atendida por un solo supervisor, quien es la persona encargada de recolectar lo captado en los 254 puntos de recolección (de acuerdo con la información proporcionada por el supervisor) que son los que actualmente están activos; que es una cantidad diferente a la que se observa en su página de 349 puntos de recolección.

Para la recolección se utiliza una Camioneta *Partner* (la cual se encuentra en buenas condiciones) de 800 kg de carga útil, ver Figura 1.5. El supervisor ha definido que este tipo de vehículo opera mejor en esta ruta por la facilidad de acceso y tránsito en calles angostas y estacionamientos que cuentan con límite de altura, características particulares de esta Región 4.



Figura 1.5. Vehículo empleado para la recolección en Región 4. Fuente: Información proporcionada por SINGREM.

El horario de operación es de las 6:00 a 15:00 horas, los días de descanso son: viernes y sábados.

Para atender los 254 puntos el supervisor, decidió dividir intuitivamente el número total de contenedores en 9 sub rutas, para así visitarlos cada día. Ver Tablas de la 1.3 a la 1.12. La operación en campo inicia cuando el supervisor de acuerdo con el día correspondiente (se desconoce la relación de rutas contra días de la semana) decide qué sub-ruta ejecutará. El punto de partida es su domicilio, luego se dirige al primer punto de recolección, y continúa sucesivamente a los diferentes puntos de recolección de esa ruta en particular. La visita a cada contenedor es para vaciar su contenido y transportarlo para una correcta destrucción,

Sin embargo, los supervisores han notado que frecuentemente estas rutas de recolección son ineficientes, ya que hay ocasiones en que hacen un gran número de visitas a los depósitos sin recolectar medicamento, dado que los contenedores no cumplen con el 60% de llenado, incurriendo en gasto de gasolina, estacionamiento, tiempo de traslado, desgaste de vehículo (mantenimiento), sin obtener un resultado; mientras que en otras ocasiones, la ruta de recolección se ve interrumpida por falta de espacio en el vehículo ya que se ha llenado antes de lo esperado, teniendo que hacer un doble viaje para completar la ruta. Estos gastos se convierten en un problema a la hora de ampliar la cobertura de operación de SINGREM.

Además de todo esto, las rutas no son las mejores debido a la presencia de obstrucciones en el tránsito vehicular, manifestaciones, desvíos a causa de obras de mantenimiento en la vialidad, cambios en los flujos de tránsito en calles y avenidas, etc., esta situación no será tratada en esta tesis, pero se mencionan porque son circunstancias que también afectan en las rutas de recolección.

A continuación, se detallan las 9 rutas que ha generado el supervisor de la Región 4 de acuerdo con su *expertise*.

Ruta 1			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-014-382-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	EUGENIA
DF-014-186-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	DEL VALLE
DF-014-717-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	PESTALOZZI
DF-015-069-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	SIGLO XXI
DF-014-055-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	GABRIEL MANCERA
DF-014-063-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	XOLA
DF-014-137-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	CONCEPCION BEISTEGUI
DF-014-053-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	EUGENIA
DF-014-115-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA SANTA RITA	SANTA RITA
DF-014-039-I	BENITO JUAREZ	OPCIONES FARMACEUTICAS	NARVARTE
DF-014-635-I	BENITO JUAREZ	FARM. MULTIGENERICOS	LUZ SAVIÑON
DF-015-892-I	CUAUHTEMOC	DISPENSARIO	DEL VALLE
DF-014-183-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	NARVARTE
DF-014-135-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	SCOP
DF-014-776-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA PARIS	UNIVERSIDAD
DF-014-060-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	SCOP
DF-014-836-I	BENITO JUAREZ	PUBLITIENDAS	DR VERTIZ(PUBLITIENDAS)
DF-014-979-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA UNION	VERTIZ
DF-014-851-I	BENITO JUAREZ	PUBLITIENDAS	GINA (PUBLITIENDAS)
DF-014-260-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	VERTIZ
DF-014-057-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	NARVARTE
DF-014-058-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	PILARES
DF-014-061-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	VERTIZ
DF-014-841-I	BENITO JUAREZ	PUBLITIENDAS	SOFI (PUBLITIENDAS)
DF-014-188-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	RIO CHURUBUSCO
DF-014-490-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	MITIKAH / MAYORAZGO
DF-003-234-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	MADRID
DF-003-1067-I	COYOACAN	MULTIFARMACIAS	BERLIN
DF-003-1068-I	COYOACAN	MULTIFARMACIAS	COYOACAN
DF-003-001-I	COYOACAN	FARMACIA	SALLENT

Tabla 1.3. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

Ruta 2			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-003-232-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	DIVISION DEL NORTE
DF-003-141-I	COYOACAN	FARMACIAS SAN PABLO	DIVISION DEL NORTE
DF-003-030-I	COYOACAN	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	DIVISION DEL NORTE
DF-003-116-I	COYOACAN	FARMACIAS DE SIMILARES	DIVISION DEL NORTE
DF-003-786-I	COYOACAN	FARMACIAS SAN ISIDRO	SUR
DF-003-197-I	COYOACAN	SUPERAMA	DIVISION
DF-003-384-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	JACARANDAS
DF-003-768-I	COYOACAN	FARMACIA SAN MARCOS	PACIFICO
DF-003-193-I	COYOACAN	SUPERAMA	COYOACAN
DF-003-120-I	COYOACAN	FARMA PRONTO SAN PEDRO	MIGUEL ANGEL / COYOACAN
DF-003-005-I	COYOACAN	FARMACIAS DE SIMILARES	VILLA COYOACAN
DF-003-716-I	COYOACAN	FARMACIAS GENERIX	QUEVEDO
DF-003-235-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	MIGUEL A. DE QUEVEDO
DF-003-1035-I	COYOACAN	CITY FRESCO	MEGA COYOACAN
DF-003-171-I	COYOACAN	WAL-MART	TAXQUEÑA
DF-003-171-II	COYOACAN	WAL-MART	TAXQUEÑA
DF-003-130-I	COYOACAN	FARMACIAS SAN PABLO	UNIVERSIDAD
DF-003-189-I	COYOACAN	WAL-MART	COFILCO
DF-003-189-II	COYOACAN	WAL-MART	COFILCO
DF-003-006-I	COYOACAN	FARMACIAS DE SIMILARES	UNIVERSIDAD 1
DF-003-715-I	COYOACAN	FARMACIAS GENERIX	COFILCO
DF-003-194-I	COYOACAN	SUPERAMA	COFILCO
DF-003-231-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	COFILCO

Tabla 1.4. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

<i>Ruta 3</i>			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-015-068-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	LOPEZ
DF-015-019-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	EJE CENTRAL 3
DF-015-023-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	CENTRO 5
DF-015-066-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	EJE CENTRAL
DF-015-013-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	EJE CENTRAL 1
DF-015-052-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	CIRCUNVALACION
DF-015-049-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	ZAPATA
DF-015-025-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	CORREO MAYOR
DF-015-300-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS BENAVIDES	16 DE SEPTIEMBRE
DF-015-051-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	CENTRO 2
DF-015-128-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	CENTRO
DF-015-128-II	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	CENTRO
DF-015-650-V	CUAUHTEMOC	FARMACIA PARIS	ANEXO No 75
DF-015-650-IV	CUAUHTEMOC	FARMACIA PARIS	ANEXO No 77
DF-015-650-II	CUAUHTEMOC	FARMACIA PARIS	ANEXO No 81
DF-015-650-III	CUAUHTEMOC	FARMACIA PARIS	ANEXO No 85
DF-015-650-I	CUAUHTEMOC	FARMACIA PARIS	No 95 97
DF-015-097-I	CUAUHTEMOC	FARM. ESPECIALIZADAS	CENTRO
DF-015-002-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	CENTRO 8
DF-015-797-I	CUAUHTEMOC	FARM. DERMATOLOGICA	CADI
DF-015-036-I	CUAUHTEMOC	FARM. EL FENIX DEL CENTRO	MADERO
DF-015-034-I	CUAUHTEMOC	FARM. EL FENIX DEL CENTRO	CINCO DE MAYO
DF-015-065-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	BUCARELI
DF-015-016-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	CHAPULTEPEC 1

Tabla 1.5. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

<i>Ruta 3 – a</i>			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-015-046-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	FRAY SERVANDO
DF-015-012-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	EJE CENTRAL 2
DF-015-781-I	CUAUHTEMOC	FARMACIA	CONDE
DF-015-015-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	DR BALMIS
DF-015-680-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN ISIDRO	NIÑOS HEROES
DF-015-044-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	NIÑOS HEROES
DF-015-031-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	DR PASTEUR
DF-015-011-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	HOSPITAL GENERAL
DF-015-067-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	HOSPITAL GENERAL
DF-015-109-I	CUAUHTEMOC	CENTRO DE ACOMPAÑAMIENTO Y RECUPERACION	CARDI
DF-015-136-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	CUAUHTEMOC

Tabla 1.6. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

<i>Ruta 4</i>			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-003-192-I	COYOACAN	SUPERAMA	CHURUBUSCO
DF-003-139-I	COYOACAN	FARMACIAS SAN PABLO	TAXQUEÑA
DF-003-239-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	TAXQUEÑA
DF-003-230-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	CAMPESTRE
DF-003-028-I	COYOACAN	FARMA PRONTO	24 HORAS
DF-003-238-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	SANTA ANA
DF-003-986-I	COYOACAN	HOSP. GRAL. NAVAL MILITAR ALTA ESP.	ESC. NAVAL MILITAR
DF-003-986-II	COYOACAN	HOSP. GRAL. NAVAL MILITAR ALTA ESP.	ESC. NAVAL MILITAR
DF-003-986-III	COYOACAN	HOSP. GRAL. NAVAL MILITAR ALTA ESP.	ESC. NAVAL MILITAR
DF-003-1063-I	COYOACAN	CLINICA	NAVAL DEL SUR
DF-003-190-I	COYOACAN	WAL-MART	MIRAMONTES
DF-003-190-II	COYOACAN	WAL-MART	MIRAMONTES
DF-003-1057-I	COYOACAN	FARMACIAS SAN PABLO	MIRAMONTES
DF-003-236-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	MIRAMONTES
DF-003-195-I	COYOACAN	SUPERAMA	GIRASOLES
DF-003-1085-I	COYOACAN	FARMACIA	SAN ANTONIO
DF-003-782-I	COYOACAN	FARMACIAS SAN ISIDRO	COAPA
DF-014-977-I	BENITO JUAREZ	FUNDACION	DEL CANCER DE MAMA (FUCAM)
DF-003-649-I	COYOACAN	LABORATORIO	PRODUCTOS MEDIX
DF-003-003-I	COYOACAN	FARMACIAS DE SIMILARES	TLALPAN 1
DF-003-1008-I	COYOACAN	FARMACIA	ECONOFARMA
DF-003-233-I	COYOACAN	FARMACIAS DEL AHORRO	GENERAL ANAYA
DF-014-014-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	ERMITA 2
DF-003-787-I	COYOACAN	LABORATORIO	SANDOZ / CANDELARIA
DF-014-788-I	BENITO JUAREZ	LABORATORIO	SANDOZ / TLALPAN
DF-014-788-II	BENITO JUAREZ	LABORATORIO	NOVARTIS
DF-014-994-I	BENITO JUAREZ	LABORATORIOS	ALCON
DF-003-900-I	COYOACAN	LABORATORIO	GROSSMAN

Tabla 1.7. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

Ruta 5			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-014-008-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	ANTILLAS
DF-014-1094-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA	GAMA
DF-014-059-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	PORTALES
DF-014-1062-I	BENITO JUAREZ	MULTIFARMACIAS GENERICOS (MFG)	PORTALES
DF-014-018-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	INDEPENDENCIA
DF-014-855-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA	CUMBRES
DF-014-027-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	AMERICAS UNIDAS
DF-014-179-I	BENITO JUAREZ	WAL-MART	TLALPAN
DF-014-1049-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA	NUEVA AMERICA
DF-014-040-I	BENITO JUAREZ	OPCIONES FARMACEUTICAS	POSTAL
DF-014-856-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA	HOLANDITA
DF-014-038-I	BENITO JUAREZ	OPCIONES FARMACEUTICAS	ALAMOS
DF-014-852-I	BENITO JUAREZ	PUBLITIENDAS	TERE (PUBLITIENDAS)
DF-014-062-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	VIADUCTO
DF-015-848-I	CUAUHTEMOC	PUBLITIENDAS	VIRGEN MARIA (PUBLITIENDAS)
DF-015-1050-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA UNION	5 DE FEBRERO
DF-015-850-I	CUAUHTEMOC	PUBLITIENDAS	CRISTO MEDICO (PUBLITIENDAS)
DF-015-847-I	CUAUHTEMOC	PUBLITIENDAS	CLAUDIA (PUBLITIENDAS)
DF-014-890-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA	AGR MEDICAL
DF-014-017-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	TLALPAN 4
DF-014-1016-I	BENITO JUAREZ	CTRO. DE REHAB. PARA ADICCIONES	CENTRO MAHANAIM
DF-014-258-I	BENITO JUAREZ	MAS FARMACIAS	ALEX
DF-014-1002-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA	SANTA ANITA
DF-014-117-I	COYOACAN	AGENCIA PROTECCION SANITARIA	XOCONGO
DF-014-117-II	COYOACAN	AGENCIA PROTECCION SANITARIA	XOCONGO
DF-014-117-III	COYOACAN	AGENCIA PROTECCION SANITARIA	XOCONGO
DF-015-1070-I	CUAUHTEMOC	FARMACIA	DIPROGENDI
DF-015-029-I	CUAUHTEMOC	FARMA PRONTO	SAN JOSE
DF-015-024-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	ASTURIAS
DF-015-1084-I	CUAUHTEMOC	FARMACIA	SAN FRANCISCO
DF-015-1039-I	CUAUHTEMOC	COMERCIAL MEXICANA	ASTURIAS

Tabla 1.8. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

Ruta 6			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-014-180-I	BENITO JUAREZ	WAL-MART	FELIX CUEVAS
DF-014-054-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	FELIX CUEVAS
DF-014-056-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DEL AHORRO	MATIAS ROMERO
DF-014-182-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	WTC DAKOTA
DF-014-184-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	GEORGIA
DF-014-187-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	INDIANA
DF-014-303-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS BENAVIDES	FELIX CUEVAS
DF-014-622-I	BENITO JUAREZ	HOSPITAL	CLINICA CIME
DF-014-835-I	BENITO JUAREZ	PUBLITIENDAS	NUEVA (PUBLITIENDAS)
DF-014-020-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	ROMERO DE TERREROS
DF-014-1052-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	DEL VALLE NORTE
DF-014-045-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	DIAG SAN ANTONIO
DF-014-1060-I	BENITO JUAREZ	MULTIFARMACIAS	OBROERO MUNDIAL
DF-015-492-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	MONTERREY
DF-015-133-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	AGUASCALIENTES
DF-015-133-II	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	AGUASCALIENTES
DF-015-095-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	TLACOTALPAN
DF-015-009-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	INSURGENTES
DF-015-064-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	AGUASCALIENTES
DF-015-1061-I	CUAUHTEMOC	MULTIFARMACIAS	CONDESA
DF-015-479-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	ROMA NORTE
DF-015-634-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE ESPECIALIDADES	JANA
DF-015-837-I	CUAUHTEMOC	FARMACIA	MBC
DF-015-043-I	CUAUHTEMOC	OPCIONES FARMACEUTICAS	ROMA
DF-014-026-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	ROMA NORTE
DF015-1055-I	CUAUHTEMOC	FARMACIA	CONDESA
DF-015-1012-I	CUAUHTEMOC	HOSPITAL ANGELES	ROMA
DF-015-1032-I	BENITO JUAREZ	COMERCIAL MEXICANA	MEGA PILARES
DF-014-301-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS BENAVIDES	PABELLON DEL VALLE
DF-014-026-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS DE SIMILARES	UNIVERSIDAD
DF-014-281-I	BENITO JUAREZ	CANIFARMA	CANIFARMA
DF-014-181-I	BENITO JUAREZ	WAL-MART	UNIVERSIDAD

Tabla 1.9. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

Ruta 7			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-015-201-I	CUAUHTEMOC	SUPERAMA	MICHOACAN
DF-015-199-I	CUAUHTEMOC	SUPERAMA	PACHUCA
DF-015-261-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS SAN PABLO	NUEVO LEON
DF-015-070-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	SONORA
DF-015-072-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	VALLADOLID
DF-015-033-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	SANATORIO DURANGO
DF-015-981-I	CUAUHTEMOC	LAB. QUIMICOS CLINICOS AZTECA	UNIDAD ROMA
DF-015-073-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	VARSOVIA
DF-015-010-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DE SIMILARES	METRO INSURGENTES
DF-015-087-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS GI	LONDRES
DF-015-292-I	CUAUHTEMOC	FARMACIAS DEL AHORRO	NIZA
DF-015-200-I	CUAUHTEMOC	SUPERAMA	SENA

Tabla 1.10. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

Ruta 8			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-003-153-I	COYOACAN	MAS FARMACIAS	JOSE LUIS
DF-003-152-I	COYOACAN	MAS FARMACIAS	KAREN
DF-003-257-I	COYOACAN	MAS FARMACIAS	EDITH
DF-015-959-1	CUAUHTEMOC	OFICINAS	SINGREM
DF-010-318-I	ALV. OBREGON	MEDICINE AT WORK	MEDWORKS
DF-006-491-I	IZTACALCO	CAIS	CAIS
DF-014-111-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA	PLAZA WT
DF-014-118-I	BENITO JUAREZ	AGENC. PROTEC. SANITARIA	ALTADENA
DF-014-305-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	CORPORATIVO
DF-014-692-I	BENITO JUAREZ	COFEPRIS	OKLAHOMA 1
DF-014-693-I	BENITO JUAREZ	COFEPRIS	OKLAHOMA 2
DF-014-694-I	BENITO JUAREZ	COFEPRIS	OKLAHOMA 3
DF-014-695-I	BENITO JUAREZ	COFEPRIS	OKLAHOMA 4
DF-014-696-I	BENITO JUAREZ	COFEPRIS	OKLAHOMA 5
DF-015-697-I	CUAUHTEMOC	COFEPRIS	TORRE MONTERREY 1
DF-015-698-I	CUAUHTEMOC	COFEPRIS	TORRE MONTERREY 2
DF-003-654-I	COYOACAN	SANOFI	UNIV 201301 ENTRADA PRINC. CASETA 1
DF-003-654-II	COYOACAN	SANOFI	UNIV201302 SANOFI RECEP EDIF PRINCIPAL
DF-003-654-III	COYOACAN	SANOFI	UNIV201303 GENZYME EDIF M.A. QUEVEDO
DF-003-654-IV	COYOACAN	SANOFI	UNIV201304 PASTEUR RECEP EDIF
DF-003-931-I	COYOACAN	HOSPITAL I	PEDIATRICO COYOACAN (SS)
DF-014-932-I	BENITO JUAREZ	HOSPITAL I	GENERAL XOCO (SS)
DF-015-934-I	CUAUHTEMOC	HOSPITAL I	DR GREGORIO SALAS (SS)
DF-015-966-I	CUAUHTEMOC	HOSPITAL	JUAREZ DEL CENTRO
DF-015-966-II	CUAUHTEMOC	HOSPITAL	JUAREZ DEL CENTRO
DF-015-983-I	CUAUHTEMOC	FARMACIA	CENTRAL

Tabla 1.11. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

Ruta 9			
CODIGO SINGREM	MUNICIPIO	FARMACIA O ESTABLECIMIENTO	NOMENCLATURA
DF-003-140-I	COYOACAN	FARMACIAS SAN PABLO	IMAN
DF-003-1037-I	COYOACAN	COMERCIAL MEXICANA	MEGA GRAN SUR
DF-003-196-I	COYOACAN	SUPERAMA	PATIO PEDREGAL
DF-003-783-I	COYOACAN	HOSPITAL	SEDNA
DF-003-237-I	COYOACAN	FARM. DEL AHORRO	PANAMERICANA
DF-003-191-I	COYOACAN	WAL-MART	PERIFERICO SUR
DF-003-0000-I	COYOACAN	HOSP. NAC. DE PEDIATRIA	INP
DF-003-1078-I	COYOACAN	FARMACIA	SAN DIEGO- SAN LEON
DF-003-978-I	COYOACAN	FARMACIA	BETO
DF-003-082-I	COYOACAN	FARMACIAS GI	FERCHO
DF-003-1073-I	COYOACAN	FARMACIA	RCD PHARMA
DF-003-1074-I	COYOACAN	FARMACIA	SAN DIEGO- STA URSULA
DF-003-843-I	COYOACAN	PUBLITIENDAS	NUEVA BERE (PUBLITIENDAS)
DF-003-844-I	COYOACAN	PUBLITIENDAS	ANGELES (PUBLITIENDAS)
DF-003-383-I	COYOACAN	FARM. DEL AHORRO	AZTECAS
DF-003-1019-I	COYOACAN	FARMACIA	SU FARMACIA NUEVA
DF-003-080-I	COYOACAN	FARMACIAS GI	AJUSCO
DF-003-846-I	COYOACAN	PUBLITIENDAS	GARCIA (PUBLITIENDAS)
DF-003-845-I	COYOACAN	PUBLITIENDAS	MAG (PUBLITIENDAS)
DF-003-079-I	COYOACAN	FARMACIAS GI	ESCUINAPA
DF-003-076-I	COYOACAN	FARMACIAS GI	SANTO DOMINGO
DF-003-077-I	COYOACAN	FARMACIAS GI	NESMEL
DF-014-132-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	MIXCOAC
DF-014-229-I	BENITO JUAREZ	FARM. DEL AHORRO	JUAREZ
DF-014-048-I	BENITO JUAREZ	FARM. DE SIMILARES	REVOLUCION 1
DF-014-131-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	REVOLUCION
DF-014-131-II	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	REVOLUCION
DF-014-050-I	BENITO JUAREZ	FARM. DE SIMILARES	REVOLUCION 3
DF-014-185-I	BENITO JUAREZ	SUPERAMA	REVOLUCION
DF-014-1033-I	BENITO JUAREZ	COMERCIAL MEXICANA	MEGA MIXCOAC
DF-014-142-I	BENITO JUAREZ	FARMACIAS SAN PABLO	PATRIOTISMO
DF-014-636-I	BENITO JUAREZ	PARACELUS. S.A. DE C.V.	PARACELUS
DF-014-677-I	BENITO JUAREZ	FARMACIA SAN BORJA	SAN FRANCISCO
DF-014-826-I	BENITO JUAREZ	UODV	UN. OFTAL. DEL VALLE
DF-014-767-I	BENITO JUAREZ	FARM. ISOS PHARMACORP	DEL VALLE
DF-015-1003-I	CUAUHTEMOC	BIOLOGICOS ESPECIAL.	ROMA NORTE
DF-015-795-I	CUAUHTEMOC	AMEPAR	AMEPAR

Tabla 1.12. Sitios a visitar en la ruta 1. Fuente: Información proporcionada por el supervisor de la región 4.

Dado lo anterior, se observa que el supervisor de la Región 4 ha distribuido su carga de trabajo en 9 rutas de acuerdo con su experiencia, adquirida a lo largo de 9 años en los que ha laborado en SINGREM.

Se buscaría mejorar las recolecciones realizadas actualmente a través de esta investigación, asegurando que el contenedor visitado sea un contenedor recolectable, que tenga al menos un 60 % de llenado para así aprovechar los recursos económicos y humanos invertidos en el proceso de recolección.

SINGREM ha solicitado una propuesta de mejora. Así, el problema de investigación para esta tesis es:

Problema de investigación

Analizar los registros de manifiesto resultado de las recolecciones de residuos farmacéuticos de la Región 4, para estimar, para cada contenedor, el número de días que deberán transcurrir para realizar una visita de recolección asegurando un 60% de llenado y con base en ello, proponer las rutas de recolección, optimizando los recursos económicos de SINGREM.

Con lo que se pretende responder a las siguientes cuestiones:

Preguntas de investigación

¿De qué manera se acumulan los residuos farmacéuticos a lo largo de tiempo en contenedores ubicados en diferentes establecimientos?

¿Cuántos días deberán de transcurrir para recolectar el contenido de un contenedor dado y que tengan al menos un 60% de llenado?

¿Qué técnica pronostica el número de días que deberán transcurrir para que al visitar un contenedor determinado tenga al menos un 60% de llenado, y con base en ello rediseñar las rutas de recolección de la Región 4 de SINGREM?

Con las preguntas de investigación antes citadas, es como damos término al capítulo 1, ahora pasemos a la siguiente sección que será el marco de referencia para esta investigación.

Capítulo 2. Marco de referencia

En este capítulo se hablará del marco de referencia que se utilizó para esta investigación, enunciaremos que existen dos objetos de estudio, el primero se refiere a la modelación del comportamiento de la generación de residuos farmacéuticos y el segundo al rediseño de rutas de recolección de residuos farmacéuticos mediante técnicas SIG. Se indicará cual es el objetivo general de esta investigación, los métodos y modelos involucrados así como la metodología de la investigación utilizada para llegar a los resultados.

2.1. Marco teórico

En esta sección, se dará un soporte teórico y metodológico que sustente la solución propuesta al problema de investigación mencionado en el capítulo 1. Con base en el planteamiento del problema de investigación se Identificaron dos objetos de estudio. El primer objeto de estudio se centra en determinar las tasas de producción de residuos farmacéuticos en contenedores ubicados en establecimientos. Por otro lado, el segundo objeto de estudio es, encontrar un modelo de optimización de las rutas de recolección de residuos farmacéuticos con el apoyo de un sistema de Información Geográfica (SIG).

Se encontró que la problemática en la gestión de residuos farmacéuticos es un tema nuevo y de interés global. Actualmente, diferentes investigadores en diversas partes del mundo buscan una forma de manejarlos mejor. La búsqueda de literatura en este tema representó un conflicto debido a que hay poca información al respecto. Sin embargo, la información encontrada fue valiosa, por ejemplo, en Grecia, Komilis *et al.* (2017), realizaron un estudio sobre la tasa de generación y la composición de desechos médicos sólidos de laboratorios siendo única en su tipo. Por otro lado Voudrias *et al.* (2012), efectuaron otro estudio que determina las tasas de producción de residuos farmacéuticos y químicos producidos en un hospital, lo que resulta interesante fijándonos en el método utilizado para estimar los desechos. También en Irán, Reza *et al.* (2007), predijeron la cantidad de desechos hospitalarios para el año 2028, lo lograron solamente analizando el flujo de los desechos hospitalarios.

2.1.1. Predicción de la generación de residuos farmacéuticos.

El primer objeto de estudio, se centra en identificar un método de análisis de datos que prevea la generación de residuos farmacéuticos en contenedores. Se realizó una revisión de la literatura relacionada con este objeto de estudio, destacándose los siguientes antecedentes:

Reza *et al.* (2007), analizaron físicamente el flujo de desechos hospitalarios, del Hospital *Alborz* en Irán durante 7 días. Los investigadores propusieron una regresión lineal para estimar la generación diaria de los desechos. Con este modelo, se estimó una generación promedio de desechos hospitalarios por cama y para cada provincia de Irán. La producción de desechos hospitalarios se calculó en función del número de hospitales y camas activas (o sea camas ocupadas).

Los datos estadísticos con los que se contó fueron desde 1989, las estadísticas de los dos primeros años no fueron muy precisas, por lo tanto de 1991 en adelante se consideró como el primer año de datos más confiables. Con el modelo matemático se elaboró un calendario predictivo de flujo de desechos hospitalarios para cualquier año deseado. Se concluyó que el peso esperado para el año 2008 sería de 689,937 toneladas y para el año 2028 sería de 3,494,387 toneladas.

En los registros proporcionados por SINGREM también se observó una imprecisión de datos. Además de que las recolecciones de medicamentos caducos no se realizan continuamente.

Por su parte, Voudrias *et al.* (2012), determinaron la composición y las tasas de producción de residuos farmacéuticos y químicos producidos por el Hospital General de *Xanthi* en Grecia. El hospital contaba con 286 camas ocupadas y se recolectó para la investigación 233 kilogramos de productos farmacéuticos y 110 kilogramos de residuos químicos, los cuales se separaron manualmente y se pesaron durante cinco semanas del año 2010. La recolección de residuos se llevó a cabo en recipientes de plástico de 5 litros de capacidad, bolsas de plástico de 50 × 50 centímetros y bolsas de plástico de 80 × 70 centímetros colocadas dentro de envases plásticos.

Los residuos farmacéuticos se clasificaron en tres categorías, 1) Desechos farmacéuticos de los frascos, que a su vez se sub clasificaron en seis categorías, 2) Residuos de terapia intravenosa con cuatro sub clasificaciones; y 3) Jeringas. En hojas de cálculo de *Microsoft Excel* registraron las cantidades de residuos recolectados, el número de camas de cada sala de los Departamentos del Hospital, el número de pacientes que entraban al hospital y el número de exámenes médicos realizados.

En los residuos farmacéuticos se encontraron antibióticos en mayor cantidad. La composición total fue 51.1% para envases de plásticos o de vidrio, 37.5% para residuos de terapia intravenosa y 11.4% para jeringas. La ecuación de regresión diseñada puede determinar los residuos esperados en el hospital por un período determinado, siempre y cuando se conozca el número de pacientes activos dentro del Hospital.

Semejante a nuestra investigación de SINGREM, los datos fueron parcialmente procesados en hojas de cálculo de *Microsoft Excel* ya que en ese formato se recibió la información, una vez analizados y seleccionados se procesaron los datos en el *software RStudio*.

Por otro lado, Komilis *et al.* (2012), calcularon las tasas de generación de residuos médicos peligrosos de 132 centros de salud y en más de 160 hospitales públicos y privados

en Grecia. Los cálculos se basaron en los pesos de los desechos incinerados, que se registraron durante 22 meses en 2009 y 2010 en Atenas, Grecia existiendo un único incinerador de desechos médicos.

Los Hospitales y Centros se agruparon en públicos, privados, así como en siete subcategorías como son: Hospitales de nacimientos, de tratamiento del cáncer, generales, militares, pediátricos, psiquiátricos y universitarios. Los resultados mostraron que existe una gran variabilidad en cantidad de los residuos médicos peligrosos inclusive entre hospitales de la misma categoría.

En la investigación realizada para SINGREM, se detectó que los medicamentos caducos recolectados son procedentes de Hospitales privados y públicos de diferentes especialidades, de un Hospital Naval Militar, de diferentes tipos de farmacias, de diferentes tipos de clínicas, de tiendas de autoservicio, de centros de salud, de asociaciones de rehabilitación de adicciones y apoyo a la gente desamparada, de agencias de protección sanitaria, de redes médicas y, de dependencias gubernamentales.

En Grecia hay muy pocos datos de generación de residuos médicos peligrosos, por lo cual se calcularon las tasas de generación unitarias promedio por cama al día. El promedio de kilogramos por cama y por día de residuos se calculó dividiendo las tasas de incineración promedio entre el número oficial de camas ocupadas de cada Hospital.

Todos los cálculos estadísticos los realizaron con *Minitab*, para analizar las posibles diferencias entre las categorías de hospitales, el primer paso fue constatar la "normalidad" de los datos mediante la prueba *Anderson-Darling*. Si las transformaciones no resultaban en datos normales, se utilizaron pruebas no paramétricas como la prueba mediana de *Mood* o la prueba de *Mann-Whitney* para realizar las comparaciones estadísticas.

Las tasas máximas **de generación diaria** de los desechos de los hospitales generales públicos alcanzaron 5.3 kilogramos por cama, mientras que los privados generales tuvieron 5.6 kilogramos, para los centros de salud fue de 0.00124 kilogramos, mientras que para hospitales psiquiátricos privados fue de 0.718 kilogramos, para hospitales universitarios públicos fue de 0.0403 kilogramos y finalmente para hospitales públicos de tratamiento de cáncer fue de 0.688 kilogramos.

En cuanto a los datos de SINGREM, estos fueron analizados minuciosamente asegurándonos que tuvieran consistencia histórica para ser procesados. Cuando decimos datos procesados, nos referimos a que son datos reales, no se realizó ninguna técnica de simulación para trabajar con los datos.

A su vez, en Finlandia, Kaila y Korhonen (2015) en su investigación, representaron cómo se acumularon los desechos de los hogares en contenedores a lo largo del tiempo. El conjunto de datos analizados fue de 27,865 recolecciones a 579 contenedores de carga horizontal y 13 contenedores de carga con pedal.

Aplicaron la minería de datos para descubrir diferentes patrones y relaciones, también se utilizaron herramientas de estadística descriptiva para explorar los datos. Finalmente, se

aplicó una serie temporal con suavizamiento exponencial a los registros de cada contenedor. El procesamiento de datos se llevó a cabo utilizando *Matlab* y *Microsoft Excel 2010*.

Las curvas de variación estacional se crearon ajustando los datos de la serie temporal con la función de suavizamiento “Método *lowess*” (diagrama de dispersión localmente ponderado liso), que utiliza el 10% de todos los datos en cada conjunto de sub datos. Se calculó una regresión lineal de mínimos cuadrados ponderados, utilizando un polinomio de primer grado.

El rango normal de variación de residuos mezclados se definió por dos curvas suavizadas diferentes: Intervalo a) mediana suavizada $\pm 30\%$ del valor mediano; Intervalo b) media suavizada \pm dos veces la desviación estándar suavizada. La mediana se seleccionó como la base para la variación, ya que es más resistente a los valores atípicos y el ruido, que la media en conjuntos de datos discretos. La distribución de los pesos de recolección por tipo de vivienda se analizó con un estimador núcleo de la distribución (que trata el problema de la estimación de densidades desde diversos puntos de vista), más fácil de analizar que tiene la ventaja de que produce una curva de probabilidad continua y suave.

En el estudio de Gu *et al.* (2016), realizaron una caracterización y cuantificación de los residuos sólidos urbanos en China. Para la elaboración de este estudio los datos obtenidos fueron de diferentes orígenes: El Anuario Estadístico de China (1981-2015), el Anuario Estadístico de Construcción Urbano-Rural de China (2006-2014), artículos publicados, entrevistas *ad hoc* con funcionarios locales y encuestas personales de los autores sobre residuos sólidos urbanos, así como de artículos publicados e Internet.

Con el uso de la aplicación *Oracle Crystal Ball*, utilizaron el método de simulación estocástica de Monte Carlo para modelar las distribuciones de probabilidad de los parámetros clave de entrada y estimaron las incertidumbres. El número de muestreo de Monte Carlo se fijó a 10,000 iteraciones para caracterizar, cuantificar y gestionar los residuos de China en las distribuciones espaciotemporales.

La generación de residuos *per cápita* para la mayoría de las provincias mostraron tendencias de crecimiento, el índice de generación de residuos *per cápita* aumentó de 448.3 gramos en 1980 a 653.2 gramos en 2014, que fue significativamente mayor a la de las provincias centrales y occidentales de China. Gu *et al.* (2016), indicaron que la generación de residuos de China es similar a la de México.

Concluyen que la mayor proporción de generación de residuos, corresponden a los alimentos, plásticos y papeles con un porcentaje de 61.2%, 3.1% para textiles, 2.1% para vidrios, 1.1% para metales, 1.8% de madera y hierbas, 1.3% de caucho y cuero, 1.8% de cerámica, 2.5% de cenizas, 1.2% de residuos peligrosos y 23.9% para otros productos.

En Grecia, Komilis *et al.* (2017), en su estudio sobre la tasa de generación y composición de los desechos médicos sólidos de laboratorios privados de microbiología, midieron diariamente los desechos durante 6 meses en los primeros 30 días de cada mes en 7 laboratorios diferentes.

Las tasas de correlación fueron con respecto al número de pacientes examinados, pacientes a los cuales se les realizaron exámenes médicos, así como al personal que trabajaba en los laboratorios. Modelaron una regresión básica para estimar la generación de residuos médicos. Intentaron varias transformaciones a los datos para normalizarlos y ocuparon la Estadística Descriptiva como la kurtosis y asimetría.

Las comparaciones estadísticas se realizaron entonces sobre los datos transformados usando los principios de ANOVA típicos y el ensayo de comparación de parejas de *Tukey* con una $\alpha = 5\%$. El tamaño total de la muestra fue $N = 210$. Los análisis estadísticos y modelos de regresión se realizaron con *Minitab*. El número de exámenes era un predictor lineal significativo para el modelo de los 7 laboratorios estudiados.

Para un mejor entendimiento de las investigaciones antes mencionadas, en la Tabla 2.1 se muestra la información de manera resumida.

No.	País, autores, y año.	Tipos de residuos	Software utilizado	Metodología de análisis	Ámbito de la investigación	Relación con el trabajo de tesis
1	<ul style="list-style-type: none"> Irán. Reza M. Mohamedifard A. Kamalan H. 2007 	Desechos de hospitales	<ul style="list-style-type: none"> No se específica 	<ul style="list-style-type: none"> Regresión lineal 	Hospital Alborz	Predicción de la generación de la cantidad de desechos hospitalarios.
2	<ul style="list-style-type: none"> Grecia Voudrias E, Goudakou L, KermenIdou M, Softa A. 2012 	Residuos farmacéuticos y químicos	<ul style="list-style-type: none"> Microsoft Excel 	<ul style="list-style-type: none"> Regresión lineal 	Hospital General de Xanthi	Determinación de las tasas de producción de residuos farmacéuticos.
3	<ul style="list-style-type: none"> Grecia Komilis D., Fouki A., Papadopoulos D. 2012 	Residuos médicos peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> Minitab, versión 16. 	<ul style="list-style-type: none"> Prueba de normalidad de Anderson-Darling. Pruebas no paramétricas de Mood. Prueba de Mann-Whitney. 	160 Hospitales públicos, privados de diferentes especialidades y 132 Centros de salud.	Cálculo de las tasas de generación de residuos médicos peligrosos.
4	<ul style="list-style-type: none"> Finlandia Kaila J. Korhonen P. 2015 	Residuos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> Matlab R2013b Microsoft Excel 2010 	<ul style="list-style-type: none"> Estadística descriptiva Regresión lineal de mínimos cuadrados ponderada utilizando un polinomio de primer grado Serie de tiempo con suavizamiento exponencial Distribución de núcleo 	Residuos sólidos urbanos de los hogares en contenedores	Acumulación de los desechos en los hogares en contenedores.
5	<ul style="list-style-type: none"> China Gu B., Jiang S. Wang H., Wang Z., Jia R., Yang J., He S., Cheng R. 2016 	Residuos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> Oracle Crystal Ball. 	<ul style="list-style-type: none"> Simulación estocástica de Monte Carlo 	Residuos sólidos urbanos de todas las provincias en China.	Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos urbanos, que suponen ser parecidos a los residuos en México.
6	<ul style="list-style-type: none"> Grecia Komilis D. Makroleivaditis N. Nikolakopoulou E. 2017 	Desechos médicos sólidos de laboratorios.	<ul style="list-style-type: none"> Minitab versión 17 	<ul style="list-style-type: none"> Regression lineal ANOVA Prueba de Tukey Kurtosis y asimetría Normalidad de Anderson-Darling. 	Laboratorios privados de microbiología.	Estudio sobre la tasa de generación y la composición de estos desechos médicos sólidos de laboratorios

Tabla 2.1. Referencias del primer objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia basada en la investigación.

2.1.2. Rediseño de rutas de recolección de residuos farmacéuticos mediante técnicas SIG en la ciudad de México.

Un segundo objeto de estudio se centra en la construcción de rutas óptimas de recolección para los residuos farmacéuticos. Se realizó una revisión de la literatura relacionada con este objeto de estudio, destacando los antecedentes siguientes:

Zeren *et al.* (2007), realizaron un sistema para la gestión de desechos sanitarios en Estambul (Turquía), desechos procedentes de hospitales, clínicas y otras pequeñas instituciones de salud. Los desechos sanitarios se componen principalmente de residuos patológicos, infecciosos, químicos, farmacéuticos y domésticos, así como de objetos punzocortantes contaminados con sangre, agentes infecciosos, tejidos, órganos, etc. El objetivo de este sistema fue reducir el número de kilómetros recorridos en ruta, el tiempo de recolección, el número de vehículos y los costos de recolección, así como una mejor gestión de la capacidad del vehículo.

La tasa de generación de desechos se estimó de 25 a 30 toneladas por día para Turquía. Para planificar y optimizar las rutas se utilizaron *softwares* especializados: *MapInfo* y *Roadnet 5000*. En primer lugar *MapInfo* se usó para introducir los hospitales, clínicas y depósitos como puntos en mapa de acuerdo con sus direcciones postales y para determinar sus geocódigos; 197 hospitales y 401 clínicas fueron geocodificados en el sistema.

En el lado europeo de Estambul se encontraron 132 hospitales y 241 clínicas, y en el lado asiático se localizaron 65 hospitales y 160 clínicas. Para utilizar el programa *Roadnet 5000* se usaron datos sobre los geocódigos de hospitales, clínicas y ubicaciones de depósitos, cantidad de residuos de atención sanitaria, tiempo estimado de carga y tiempo de trabajo y los costos de los vehículos y salarios de los conductores. Además, se consideró una variedad de datos como fue la información sobre las tasas de accidentes, el tiempo de tránsito, la densidad de población y las actividades, la fecha y hora en que se realizaría la ruta de recolección.

Se crearon y ejecutaron varios escenarios para la recolección de los desechos en los hospitales y clínicas; para el lado Europeo, para el lado Asiático y en conjunto, cada escenario se creó dependiendo de los depósitos de inicio y término de los vehículos. En este estudio sólo se describieron cuatro escenarios importantes desde el punto de vista económico y ambiental. Finalmente, se obtuvo un conjunto de rutas individuales para los vehículos de recolección y se propusieron varias rutas de transporte. Las capacidades de los vehículos propuestas fueron de 2500, 1200 y 500 kilogramos respectivamente.

Después de los arreglos necesarios y la carga de los datos correspondientes, el programa de *software* proporcionó el número de vehículos necesarios. El tiempo de proceso de carga para los hospitales fue de 30 minutos como valor medio y de 10 minutos para las clínicas.

Se concluyó que la recolección sería de hospitales y clínicas por cada lado de Estambul. La actual planta de incineración de residuos sanitarios sería suficiente para los desechos de atención sanitaria generados del lado europeo durante muchos años más. Para el lado asiático, se llevarán los desechos ya esterilizados a un relleno sanitario (lugar donde se deposita finalmente la basura). Con la aplicación de este sistema, el costo de la recolección se reducirá fácilmente. Al finalizar este estudio, las autoridades de Estambul aceptaron las propuestas y comenzaron a trabajar para implementarlo.

En el estudio de Hoang 2014, se desarrolló un método de optimización para el problema de la recolección de residuos sólidos municipales en Danang (Vietnam), se buscaba maximizar las cantidades recolectadas de residuos y para ello se propuso un método híbrido, el cual utiliza la optimización de enjambre de partículas caóticas e incluye un algoritmo de búsqueda gravitacional binario para determinar un conjunto de soluciones factibles. También se utilizó el *software ArcGIS* para diseñar las rutas óptimas.

Los resultados obtenidos mostraron que el método propuesto obtuvo mayores cantidades recolectadas de residuos que los métodos usados tradicionalmente. La ciudad de Danang tiene una alta cantidad de residuos promedio por persona que son de 0.84 a 0.96 kilogramos al día. La cantidad total de residuos por día en Danang es de alrededor de 661.6 toneladas, y ha ido aumentando drásticamente en los últimos años.

Actualmente, la recolección de residuos es manual y se usan vehículos semiautomáticos y no automáticos. El modelo incluye un depósito, un vertedero, numerosos sitios de recolección y diversas estaciones de transferencia. Los desechos están contenidos en tres fuentes principales que son: calles, mercados, hoteles y restaurantes. La ciudad de Danang se modeló en un mapa con *ArcGIS*, donde cada nodo representa un sitio de recolección. En total se manejaron 247 hoteles, 948 restaurantes, 1 depósito, 1 vertedero, 10 estaciones de transferencia, 327 vehículos incluyendo 190 triciclos, 95 montacargas y 42 montacargas de gancho.

La distancia entre dos nodos dados se calculó por la función de ruta más corta con el *software ArcGIS*. Los desechos obtenidos actualmente en campo, son menores comparados con los desechos que se obtendrían usando el método propuesto por Hoang (2014).

Por otro lado, Malakahmada *et al.* (2014) crearon un método de recolección de residuos sólidos en contenedores sobre las banquetas, consistió en minimizar las distancias recorridas y el tiempo empleado en las rutas actuales, lo que resultaría en una mayor disponibilidad de equipos y mano de obra para realizar la recolección selectiva de residuos reciclables en Malasia. Realizan las recolecciones actualmente en equipos de trabajo, para vaciar los contenedores y dirigirse al sitio de depósito final. Los equipos de trabajo se componen de un conductor y tres recolectores.

Para mejorar las rutas actuales, el método utilizado fue: 1) análisis territorial correspondiente; 2) análisis con SIG; y 3) diseño de la ruta. En el análisis territorial se identificaron las necesidades y restricciones en el servicio de recolección, las rutas seleccionadas fueron inspeccionadas de acuerdo con su topografía, condición de las carreteras, y sus procedimientos de recolección, en el análisis con SIG se utilizó *GIS-ArcView*

que permitió referenciar geográficamente los contenedores, para ello se procesaron los datos inicialmente en *AutoCAD*; el diseño de las rutas se hizo con *Mapinfo Professional*.

Finalmente, redefinieron cinco rutas y lograron reducir el tiempo total de recolección comparado con el tiempo actual, así como el costo y la emisión de contaminación del aire. Los resultados obtenidos de este estudio piloto son alentadores para ampliarlo a toda la Ciudad y así optimizar las rutas de recolección de basura.

Por su parte, Kinobe *et al.* (2015), llevaron a cabo un estudio en las 5 divisiones que componen la ciudad de Kampala (Uganda) y utilizaron herramientas SIG para optimizar las distancias de cada viaje, el número de viajes y el tiempo de recolección de residuos. El estudio sugiere también las mejores rutas de recolección de residuos, número y capacidades adecuadas a la flota de vehículos así como la ubicación óptima de un nuevo relleno sanitario. Con ello, los costos de combustible se redujeron y en consecuencia también se redujeron las emisiones de gases de efecto invernadero.

Los residuos sólidos de la ciudad se depositan principalmente en el suelo y se almacenan en puntos de recolección temporales que son oficiales y no oficiales. La frecuencia de recolección de residuos en los puntos varía en función de la cantidad de residuos depositados. Si hay poco desperdicio en los puntos, los camiones son dirigidos a otros sitios que tienen enormes cantidades de residuos descargados ilegalmente, los camiones no funcionan con una ruta programada. Los camiones de recolección son cargados manualmente y cuando se encuentran llenos se dirigen al relleno sanitario, cada camión normalmente hace más de 2 viajes por día al vertedero. En promedio, la generación de residuos *per cápita* en la ciudad de Kampala es de aproximadamente 0.6 kilogramos.

Para ubicar el relleno sanitario utilizaron un modelo GPS *Magellan Triton 1500*, para el diseño de rutas ocuparon el *software* de *ArcGIS map*. Asignaron 20 minutos de tiempo de servicio en cada parada, los equipos de trabajos por camión consistían en un conductor y de 4 a 5 miembros de la tripulación dependiendo de la disponibilidad. Los datos se recopilaron para 21 rutas diferentes dentro de la ciudad de Kampala. Las distancias de rutas optimizadas se determinaron por división.

Los resultados obtenidos mostraron mejoras de 44% en viajes, 34% de kilómetros recorridos y 9% de horas trabajadas, con un aumento en la capacidad de camiones de 10 a 18 toneladas métricas. El beneficio fue más significativo cuando se aumentó la capacidad del vehículo de 6 toneladas métricas a 18 en cuyo caso, el beneficio obtenido fue de 67% en viajes, 60% en kilometraje y 27% en horas.

A su vez, en su estudio Xue *et al.* (2015), realizaron un modelo de asignación de camiones que permite a las autoridades de Singapur tomar decisiones sobre el momento de transportar la basura a las instalaciones de incineración. El objetivo fue minimizar el tiempo perdido en las colas de las instalaciones de incineración de basura. El modelo está limitado por las capacidades diarias de las plantas de incineración e inspirado en el potencial de utilizar su capacidad de reducción de masa para reducir los costos de recolección de residuos.

Se buscaría sustituir camiones pequeños por otros de mayor capacidad y utilizar estaciones de transferencias más grandes para transportar los residuos a largas distancias. En las estaciones de transferencia, que son instalaciones entre los puntos de generación de desechos y las instalaciones de eliminación, las cargas pequeñas de residuos se agregan a cargas más grandes.

Durante el estudio se desarrollaron modelos complejos para encontrar el número óptimo, la capacidad y la ubicación de las estaciones de transferencia que minimizarían los costos de transporte. Se empleó programación lineal para minimizar el costo total de transporte de residuos de cada punto de generación de desechos a una planta de incineración y después transportar las cenizas al vertedero. El modelo se desarrolló en *Matlab*, utilizando – *Linprog*. Para realizar el análisis espacial requerido y la presentación de los resultados de los modelos, se utilizó *ArcGIS*.

Todos los residuos tienen que ser transportados directamente a cualquiera de las cuatro plantas de incineración, que se ubican tres en el oeste y una al norte. La incineración es una estrategia integral de gestión de residuos de Singapur. Los camiones a veces tienen que esperar hasta 2 horas para que su carga sea incinerada, lo cual es una pérdida de tiempo y también de los recursos de la empresa.

Dada la ubicación actual y las capacidades diarias de las plantas de incineración, Singapur se dividió en dos subzonas. El costo total de transporte de residuos de estas dos subzonas a sus plantas asignadas fue de 11.3% menor usando el modelo propuesto.

Los resultados del modelo de asignación demuestran que, en efecto, la asignación de la capacidad de incineración no debería basarse únicamente en la proximidad de un área a cada planta. Algunas áreas ubicadas cerca de una planta favorecida deben liberar la capacidad en la planta y enviar sus residuos a una planta más lejana. Esto ayudaría a reducir los costos de recolección de basura, que han aumentado y se han convertido en motivo de preocupación para los encargados de formular políticas.

Para una mejor comprensión de las investigaciones mencionadas, en la siguiente Tabla se muestra la información de manera breve.

No.	País, Autores, y año.	Tipo de residuos	Software utilizado	Metodología de análisis	Uso de SIG	Ámbito de la investigación	Relación con el trabajo de tesis
1	<ul style="list-style-type: none"> Turquía, Estambul Zeren A. Kocasoy G. 2007 	Residuos sanitarios	<ul style="list-style-type: none"> MapInfo, V2004 Roadnet 5000, V2004 	<ul style="list-style-type: none"> La del software 	Si	Almacenes temporales de instituciones sanitarias, hospitales, clínicas y otras pequeñas instituciones de salud.	Reducción con el número de kilómetros recorridos, el tiempo de recolección, el número de vehículos y los costos actuales de recolección.
2	<ul style="list-style-type: none"> Vietnam Hoang L. 2014 	Residuos sólidos municipales.	<ul style="list-style-type: none"> ArcGIS Network Analyst 	<ul style="list-style-type: none"> Algoritmo binario de búsqueda gravitacional. 	Si	Residuos sólidos municipales.	Optimización para el problema de la recolección de residuos sólidos municipales
3	<ul style="list-style-type: none"> Malasia Malakahmada A. Bakri P. Radin M. Khalil N. 2014 	Residuos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> AutoCAD Google Earth GIS-ArcView Mapinfo Professional 	<ul style="list-style-type: none"> La del software 	Si	Recolección de residuos sólidos en contenedores sobre la banqueta en la ciudad de Malasia	Optimización de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos considerando las distancias y los tiempos invertidos.
4	<ul style="list-style-type: none"> Kampala, Africa Kinobe J.R. Bosona T. Gebresenbet G., Niwagaba C.B., Vinneras B. 2015 	Residuos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> Magellan Triton 1500 ArcGIS Map 	<ul style="list-style-type: none"> La del software Modelo de generación de residuos a partir de registros de manifiesto. 	Si	Residuos sólidos de la ciudad.	Planificación y optimización de la recolección residuos sólidos con SIG reduciendo el tiempo de viaje y el costo.
5	<ul style="list-style-type: none"> Singapur Xue W., Cao K., Li W. 2015 	Residuos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> Matlab, V2014 Linprog ArcGIS de ESRI 	<ul style="list-style-type: none"> La del software 	Si	Residuos sólidos de Singapur	Reducir los costos de recolección de residuos y el tiempo perdido en las colas de las instalaciones de incineración de la basura.

Tabla 2.2. Referencias del segundo objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en la investigación.

La perspectiva con la que se inició el primer objeto de estudio de la presente tesis, fue la de encontrar la forma de calcular las tasas de generación de residuos farmacéuticos y, la perspectiva del segundo objeto de estudio fue la de encontrar rutas de recolecciones eficientes combinando la herramienta del Sistema de Información Geográfica y algoritmos de recolección.

Las técnicas revisadas en literatura para la solución del primer objeto de estudio fueron regresiones lineales, estas sirven para la predicción de desechos médicos o urbanos, ver Tabla 2.1: Referencias asociadas al primer objeto de estudio. Además, se encontró que antes de llevar a cabo las regresiones la normalización de datos es común.

Debido a la naturaleza de los datos proporcionados por SINGREM, la aplicación de regresiones lineales no proporcionó resultados satisfactorios. Las regresiones lineales fueron llevadas a cabo encontrándose que no había correlación entre los días transcurridos y los kilogramos recolectados.

Se observó igualmente que para estimar los residuos sólidos urbanos, los investigadores, utilizaban series temporales, y nuevamente por la naturaleza de los datos de SINGREM, no se obtuvieron resultados satisfactorios. Finalmente, una vez analizados los datos se concluyó utilizar la estadística inferencial para efectuar la estimación de residuos de origen farmacéutico. En concreto se ocupará el Proceso de *Poisson*, debido a que las recolecciones de los desechos de origen farmacéutico tienen una periodicidad escasa.

Por otro lado, para la resolución del segundo objeto de estudio, las técnicas revisadas en literatura indicaron que la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen un buen resultado para la construcción de rutas de recolección de residuos, ver Tabla 2.2: Referencias asociadas al segundo objeto de estudio.

Considerando la revisión de la literatura llevada a cabo, la aportación que realizará la presente tesis, será:

- Rediseño de rutas de recolección de desechos de origen farmacéutico de periodicidad escasa o **NO** tan frecuente con la ayuda de un SIG - MapRuta;
- Proporcionar a la Asociación Civil SINGREM una nueva visión de recolección en la que sus recursos sean mejor utilizados;
- Dar conocimiento, en las tasas de generación de residuos farmacéuticos, acumulados a lo largo del tiempo en contenedores ubicados en establecimientos;
- Conocer el comportamiento de llenado de contenedores de residuos farmacéuticos expuestos a la población en general, con el proceso de *Poisson*. Considerando una:
 - Población que es excesiva en México;
 - Población sin cultura de desecho de manera responsable de fármacos caducos;
- Los resultados de esta investigación son derivados de los registros históricos **reales** de las recolecciones de SINGREM.

Una vez planteado el problema por resolver y elaborado un marco teórico, el objetivo general de la tesis se enunciará como:

2.1.3. Objetivo general

Analizar los datos reales del año 2014 y 2015 de residuos de origen farmacéutico depositados en contenedores ubicados en la Región 4 de SINGREM a través de un proceso de *Poisson* y con base en ello, rediseñar las rutas de recolección fundamentado en el número de días transcurridos para el llenado de contenedores, buscando minimizar las distancias recorridas, los tiempos de viaje y los costos de recolección mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfica – MapRuta.

2.2. Métodos y Modelos

Con base en el marco teórico y el objetivo general planteado, los temas entre los que se debe abordar la solución del problema serán las siguientes:

- Análisis estadístico de datos con un proceso de *Poisson*;
- Sistemas de información geográfica con un GIS - MapRuta; y
- Ruteo de vehículos.

2.2.1. Análisis estadístico

Frecuentemente se necesita analizar el comportamiento de un conjunto de datos con el objeto de determinar hechos o característica que son de interés. Las herramientas estadísticas permiten analizar grandes cantidades de datos.

Los datos se pueden dividir en cualitativos y cuantitativos. Los datos cualitativos son aquellos que no representan un valor numérico, representan una cualidad o atributo, éstos pueden ser nominales u ordinales. Los nominales son los que funcionan solamente como etiquetas, mientras que los ordinales son valores que se asignan de acuerdo a un orden que contiene información sobre la intensidad del atributo. Los datos cuantitativos son los que pueden medirse, cuantificarse o expresarse numéricamente, estos se dividen en discretos o continuos. Los discretos representan valores enteros y con frecuencia describen conteos mientras que los continuos pueden producir cualquier valor en un intervalo (Fernández y Díaz, 2001).

Para la solución de la problemática antes planteada, será necesario conocer en qué consiste la Estadística Inferencial.

La Estadística Inferencial es la rama de la Estadística que tiene por objetivo, generalizar las propiedades de una población bajo estudio, basado en los resultados de una muestra representativa de la población. Esta generalización es de tipo inductivo y se basa en la probabilidad.

La estadística inferencial

Engloba una amplia colección de métodos con los que se pueden extraer conclusiones sobre los parámetros poblacionales a partir de la información que expresan los datos observados en una muestra. De forma general, se distinguen dos grandes categorías de métodos de inferencia:

- Métodos para estimación de parámetros; y

- Métodos para contraste de hipótesis.

En la estimación de parámetros, el valor de un parámetro se estima a partir de alguna medida (estimador) calculada a partir de los datos de una muestra, que pueda proporcionar un valor aproximado. Por ejemplo, la media de los datos de una muestra ofrece un valor que puede utilizarse como estimación de la media poblacional; éste es un ejemplo de estimación puntual, pero se sabe que esta estimación es aproximada. Dar una estimación puntual sin indicar su precisión es de escasa utilidad y puede ser engañoso; por este motivo es recomendable dar, junto con la estimación puntual del parámetro, los límites de un intervalo de valores entre los cuales podrá hallarse el valor exacto del parámetro con una confianza elevada. Esta confianza se deriva de que el procedimiento usualmente empleado otorga una probabilidad igualmente alta de que los intervalos generados por su conducto contengan al parámetro en cuestión. El grado de confianza deseado deberá ser prefijado por el investigador (se acostumbra utilizar valores tales como 0.90, 0.95 ó 0.99) y se expresa como $1 - \alpha$, donde α es un valor entre 0 y 1, usualmente muy pequeño (0.1, 0.05 y 0.01 respectivamente).

Para iniciarse en el estudio y aplicación de la Estadística inferencial será necesario conocer los conceptos básicos que a continuación se van a tratar.

Población

Es la totalidad de elementos sobre los cuales recae la investigación. A cada elemento se le llama unidad estadística, a ésta se le observa o se le somete a una experimentación, estas unidades son medidas pertinentemente.

Si representamos mediante, X , a una variable aleatoria bajo investigación, al estudiar a esta variable en la población, como resultado tendremos los valores de X sobre cada elemento de la población observado o medido, es decir, la muestra:

$$X_1, \quad X_2, \quad X_3, \dots, X_n \dots \dots \dots (2.1)$$

donde n es el total de elementos de la muestra (tamaño muestral). Ahora conozcamos que es la estimación puntual.

Estimación puntual

La estimación puntual está referida a la elección de un número calculado a partir de datos muestrales que proporcionen un valor que esté cerca del parámetro que se quiere estimar. El estadístico que se emplea para obtener una estimación puntual se denomina estimador. Se debe tratar de lograr un estimador con buenas propiedades como un estimador

insesgado; es decir, que la media de la distribución muestral sea igual al parámetro a estimar. En la práctica nos podemos encontrar con varios estimadores y se tendría que escoger el más adecuado; para ello se puede aplicar el siguiente criterio:

Si se tienen dos estimadores $\hat{\theta}_1$ y $\hat{\theta}_2$ insesgados del parámetro θ , se dice que $\hat{\theta}_1$ es más eficiente que $\hat{\theta}_2$ si:

- $\hat{\theta}_1$ y $\hat{\theta}_2$ son estimadores insesgados de θ ;
- La varianza de la distribución muestral de $\hat{\theta}_1$ es menor que la de $\hat{\theta}_2$.

El problema que se presenta con el estimador puntual es que, es improbable que estime con exactitud el valor del parámetro de la población. Por lo tanto, es preferible determinar un intervalo dentro del cual se esperaría hallar el valor del parámetro. Esto se conoce como intervalos de confianza, siendo habitual en inferencia básica la estimación por intervalos de confianza de los parámetros: media, proporción, varianza y razón de varianzas.

En general, el intervalo de confianza para la media de una población se establece en dos escenarios:

a) Intervalo de confianza para μ con σ conocida.

La utilización de este tipo de estimación requiere la aclaratoria de varios puntos. El intervalo proporciona dos extremos entre los cuales se debe encontrar la media poblacional, con nivel de confianza o certeza de $(1 - \alpha) 100\%$; para hallar estos extremos se utiliza la media de una muestra de la población, el valor de z que delimita un área $\alpha / 2$ a su derecha en la distribución normal estándar, la varianza de la población y el tamaño de la muestra. Es de hacer notar que este tipo de intervalo es recomendable cuando $n \geq 30$; para tamaños muestrales grandes.

Si \bar{X} es el estimador media muestral de una muestra aleatoria de tamaño n de una población con varianza conocida, un intervalo de confianza de $(1 - \alpha) 100\%$ para μ está dado por:

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (2.2)$$

donde $Z_{\alpha/2}$ es el valor Z que delimita un área de $\alpha/2$ a su derecha.

b) Intervalo de confianza para muestras pequeñas para μ ; con σ desconocido.

En el caso de no conocer la desviación poblacional α se puede utilizar la desviación s , estimada de la muestra.

Si \bar{X} y S son la media muestral y la desviación estándar muestral respectivamente, de una muestra aleatoria con varianza desconocida σ^2 , un intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ 100% para μ estará dada por:

$$\bar{X} - t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (2.3)$$

donde $t_{\alpha/2}$ es el valor t , con $v = n - 1$ grados de libertad, que delimita un área de $\alpha/2$ a su derecha.

También se pueden crear intervalos de confianza para $\mu_1 - \mu_2$ con σ_1^2 y σ_2^2 conocidas, o bien intervalos de confianza de $\mu_1 - \mu_2$ para muestras pequeñas. También hay intervalos de confianza para muestras pequeñas para $\mu_1 - \mu_2$; con $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ y desconocidas. Ahora pasemos a conocer en qué consiste el Modelo de *Poisson*.

Modelo de Poisson

La distribución de Poisson representa la probabilidad de que un evento aislado ocurra un número específico de veces en un intervalo de tiempo o espacio dado. La ocurrencia de eventos sólo se verá afectada por la casualidad o por el azar; por lo tanto, la posición de un evento no servirá para predecir la localización de cualquier otro evento específico. Además, los datos acerca de un intervalo de tiempo o espacio tampoco facilitan la predicción del número de eventos que se presentarán en otro periodo o espacio.

Un proceso de *Poisson* tiene las siguientes características.

- a. El número de resultados que ocurren en un intervalo de tiempo o espacio, es independiente del número que se tiene en cualquier otro intervalo;
- b. La probabilidad de que un solo resultado ocurra durante un lapso muy corto o en una pequeña región, es proporcional a la magnitud del intervalo de tiempo o espacio, y no depende del número de resultados que se produzcan fuera del intervalo considerado;
- c. La probabilidad de que ocurra más de un resultado en ese breve lapso o de que caiga en un pequeño espacio resulta despreciable (Rivero y Dióscoro 2013).

La distribución *Poisson* es, junto con la distribución binomial, una de las más importantes distribuciones de probabilidad para variables discretas, y sólo puede tomar valores naturales $0, 1, 2, 3, 4, \dots, k$.

Esta distribución de *Poisson* se emplea para describir varios procesos prácticos como son:

- El número de autos que pasan a través de un cierto punto en una ruta (suficientemente distantes de los semáforos) durante un periodo definido de tiempo;
- El número de errores ortográficos que alguien comete al escribir una única página;
- El número de llamadas telefónicas en una central telefónica por minuto.

La distribución de *Poisson* es una distribución de probabilidad discreta que expresa, a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos durante cierto período. Resumidamente, se especializa en la probabilidad de ocurrencia de sucesos con probabilidades muy pequeñas, o sucesos "raros". Fue definida por *Siméon-Denis Poisson* en 1838.

La función de masa o probabilidad de la distribución de Poisson es:

$$f(k, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \dots\dots\dots(2.4)$$

donde

- k es el número de ocurrencias del evento o fenómeno (la función nos da la probabilidad de que el evento suceda precisamente k veces);
- λ es un parámetro positivo que representa el número de veces que se espera que ocurra el fenómeno durante un intervalo dado, por ejemplo, si el suceso estudiado tiene lugar en promedio 4 veces por minuto y estamos interesados en la probabilidad de que ocurra k veces dentro de un intervalo de 10 minutos, usaremos un modelo de distribución de Poisson con $\lambda = 10 \times 4 = 40$;
- e es la base de los logaritmos naturales ($e = 2.71828\dots$);
- además, un proceso de Poisson se relaciona con el modelo de distribución exponencial a través del tiempo que transcurre entre dos eventos consecutivos. En nuestro caso, de días transcurridos entre dos recolecciones de cada contenedor, por lo que se considerará un modelo de Poisson para modelizar el número de días registrado entre dos recolecciones para un contenedor.

Observar que el modelo de distribución geométrica o de Pascal puede considerarse más apropiado para modelizar el número de días entre un vaciado de un contenedor hasta que llega al 60% de su capacidad. No obstante, la base experimental no registra estos valores, dado que no se conoce cuándo ha alcanzado este llenado antes de haber sido recolectado, disponiendo únicamente de las fechas de recolección.

Asimismo, teniendo en cuenta el tamaño muestral de los días transcurridos entre dos recolecciones consecutivas de un contenedor en el periodo de dos años de la base de datos de este estudio, no fue adecuada la aplicación de los intervalos de confianza anteriores (apartado a) y b)), siendo necesario el uso de estimación por intervalos de confianza para el parámetro de un modelo de *Poisson* para muestras de tamaño pequeño ($n < 30$).

Sea \bar{X} el estimador media muestral de una muestra aleatoria de tamaño n de una población de *Poisson*, un intervalo de confianza de $(1-\alpha)$ 100% para λ está dado por:

$$\frac{X_{\alpha/2}^{-1}(2\bar{X} \cdot n)}{2n} < \lambda < \frac{X_{1-\alpha/2}^{-1}(2(\bar{X} \cdot n + 1))}{2n} \dots \dots \dots (2.5)$$

donde $X_p^{-1}(\downarrow)$ es el valor de la distribución de X^2 de Pearson con \downarrow grados de libertad que delimita un área de p a su izquierda (Sahai y Khurshid, 1993).

Se establecerán los valores de cada nodo (contenedor) para así planear las rutas.

Procedimientos de análisis de datos

Una vez concluidas las etapas de colección y procesamiento de datos se inicia con una de las más importantes fases de una investigación: el análisis de datos. El análisis de datos es el precedente para la actividad de interpretación. La interpretación se realiza en términos de los resultados de la investigación. Esta actividad consiste en establecer inferencias sobre las relaciones entre las variables estudiadas para extraer conclusiones y recomendaciones (Kerlinger, 1982). La interpretación se realiza en dos etapas:

1. interpretación de las relaciones entre las variables y los datos que las sustentan con fundamento en algún nivel de significancia estadística;
2. establecer un significado más amplio de la investigación, es decir, determinar el grado de generalización de los resultados de la investigación.

El propósito es, entonces, describir el comportamiento de una variable a partir de la información correspondiente, contenida en un banco de datos.

“Analizar significa establecer categorías, ordenar, manipular y resumir los datos,” (Kerlinger, 1982). En esta etapa del proceso de investigación se procede a racionalizar los datos colectados a fin de explicar e interpretar las posibles relaciones que expresan las variables estudiadas.

Para esta investigación, la etapa de análisis de datos fue muy importante, ya que nos detuvimos a revisar los registros de las recolecciones por año de 254 contenedores, donde se examinó la veracidad de los datos y así, se consideró solo la información importante.

2.2.2. Localización y Transporte

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

El gran avance tecnológico de los últimos tiempos, en particular el ocurrido en la informática, en la teledetección y los sensores remotos, tuvieron gran impacto en la Cartografía. La Cartografía es una disciplina esencial para otras como la geografía, que estudia los diferentes métodos, sistemas, operaciones científicas y técnicas que permiten representar en un plano la superficie terrestre y los fenómenos o hechos que se desarrollan sobre ella. El producto de la representación recibe el nombre de cartografía, mapa o plano, dependiendo de la escala a la cual se dibuje.

Los SIG son sistemas informáticos, es decir, hardware, software, datos digitales y usuario, que capturan, almacenan, manipulan, procesan y visualizan la información espacial. Los SIG contienen la información en formato digital del terreno en capas o niveles, es decir, descomponen la realidad en distintos temas, como por ejemplo, relieve, hidrografía, vías de comunicación y otros. Por medio del uso de estos sistemas, el usuario puede combinar la información para crear mapas de síntesis o análisis, según su uso y requerimiento.

Los SIG constituyen una herramienta para tomar decisiones acerca del territorio analizado, por medio del almacenamiento, procesamiento y análisis de la información. Los principales sistemas informáticos (softwares) para SIG utilizados en la actualidad son ArcInfo, Arc View, ArcGis, GRASS, MapInfo, IDRISI, GéoConcept, entre otros (Arancibia, 2008).

Para nuestro caso, se utilizará una herramienta de información geográfica llamada MapRuta, que es un *software* de acceso libre que calcula la ruta más corta entre múltiples paradas. A continuación se hablará más acerca de este *software*.

MapRuta

Es un servidor de aplicaciones de mapas en la web que pertenece a Google, es un servicio gratuito. Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías por satélite del mundo. Sirve para planificar las rutas más cortas con múltiples paradas. Para obtener las rutas más cortas MapRuta no especifica que algoritmo utiliza pero su diseño deriva de modelos de TSP o VRP.

Para la generación de una ruta con múltiples paradas con MapRuta, será necesario ingresar los puntos a visitar así como un punto de inicio y fin, de esta forma la aplicación generará la ruta más rápida.

Una vez generada la “Ruta más rápida”, se mostrará un mapa y las indicaciones a seguir para llegar a los destinos, también se observarán las distancias en kilómetros y el tiempo estimado que durará el viaje (Godínez I. & Elizondo M., 2015).

La infinita utilidad que le puede ofrecer la aplicación de MapRuta a SINGREM para calcular rutas más cortas con múltiples paradas fue el motivo por el cual se decidió utilizarla en esta investigación, recordemos que su uso es gratuito y cuenta con facilidad de acceso. Ahora, pasemos a saber que es el problema del agente viajero.

Problema del agente viajero (*Travelling Salesman Problem - TSP*)

El origen del problema del viajante, o en su terminología inglesa *Traveling Salesman Problem* (TSP), no está claro. Una guía para viajeros de 1832 menciona el problema e incluye ejemplos de viajes a través de Alemania y Suiza, pero aun no contenían un tratamiento matemático. El objetivo del TSP, es encontrar para un viajante la mejor forma posible de visitar todas las ciudades a las que debe de ir, una sola vez y regresar a su ciudad de partida minimizando el costo de viaje y/o la distancia recorrida.

El problema fue definido en el siglo XVIII por el matemático irlandés Sir William Rowan Hamilton y por el matemático inglés Thomas Penyngton Kirkman (Biggs *et al.*, 1986). Richard M. Karp mostró en 1972 que el TSP era un problema NP-duro. Esto tiene su explicación matemática por la evidente dificultad computacional para encontrar recorridos óptimos. Este problema es uno de los problemas de optimización más famosos. (García I. *et al.*, 2016). Se aplica para la perforación de circuitos eléctricos impresos (PCBs) (Gröschel *et al.*, 1991), para la cristalografía con rayos X (Bland & Shallcross, 1989) y para el problema de preparación de órdenes (*order-picking problem*) en almacenes (Ratliff & Rosenthal, 1983).

En términos de teoría de grafos, la meta es encontrar un ciclo hamiltoniano que minimice la suma de los pesos de las aristas, un ciclo hamiltoniano es un camino de un grafo, una sucesión de aristas adyacentes, que visita todos los vértices del grafo una sola vez.

La complejidad del TSP es, dado n el número de ciudades a ser visitadas, el número posible de rutas que cubran todas las ciudades puede estar dado como un conjunto de soluciones factibles para el TSP y está dado por: $(n - 1)!/2$

No. de ciudades	No. rutas factibles
1	0,5
2	0,5
3	1
4	3
5	12
6	60
7	360
8	2520
9	20160
10	181440
11	1814400
12	19958400
13	239500800
14	3113510400
15	43589145600
16	6,53837E+11
17	1,04614E+13
18	1,77844E+14
19	3,20119E+15
20	6,08226E+16
21	1,21645E+18
22	2,55455E+19
23	5,62E+20
24	1,2926E+22
25	3,10224E+23

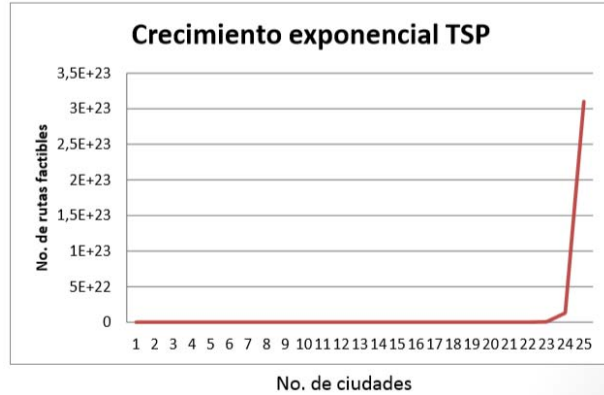


Figura 2.1. Complejidad del TSP.

Dado el comportamiento exponencial de la función, a medida que el número de ciudades se incrementa, la determinación de tour hamiltoniano óptimo, se vuelve inexorablemente complejo.

Formulación de programación entera para TSP asimétrico (aTSP) (TSP dirigido)

Existen muchas formulaciones en literatura, una de las más citada, fue propuesta por Dantzig *et al.* 1954. Applegate *et al.*, en el año 2003, la utilizó para implementar el algoritmo exacto de Dantzig–Fulkerson–Johnson para grandes instancias del TSP.

a) Supuestos

- Sea el grafo dirigido $D = (N, A)$
- Sea C_{ij} el costo asociado al arco $(i, j) \in E$
- Se define la variable binaria:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } (i, j) \text{ está en el tour} \\ 0, & \text{c. o. c} \end{cases}$$

d) Función objetivo y restricciones:

$$\min \sum_{i,j} C_{ij} X_{ij} \dots\dots\dots (2.6)$$

s. a:

$$\sum_i X_{ij} = 1 \quad \forall_i$$

$$\sum_j X_{ij} = 1 \quad \forall_j$$

$$0 \leq X_{ij} \leq 1, \quad X_{ij} \text{ integer}$$

Restricciones de eliminación de subtours

$$\sum_{i \in S, j \in S} X_{ij} \leq |S| - 1 \quad (S \subset V, |S| > 1)$$

Hay otras variaciones del TSP, como sTSP simétrico, mTSP m agentes viajeros localizados en un únicos deposito, mTSPW m agentes viajeros localizados en un únicos deposito con restricciones de ventanas de tiempo en los vértices. En este momento, pasemos a saber que es el problema de ruteo de vehículos.

El problema de ruteo de vehículos (*Vehicle Routing Problem - VRP*)

El problema de enrutamiento de vehículos (VRP) es un problema de optimización combinatoria y de programación de entera que pregunta "¿Cuál es el conjunto óptimo de rutas para una flota de vehículos que debe satisfacer las demandas de un conjunto dado de clientes?". El VRP tiene muchas aplicaciones en casos reales: recolección de residuos sólidos, distribución de mensajería, limpieza de calles; rutas de autobuses escolares, ruta de vendedores, rutas de mantenimiento de vías y servicios públicos, etc. Los pioneros del VRP fueron Dantzig y Ramser en 1959, propusieron la primera formulación matemática y algorítmica del VRP aplicándolo a un problema real. Cinco años después, Clark y Wright en 1964 mejoraron el enfoque heurístico propuesto por ellos. Después de esto se han realizado muchas propuestas de algoritmos y modelos del VRP. A continuación, se describirá un poco más acerca del algoritmo VRP.

Componentes y variantes clásicas del VRP

Los componentes fundamentales del VRP, son: la red de carreteras, los clientes, los depósitos, los vehículos y los conductores (ver Figura 2.1). Para hacer diferentes versiones de este problema se pueden interrelacionar diferentes restricciones y situaciones con

objetivos particulares; las versiones más comunes del VRP son: limitación básica de capacidad (*Constrained Vehicle Routing Problems, CVRP*), distancia y capacidad limitada (*Distance Constrained Capacitated Vehicle Routing Problems, DCVRP*), limitación por ventanas de tiempo (*Vehicle Routing Problem with Time Windows, VRPTW*), con viajes de regreso (*Vehicle Routing Problem with Backhauls, VRPB*), con recogida y entrega (*Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery, VRPPD*) y cualquier otra combinación de estas variantes (Toth y Vigo 2014).

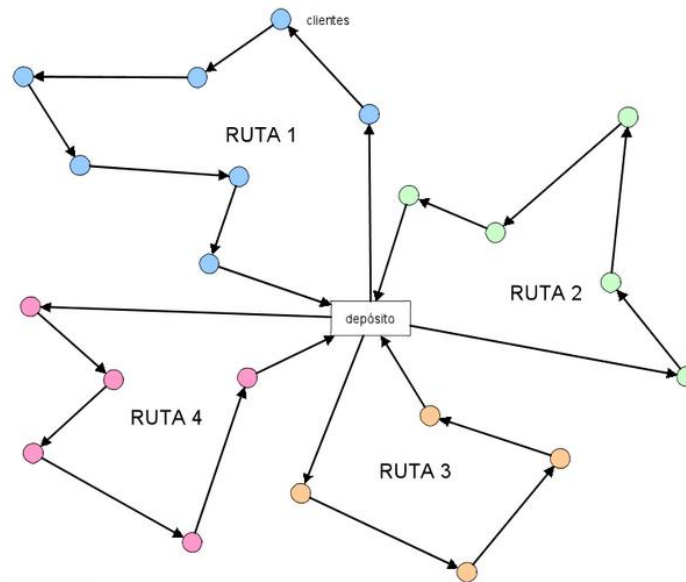


Figura 2.2. Esquema básico de un VRP.

VRP limitado por capacidad

La versión clásica del VRP es CVRP. En este problema cada vehículo tiene una capacidad conocida y no es permitido cargar el vehículo por encima de esa capacidad. Hay dos versiones de CVRP: ACVRP, cuando la matriz de costos es asimétrica, y SCVRP cuando la matriz de costos es simétrica.

La formulación de programación lineal entera de ACVRP propuesta por Toth y Vigo en 2002 se plantea de la siguiente manera:

a) Supuestos

- La demanda es determinística;
- La demanda puede no estar dividida;
- Los vehículos son similares;
- Los vehículos están en un solo depósito central; y
- Las restricciones de capacidad de los vehículos son impuestas.

b) Entradas

- $G = (V, A)$, un gráfico completo;
- $V = \{0, \dots, N\}$, el conjunto de vértices;
- A , el conjunto de arcos;
- D_j , la demanda de cada cliente $D_0 = 0$;
- $C_{i,j}$, el costo del viaje (desde el vértice i al vértice j);
- CSV , el conjunto de clientes;
- $d(S) = \sum di$, la demanda total del conjunto;
- K , el número de vehículos Idénticos;
- C , la capacidad de cada vehículo; y
- $K_{min}, r(S)$, el número mínimo de vehículos necesarios.

c) Salidas

$X_{ij} = 1$ si el arco $(i, j) \in A$ pertenece a la solución óptima y 0 en caso contrario

d) Función objetivo y restricciones:

$$\min \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} C_{ij} X_{ij} \dots \dots \dots (2.7)$$

s. a:

$$\sum_{i \in V} X_{ij} = 1 \quad \forall_{i \in V / \{0\}}$$

$$\sum_{j \in V} X_{ij} = 1 \quad \forall_{i \in V / \{0\}}$$

$$\sum_{i \in V} X_{i0} = K$$

$$\sum_{j \in V} X_{0j} = K$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} X_{ij} \geq r(S) \quad \forall S \subseteq V / \{0\}, S \neq \emptyset$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j} \in V$$

Las dos restricciones iniciales son de entrada y de salida, respectivamente; las dos siguientes establecen los requerimientos del depósito; la desigualdad última es la restricción de capacidad, que estipula que cada corte $(V/S, S)$ definido por un conjunto de clientes S es atravesado por un número de arcos más grande que $r(S)$.

Hay otras variaciones del VRP, como VRP con restricciones de distancia, capacidad y tiempo, VRP con devoluciones, VRP con recogida y entrega, VRP abierto (*Open VRP*, *OVRP*), VRP con múltiples depósitos (*Multi Depot VRP*), VRP con mezcla de flotas (*Mixed Fleet VRP* *MFVRP*), VRP periódico (*Periodic VRP*), VRP estocástico (*Stochastic VRP*) y VRP difuso (*VRP Fuzzy*).

Ahora bien, los conceptos antes enunciados, son conceptos que se necesitaban conocer para dar una solución a la problemática Identificada motivo de esta investigación. Pasemos a la siguiente sección donde se describirá la estrategia que se llevó a cabo durante esta investigación.

2.2.3. Metodología de la investigación

Para llevar a cabo esta investigación, fue necesario utilizar una metodología general. En la siguiente Figura 2.2 se muestra el diagrama de flujo de la metodología utilizada.

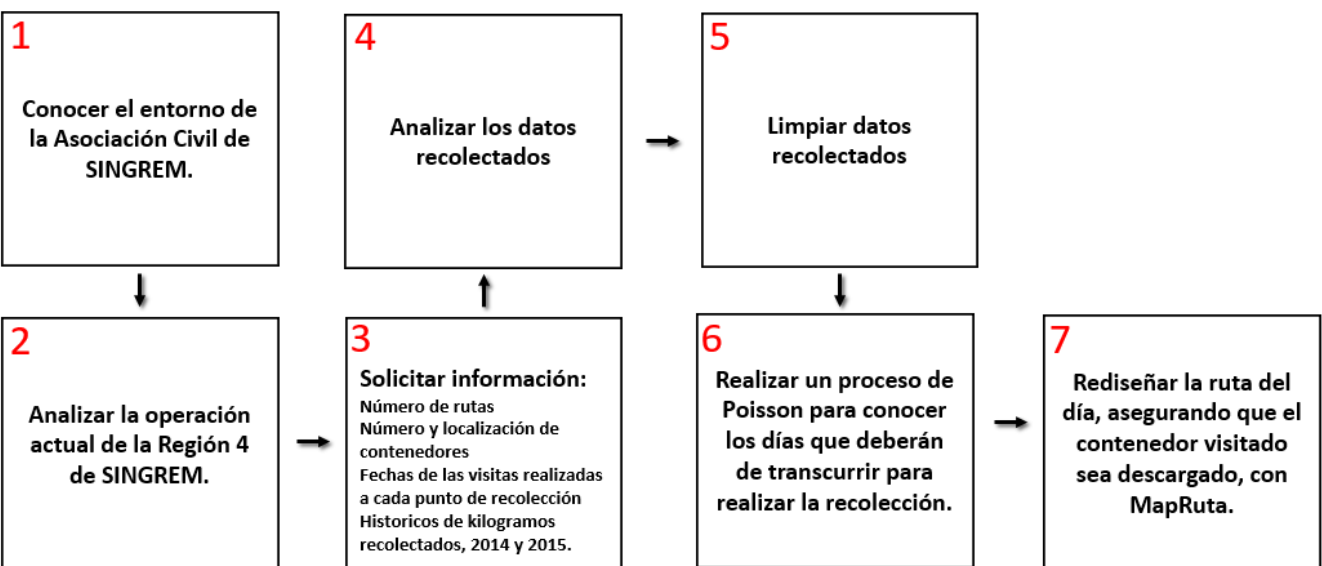


Figura 2.3. Diagrama de flujo de la Metodología. Fuente: Elaboración propia.

Las etapas del proceso se describen a continuación:

1. Conocer el entorno de la asociación civil de SINGREM.
Se realizaron varias reuniones para conocer la operación y las necesidades de SINGREM.

2. Analizar la operación actual de la Región 4 de SINGREM.

Se acordó, que para conocer el proceso de recolección de medicamentos caducos sería necesario realizar visitas de campo.

3. Solicitar información.

Una vez que se conoció el proceso de recolección de medicamentos caducos, se solicitaron los datos correspondientes de la Región 4 de los años 2014 y 2015, como fueron:

- el número de rutas existentes;
- el número total de contenedores;
- las localizaciones de estos contenedores;
- registros de las fechas en las cuales hubo una recolección;
- registros históricos de los kilogramos recolectados.

4. Analizar los datos recolectados

Los datos proporcionados por SINGREM fueron en hojas de Cálculo de *Microsoft Excel* que contaban con bastante información, registros correspondientes a 254 contenedores por lo cual fue necesario analizarlos. No toda la información proporcionada fue relevante para este estudio, por ello se procedió a discernir los datos relevantes.

5. Limpiar los datos recolectados

Debido a la naturaleza de los datos, se examinaron minuciosamente los registros existentes de cada contenedor, para así tomar en cuenta solo aquellos contenedores que contaran con registros continuos a lo largo de 2 años y con una única ubicación.

6. Adaptar un proceso de *Poisson*

Para estimar el número de días que deberán de transcurrir para cada contenedor y así determinar el día próximo de la recolección, se adaptó un proceso de *Poisson*. El tiempo entre cada par de eventos consecutivos tiene una distribución exponencial con el parámetro λ , y cada uno de estos tiempos entre llegadas se supone que es independiente de otros tiempos entre llegadas.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el *Software RStudio*. Con un lenguaje de programación, a los registros de 129 contenedores se les adaptó un proceso de *Poisson* para conocer:

- media, valor medio de los días transcurridos entre dos recolecciones;
- tamaño, el número de recolecciones realizadas a lo largo de los 2 años;
- peso de las recolecciones a lo largo de los 2 años;
- límite inferior, el valor inferior estimado de los días transcurridos; y
- límite superior, el valor superior estimado de los días transcurridos.

7. Rediseñar la ruta del día, asegurando que el contenedor visitado cuente con un 60% de llenado, con MapRuta.

Conociendo los intervalos de confianza en número de días transcurridos mediante un proceso de *Poisson* de los 129 contenedores seleccionados, es como se agruparon para la elaboración de rutas utilizando la aplicación MapRuta.

Damos por terminado el capítulo 2, puntualizando que se describió el marco teórico, los métodos y modelos utilizados, la metodología utilizada para llevar a cabo este trabajo de investigación. Pasemos al siguiente capítulo donde se desarrollará y mostrarán los resultados obtenidos.

Capítulo 3. Desarrollo de la metodología y resultados

En el capítulo se detallará paso a paso las actividades realizadas con la información proporcionada por SINGREM, a su vez, se mostrarán los resultados obtenidos de esta investigación. Pasemos a conocer cómo se llevó a cabo.

3.1. Conocer el entorno de la Asociación Civil de SINGREM

Debido a un interés personal en la Industria Farmacéutica y de la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la Maestría en Investigaciones de Operaciones (IO) a un problema real, se contactó al Director General de SINGREM para apoyar a la Asociación en alguna área que se requiriera, por lo cual, se procedió a mantener varias reuniones acerca de los antecedentes de su operación y requerimientos.

Una vez expuesto que la disciplina de IO sirve para optimizar sistemas reales complejos, se les preguntó en que Área preferirían el apoyo. La indicación recibida fue: “En las rutas de recolección de la Región 4”.

3.2. Analizar la operación actual de la Región 4 de SINGREM

Se acordó que para conocer el proceso de recolección de medicamentos caducos sería necesario realizar visitas de campo. Durante los días 28 y 29 de julio del 2016, junto con el supervisor de la Región, se realizaron las recolecciones correspondientes en Zona Centro así como en la Delegación Benito Juárez, teniendo como principal objetivo observar, anotar y comprender la operación actual de la Región 4 de SINGREM.

3.3. Solicitar información

Una vez que se conoció el proceso de recolección de medicamentos caducos, se solicitaron los datos correspondientes a la Región 4:

- el número de rutas existentes;
- el número total de contenedores;
- las localizaciones de estos contenedores;
- registros de las fechas en las cuales hubo una recolección;
- registros históricos de los kilogramos recolectados.

La información fue proporcionada en Hojas de *Microsoft Excel* y correspondieron a los años 2014 y 2015.

3.4. Analizar los datos recolectados

Los datos proporcionados por SINGREM en hojas de *Excel* contaban con varias columnas:

- Fecha de Registro, fecha en que se entregó al CCyT;
- Código SINGREM, el **Id** (identificador) del contenedor;
- Farmacia, para indicar en dónde se encuentra el contenedor, hospital, clínica, etc.;
- Nomenclatura, para indicar la colonia;
- % de llenado, que indica el porcentaje de llenado del contenedor;
- Fecha Visita, fecha en que realizó la recolección;
- Papeleta, número de papeleta en que se registró y se anotaron todos los datos de la visita, farmacia, contenedor, Id, kg, etc.;
- Manifiesto de traslado, número del documentos oficial del desecho realizado;
- Farmacia1_kg., el peso en kilogramos obtenido en la farmacia;
- Almacén1_kg., el peso en kilogramos obtenido en el CCyT;
- Diferencia1_kg., la diferencia del peso registrado en la farmacia y el CCyT;
- Farmacia2_kg., el peso en kilogramos obtenido en la farmacia en caso de haber 2 contenedores en el mismo sitio;
- Almacén2_kg., el peso en kilogramos obtenido en el CCyT en el caso de haber 2 contenedores en el mismo sitio;
- Diferencia2_kg., la diferencia del peso registrado en la farmacia y el CCyT en el caso de haber 2 contenedores en el mismo sitio;
- Farmacia3_kg., el peso en kilogramos obtenido en el CCyT en el caso de haber 3 contenedores en el mismo sitio;
- Almacén3_kg., el peso en kilogramos obtenido en el CCyT en el caso de haber 3 contenedores en el mismo sitio;
- Diferencia3_kg., la diferencia del peso registrado en la farmacia y el CCyT en el caso de haber 3 contenedores en el mismo sitio;
- TOTAL KG PAPELETA, el total de kilogramos registrados en un sitio independientemente de existir de 1 a 3 contenedores;
- TOTAL KG ALM, el total de kilogramos registrados en el CCyT independientemente de existir de 1 a 3 contenedores;
- TOTAL DIFERENCIAS, el total de las diferencias registradas en el CCyT independientemente de existir de 1 a 3 contenedores;
- Muestreo, si la bolsa fue expurgada;
- Bolsa, el número de bolsas utilizadas;
- COMENTARIOS GENERALES, en caso de haberse realizado una actividad especial al contenedor, como limpieza, certificación, cambio, etiquetado o anomalías encontradas.

Finalmente, el total de contenedores pertenecientes a la Región 4 fue de 254, al analizar los registros por contenedor se detectó que había contenedores con registros de un solo año o con muy pocos registros, o bien que estos contenedores habían estado en diferentes sitios. No toda la información proporcionada era relevante para este estudio, por ello se procedió a la limpieza de los datos.

A su vez se examinó, porque la Región 4 es Identificada por el Director de SINGREM como: “Muy cara y conflictiva”. Es considerada conflictiva dado que los gastos operativos para la ejecución de sus rutas salen del presupuesto establecido, y porque la persona encargada de dicha Región no se da abasto para atender todos los puntos de recolección que conforman la región, por lo que **se decidió investigar un poco más** acerca de las tipologías de las recolecciones. Se encontró que existen **dos** tipos de recolecciones. Y que también se realizan en otras delegaciones que no forman parte de la Región 4. Como se muestra en la siguiente Tabla 3.1.

Recolecciones ordinarias	Recolecciones especiales
Álvaro Obregón	Álvaro Obregón
Benito Juárez	Benito Juárez
Coyoacán	Coyoacán
Cuauhtémoc	Cuauhtémoc
	Iztapalapa
	Miguel Hidalgo
	Venustiano Carranza

Tabla 3.1. Tipos de recolecciones. Fuente: Información proporcionada por el supervisor.

Las recolecciones ordinarias son aquellas que se realizan con mayor frecuencia comparadas con las recolecciones especiales, estas se deben realizar de 1, 2 o hasta 3 veces por año. El supervisor atiende estas recolecciones especiales fuera de su Región y en más de 3 veces por año. Esto es un gran problema, ya que esto está encareciendo las recolecciones. Por lo cual, se sugiere en el apartado de Conclusiones, trabajos futuros y recomendaciones de esta Tesis que esta situación se atienda y se elimine.

3.5. Limpiar datos recolectados

Debido a la naturaleza de los datos, se examinaron minuciosamente los registros existentes de cada contenedor, para tomar en cuenta solo aquellos contenedores que contaran con registros a lo largo de 2 años y con una única ubicación. Esto nos llevó a 130 contenedores con los cuales se trabajó para realizar las estimaciones correspondientes. Al validar los establecimientos con MapRuta se detectó que un establecimiento en particular “Superama - Copilco” ya no existe, puesto que ha sido demolido para la construcción de departamentos, así que finalmente son 129 contenedores con los cuales se trabajó para realizar las estimaciones. Los datos finales considerados fueron:

- código SINGREM, denominado como Id;
- % de llenado, conocido como porcentaje de llenado;
- recolectado, 1 si la visita realizada tuvo éxito o 0 si la visita realizada no tuvo éxito. Sólo se consideraron los valores 1;
- diast, el número de días transcurridos entre cada visita de recolección exitosa; y
- peso, los kilogramos recolectados en la recolección.

3.6. Adaptar un proceso de *Poisson* para conocer los días que deberán de transcurrir y realizar la próxima recolección con éxito.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el *Software RStudio*, ver Figura 3.1. Mediante un lenguaje de programación, a los 129 registros de los contenedores se les aplicó un proceso de *Poisson* para obtener:

- Id, el contenedor al que se refiere;
- media, valor medio de los días transcurridos;
- peso, kilogramos esperados;
- tamaño, el número de recolecciones a lo largo de 2 años;
- límite inferior, el valor inferior estimado de los días transcurridos entre recolecciones exitosas; y
- límite superior, el valor superior estimado de los días transcurridos entre recolecciones exitosas.

En la Figura 3.1 se observan las líneas del código que se desarrolló para ejecutar en nuestros datos finales un proceso de *Poisson* y así obtener por cada “Id”: la media esperada (los días que se estiman deberán transcurrir para realizar la próxima recolección), el peso (los kilogramos esperados), tamaño (el número total de recolecciones realizadas por Id durante dos años), el límite inferior y el límite superior de los días estimados, es decir, el intervalo de días que se estiman deberán transcurrir para realizar las agrupaciones correspondientes.

Este código en sus primeras líneas define el nombre y las variables necesarias a las cuales se les aplicarán las operaciones de acuerdo a los datos ingresados, seguido de que las siguientes líneas construyen una matriz que mostraría el resultado de las operaciones antes definidas y por último se lleva a cabo el cálculo del proceso de *Poisson*. Se programó crear la matriz que muestre los resultados correspondientes a la media, peso, tamaño, límites superior e inferior por cada punto de recolección - Id. El tiempo entre cada par de eventos consecutivos por cada contenedor tiene una distribución exponencial con el parámetro λ , y cada uno de estos tiempos entre llegadas se supone que es independiente de otros tiempos entre llegadas.

Fue necesario desarrollar este código debido a las características particulares de los datos, datos que no tienen un patrón de comportamiento clásico. Las fechas de recolección entre cada visita de un mismo contenedor o de otros contenedores no es recurrente ni se comportan de la misma forma. Para la elaboración de este código se contó con el apoyo del Doctor Franco, quien trabajó conjuntamente en esta investigación durante una estancia de investigación en España en la Facultad de Matemáticas de la Universidad de Murcia.

```

id.cont=levels(id)
tmuestra.cont=by(diast,id,length)
medias.cont=by(diast,id,mean,na.rm=TRUE)
cbind(tmuestra.cont,medias.cont)

matriz.result=matrix(data=NA, nrow=length(id.cont), ncol=5)
colnames(matriz.result)=c("Medias","peso","tamano","Lim Inf","Lim Sup")
rownames(matriz.result)=id.cont

for (k in 1:length(id.cont)) {
  m=medias.cont[k]
  p=peso.cont[k]
  t=tmuestra.cont[k]
  lim.inf <- qchisq(0.025, 2*m*t)/(2*t)
  lim.sup <- qchisq(0.975, 2*(m*t+1))/(2*t)
  matriz.result[k,]=c(m,p,t,lim.inf,lim.sup)
}

```

Figura 3.1. Código de programación en RStudio. Elaboración: Dr. Franco y LAI. García.

En la siguiente Tabla 3.2, se observan parcialmente los resultados obtenidos del código desarrollado -proceso de *Poisson*. En el Anexo 1 se observa toda la información correspondiente.

#	Id	Media	Peso	Tamaño	Límite Inferior	Límite Superior
1	DF-003-001-I	54.90909	12.041818	11	50.61683	59.46807
2	DF-003-003-I	56.41667	7.941667	12	52.24641	60.83124
3	DF-003-005-I	43.73333	9.417333	15	40.45028	47.21188
4	DF-003-006-I	28.58333	6.689167	24	26.48413	30.80469
5	DF-003-028-I	52.18182	7.494545	11	47.99971	56.63074
6	DF-003-030-I	36.05556	7.457778	18	33.33460	38.93943
7	DF-003-076-I	35.55000	6.139	20	32.98459	38.26195
8	DF-003-080-I	55.60000	6.204	10	51.07391	60.41966
9	DF-003-116-I	21.72727	7.470909	22	19.82290	23.76523
10	DF-003-130-I	16.48837	7.071163	43	15.29687	17.74803

Tabla 3.2. Muestra de los resultados del proceso de *Poisson*. Elaboración: Dr. Franco y LAI. García.

De los resultados mostrados en la anterior Tabla 3.2, se consideraron **los valores de los límites inferiores y superiores** (que son el intervalo de días que se espera deban transcurrir para realizar recolecciones exitosas), para ordenarlos de menor a mayor y así **realizar las agrupaciones correspondientes de los puntos de recolección** y con ello rediseñar las rutas de la Región 4 de SINGREM. A su vez, la Tabla 3.2 fue completada con el tipo de establecimiento y dirección correspondiente al Id, la información se observa en la siguiente Tabla 3.3.

Información completada

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Tamaño	Límite Inferior	Límite Superior
1	DF-003-192-I	SUPERAMA	Cerro del Cubilete 229, Campestre Churubusco, 04200. CDMX	11.72	12.88	61	10.87	12.61
2	DF-003-171-I	WAL-MART	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, Oxtopulco, 04318. CDMX.	14.80	12.66	26	13.36	16.36
3	DF-003-141-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. División del Nte. 2817, Parque San Andrés, 04040. CDMX.	14.91	10.53	46	13.81	16.07
4	DF-014-142-I	FARMACIAS SAN PABLO	Avenida Patriotismo 480, San Pedro de los Pinos, 03800. CDMX	15.21	9.17	46	14.11	16.38
5	DF-003-189-I	WAL-MART	Plaza Copilco, Av. Copilco 164, Copilco 300, Coyoacán, 04318. CDMX.	15.82	10.38	45	14.68	17.02
6	DF-014-258-I	MAS FARMACIAS	Juana De Arco 8, LOCAL 3.-4, Moderna, 03510 Benito Juárez, CDMX	15.90	16.29	44	14.75	17.13
7	DF-014-260-I	FARMACIAS SAN PABLO	Col. Independencia, Dr. José María Vertiz 1148, Independencia, 03630. CDMX.	15.97	9.11	44	14.81	17.20
8	DF-014-131-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Revolución 1057, Mixcoac, Benito Juárez, Mixcoac, 03910, CDMX	16.04	9.54	43	14.87	17.28
9	DF-003-171-II	WAL-MART	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, Chimalistac, 01070. CDMX.	16.72	19.85	18	14.88	18.72
10	DF-014-018-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Independencia, 44, Benito Juárez, CDMX.	16.06	12.78	45	14.91	17.28
11	DF-014-382-I	FARMACIAS SAN PABLO	Eje 5 Sur - Eugenia 714, Col del Valle Centro, 03100 Benito Juárez, CDMX	16.37	7.0	43	15.18	17.62

Valores ordenados de menor a mayor

Tabla 3.3. Muestra de la Tabla 3.2 ordenada y completada. Elaboración: LAI. García.

En la anterior Tabla 3.3, se observa las ubicaciones de cada contenedor, recordemos que hay puntos de recolección (establecimientos) donde se encuentra más de un contenedor lo que ocasiona que el proceso de recolección se prolongue un poco más. También se observan la media de los días estimados que deberán transcurrir para realizar una visita al contenedor con una recolección exitosa (una recolección exitosa, es que al visitar un contenedor tenga un 60% de llenado para ser descargado y su contenido transportado). Además, se muestran los intervalos de días entre los cuales se estima realizar la próxima recolección, estos intervalos están representados por el límite superior e inferior, datos que

serán tomados en cuenta sólo para la agrupación de los puntos de recolección y realizar el rediseño de las rutas de SINGREM – Región 4.

3.7. Agrupación de datos para el rediseño de las rutas de recolección de residuos farmacéuticos.

Para proponer un rediseño en las rutas de recolección de SINGREM sólo trabajaremos con los puntos de recolección que contaron con datos históricos a lo largo de los años 2014, 2015 y con una misma ubicación. Así fue como se llegó a 129 Id's, la ruta se diseña considerando:

- el intervalo de días, que se espera deban de transcurrir para realizar recolecciones exitosas, es decir, el número de días obtenidos del código del proceso de *Poisson* hablamos de los límites inferiores y superiores. Estos valores **sólo** se consideran para la **agrupación de los puntos de recolección**;
- las medias, que serán el número de días que deberán transcurrir para llevar a cabo la recolección de cada agrupación. Se contarán con dos valores por cada agrupación, el primero y el último del listado de los puntos de recolección de las agrupaciones;
- la jornada de trabajo del supervisor, que de acuerdo a su jornada laboral “contractual” que es de 48 hora semanales; y
- la capacidad del vehículo, que se utiliza en el proceso de recolección de la Región 4.

Importante: durante el diseño de las rutas, las agrupaciones fueron limitadas en cuanto a la capacidad del vehículo y la duración de la jornada de trabajo contractual del supervisor.

Para diseñar la Ruta 1 se agruparon los primeros 20 Id's. Los intervalos de días transcurridos para estos son por redondeo: de **11 a 13 días** hasta **16 a 19 días**. La **media** de **17.48** que indica el número de días que deberán transcurrir para realizar la siguiente recolección. Los nodos son presentados en la siguiente Tabla 3.4.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	DF-003-192-I	SUPERAMA	Cerro del Cubilete 229, Coyoacán, 04200, CDMX.	11.72	12.89	10.88	12.61
2	DF-003-171-I	WAL-MART FARMACIAS	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, Oxtopolco, 04318, CDMX.	14.81	12.67	13.37	16.36
3	DF-003-141-I	SAN PABLO	Av. División del Nte. 2817, Parque San Andrés, 04040, CDMX.	14.91	10.53	13.82	16.07
4	DF-014-142-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Patriotismo 480, San Pedro de los Pinos, 03800 CDMX	15.22	9.18	14.11	16.39
5	DF-003-189-I	WAL-MART MAS	Plaza COPILCO 164, Copilco 300, Coyoacán, 04318, CDMX.	15.82	10.39	14.68	17.03
6	DF-014-258-I	FARMACIAS FARMACIAS	Juana De Arco 8, LOCAL 3.-4, Moderna, 03510 Benito Juárez, CDMX	15.91	16.29	14.75	17.13
7	DF-014-260-I	SAN PABLO	Dr. José María Vertiz 1148, Independencia, 03630, CDMX.	15.98	9.12	14.82	17.20
8	DF-014-131-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Revolución 1057, Benito Juárez, Mixcoac, 03910, CDMX.	16.05	9.54	14.87	17.29
9	DF-003-171-II	WAL-MART	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, 01070, CDMX.	16.72	19.86	14.89	18.72
10	DF-014-018-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Independencia, 44, Benito Juárez, CDMX.	16.07	12.78	14.92	17.28
11	DF-014-382-I	FARMACIAS SAN PABLO	Eugenia 714, Benito Juárez, Centro, 03100 CDMX	16.37	7.00	15.18	17.63
12	DF-003-130-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Universidad 1858, Copilco Universidad, 04360, CDMX.	16.49	7.07	15.30	17.75
13	DF-003-238-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Santa Ana 270, Coyoacán, 04420, CDMX.	16.64	9.60	15.43	17.92
14	DF-003-197-I	SUPERAMA	Av. División del Nte. 3651, Pedregal de Sta. Úrsula, 04600, CDMX.	16.76	11.85	15.49	18.12
15	DF-014-061-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Dr. José Ma. Vertiz 1295, Benito Juárez, 03650, CDMX.	16.71	13.16	15.50	18.00
16	DF-014-180-I	WAL-MART	San Francisco 1621, Col del Valle Sur, 03100, CDMX.	16.76	7.94	15.55	18.05 18.12
17	DF-014-184-I	SUPERAMA	Calle Georgia No. 53, Benito Juárez, Nápoles, 03810, CDMX.	16.83	7.63	15.62	
18	DF-014-490-I	SUPERAMA	Real Mayorazgo 130, Benito Juárez, 03330, CDMX.	17.12	8.46	15.88	18.44
19	DF-003-190-I	WAL-MART	Av. H. Escuela Naval Militar No.753, Coyoacán, CDMX.	17.48	13.38	16.20	18.82
20	DF-014-008-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calle Antillas 318, Portales Nte, 03300, CDMX.	17.48	10.04	16.20	18.82

Tabla 3.4. Nodos considerados para la Ruta 1. Elaboración: Propia.

En la anterior Tabla 3.4 se observan 4 Id's en color azul, esto quiere decir que en un punto de recolección se cuenta con más de un contenedor, por lo cual al proponerse en ruta cualquiera de estos Id's en color azul deberán ser descargados los contenedores que formen parte de ese punto de recolección.

Para el proceso de recolección de residuos farmacéuticos, se designaron 30 minutos a los establecimientos como: Wal-Mart, Superama e Instituciones gubernamentales debido a los registros que debe cumplir el supervisor para ingresar y de 10 minutos para Farmacias, Clínicas, Centros de Salud dado que el acceso es más fácil. Se determinaron estos tiempos con base en la investigación de Zeren *et al.* 2007, en la cual estimaron que el tiempo de proceso de carga de residuos de hospitales fue de 30 minutos como valor medio y de 10 minutos para las clínicas.

Las direcciones correspondientes a la anterior Tabla 3.4 fueron ingresadas a MapRuta indicando el domicilio particular del supervisor como punto de inicio y de fin de ruta. El resultado obtenido y que corresponde a la Ruta 1 se observa en la siguiente Tabla 3.5.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Tiempo de Recolección	
0	Origen	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.						
1	DF-003-190-I	WAL-MART	Av. Heroica Escuela Naval Militar No.753, Coyoacán, Cípreses	17.47	13.38	16.20	18.81	0:30:00	} Dos contenedores en un punto de recolección
2	DF-003-190-II	WAL-MART	Av. Heroica Escuela Naval Militar No.753, Coyoacán, Cípreses.	30.69	11.35	27.75	33.85	0:10:00	
3	DF-003-238-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Avenida Santa Ana 270, Ex-Ejido de San Francisco Culhuacán, 04420, CDMX.	16.64	9.6	15.43	17.92	0:10:00	
4	DF-003-192-I	SUPERAMA	Cerro del Cubilete 229, Campestre Churubusco, 04200.	11.72	12.88	10.87	12.61	0:30:00	
5	DF-014-258-I	MAS FARMACIAS	Juana de Arco 8, LOCAL 3.-4, Moderna, 03510 Benito Juárez, CDMX	15.90	16.29	14.75	17.13	0:10:00	
6	DF-014-018-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Independencia, 44, Benito Juárez, CDMX.	16.06	12.78	14.91	17.28	0:10:00	
7	DF-014-260-I	FARMACIAS SAN PABLO	Dr. José María Vertiz 1148, Colonia Independencia, 03630.	15.97	9.11	14.81	17.20	0:10:00	
8	DF-014-382-I	FARMACIAS SAN PABLO	Eje 5 Sur - Eugenia 714, Col del Valle Centro, 03100 Benito Juárez, CDMX	16.37	7.00	15.18	17.62	0:10:00	
9	DF-014-184-I	SUPERAMA	Calle Georgia 53, Benito Juárez, Nápoles, 03810, CDMX.	16.83	7.62	15.61	18.12	0:30:00	
10	DF-014-142-I	FARMACIAS SAN PABLO	Avenida Patriotismo 480, San Pedro de los Pinos, 03800, CDMX	15.21	9.17	14.11	16.38	0:10:00	
11	DF-014-131-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Revolución 1057, Mixcoac, Benito Juárez, Mixcoac, 03910, CDMX	16.04	9.54	14.87	17.28	0:10:00	
12	DF-003-189-I	WAL-MART	Plaza Copilco, Av. Copilco 164, Copilco 300, Coyoacán, 04318, CDMX.	15.82	10.38	14.68	17.02	0:30:00	
13	DF-003-130-I	FARMACIAS SAN PABLO	Avenida Universidad 1858, Copilco Universidad, 04360.	16.48	7.07	15.29	17.74	0:10:00	
14	DF-003-171-I	WAL-MART	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, Oxtopulco, 04318.	14.80	12.66	13.36	16.36	0:30:00	} Dos contenedores en un punto de recolección
15	DF-003-171-II	WAL-MART	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, Chimalistac, 01070.	16.72	19.85	14.88	18.72	0:10:00	
16	DF-014-490-I	SUPERAMA	Real Mayorazgo 130, Benito Juárez, Colonia Xoco, 03330.	17.12	8.45	15.87	18.43	0:30:00	
17	DF-014-180-I	WAL-MART	San Francisco 1621, Del Valle, Col del Valle Sur, 03100.	16.76	7.93	15.54	18.04	0:30:00	
18	DF-014-061-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Norte 1746, Portales Norte, CDMX.	16.71	13.16	15.50	17.99	0:10:00	
19	DF-003-141-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. División del Norte 2817, Parque San Andrés, 04040.	14.91	10.53	13.81	16.07	0:10:00	
20	DF-003-197-I	SUPERAMA	Av. División del Norte. 3651, Pedregal de Santa Úrsula, 04600, CDMX.	16.76	11.84	15.48	18.11	0:30:00	
0	Fin	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.						

Tabla 3.5. Ruta 1 diseñada con MapRuta.

Como se mencionó, hay puntos de recolección donde es posible encontrar más de 1 contenedor, en esta ruta 1 se detectó que en 2 establecimientos se cuentan con 2 contenedores cada uno, por lo cual en la Ruta 1 se consideraron las recolecciones dobles de las tiendas Walt Mart adicionando 10 minutos más, observe que en la Tabla 3.5 los datos se encuentran en **color azul**. El número de días que deberán de transcurrir, a partir de la última recolección de estos contenedores será de 17 días por redondeo, el valor lo indica la media. Finalmente, la Ruta 1 consta de 20 paradas iniciando y terminando en el domicilio particular del supervisor.

El tiempo que tomará en realizarse la Ruta 1 fue de 9:18 horas, la jornada laboral contractual del supervisor consta de 48 horas semanales así que no habrá problema en cuanto a la duración de esta ruta. La hora de inicio, en la que habitualmente el supervisor inicia su labor es a las 06:00 am., la hora estimada para concluir esta Ruta 1 será a las 15:18 horas. Observe la siguiente Figura 3.2, donde se muestra la ruta de recolección propuesta que definió MapRuta. El peso estimado para la Ruta 1 es de 220.691 kilogramos, por lo cual no será necesario ir a descargar al CCYT⁶.

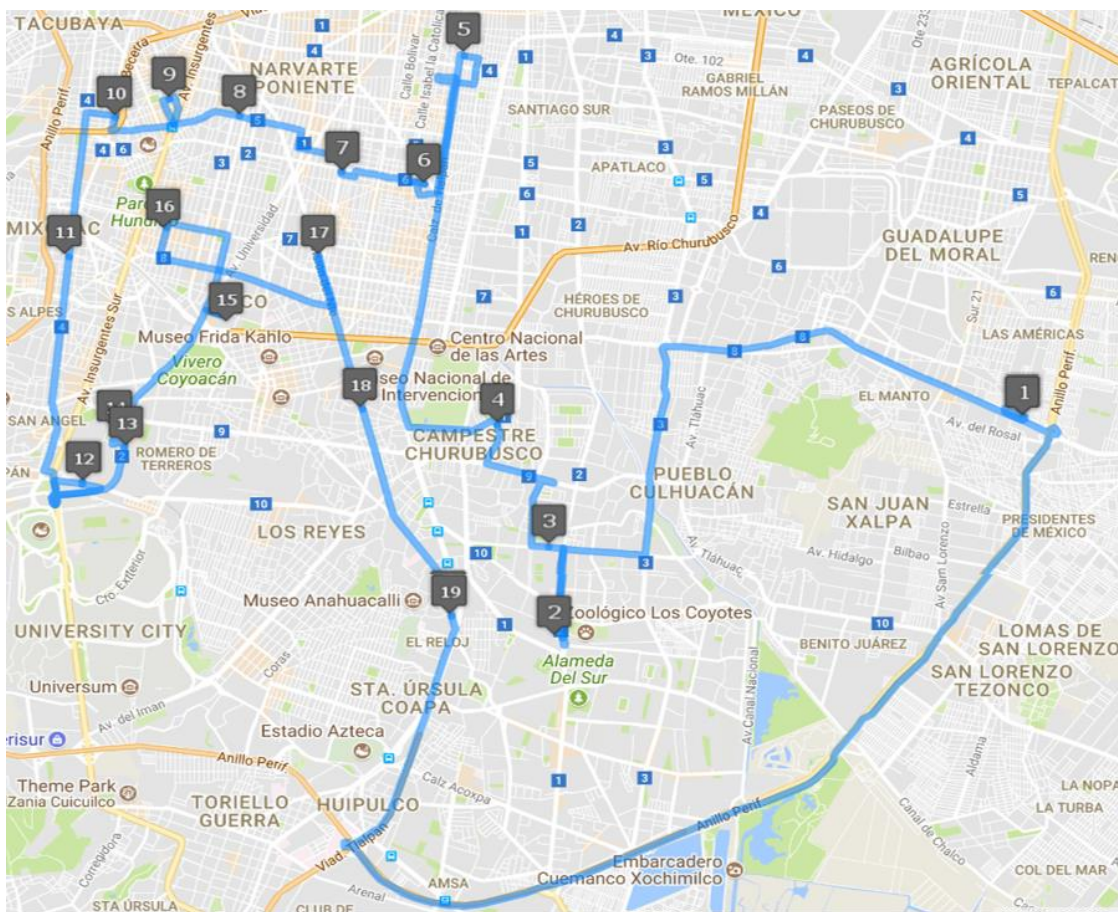


Figura 3.2. Ruta 1. Elaboración: Con MapRuta.

⁶ Centro de Clasificación y Transferencia

A continuación se enuncian los siguientes 20 Id's a considerarse para diseñar la Ruta 2, los intervalos de días transcurridos para estos son por redondeo: de **16 a 19 días** hasta **18 a 22 días**. La **media de 20 días** que indica el número de días que deberán transcurrir para realizar la siguiente recolección. Los nodos son presentados en la siguiente Tabla 3.6.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	DF-003-235-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Miguel Ángel de Quevedo 427, Romero de Terreros, Santa Catarina, 04310, CDMX.	17.62	9.24	16.32	18.98
2	DF-014-182-I	SUPERAMA	Dakota, Nápoles, 03810, CDMX.	17.68	6.92	16.40	19.03
3	DF-014-185-I	SUPERAMA	Av. Revolución, Merced Gómez, 03910 Benito Juárez, CDMX.	17.78	8.90	16.49	19.13
4	DF-003-383-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Rey Tepalcatzin 16, Ajusco, 04300, CDMX.	17.80	8.33	16.52	19.16
5	DF-014-020-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Pedro Romero de Terreros 615, Benito Juárez, Del Valle, 03100.	18.13	6.78	16.82	19.52
6	DF-014-137-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Cuauhtémoc 863, Narvarte Poniente, 03020, CDMX.	18.19	5.88	16.84	19.62
7	DF-014-181-I	WAL-MART	Av. Copilco 164, Copilco 300, Coyoacán, 04318, CDMX.	18.50	8.30	17.16	19.92
8	DF-003-140-I	FARMACIAS SAN PABLO	Blvd. Gran Sur 5550, Pedregal de Carrasco, 04700, CDMX.	18.68	7.91	17.33	20.11
9	DF-003-195-I	SUPERAMA	Rancho San Lorenzo 6, Coyoacán, Girasoles, 04920.	18.89	8.43	17.52	20.35
10	DF-014-062-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calz. de Tlalpan 449, Álamos, 03400 Benito Juárez, CDMX	19.06	9.46	17.66	20.54
11	DF-003-232-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Norte 2591 en Coyoacán, CDMX.	19.20	11.62	17.78	20.71
12	DF-003-191-I	WAL-MART	Av. Centro Comercial 190, Jardines del Pedregal, 04530 Ciudad de México	19.22	9.58	17.83	20.68
13	DF-014-183-II	SUPERAMA	Romero de Terreros 1461, Benito Juárez, Narvarte, CDMX.	19.35	13.39	17.90	20.89
14	DF-003-786-I	FARMACIAS SAN ISIDRO	Farmacia San Isidro, División del norte 2911, CDMX.	19.42	7.73	17.95	20.99
15	DF-014-055-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calle Gabriel Mancera 8, Col del Valle Nte, 03100 Del Valle Nte, CDMX.	19.56	8.94	18.14	21.06
16	DF-014-188-I	SUPERAMA	Ajusco 126, Portales Nte, 03300 Ciudad de México	19.63	8.40	18.19	21.15
17	DF-003-843-I	PUBLITIENDAS	Calle Coras, MZ 35 NO 41, Colonia Ajusco, Coyoacán.	19.93	10.37	18.28	21.68
18	DF-014-183-I	SUPERAMA	Romero de Terreros 1461, Benito Juárez, Narvarte, CDMX.	19.78	11.90	18.35	21.29
19	DF-015-024-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz. Chabacano 65, Cuauhtémoc, 06870, CDMX.	19.92	8.24	18.49	21.43
20	DF-014-060-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Universidad 233, Vertiz Narvarte, Narvarte Poniente, 03020 Benito Juárez, CDMX.	19.97	9.47	18.50	21.53

Tabla 3.6. Nodos considerados en la Ruta 2. Elaboración: Propia.

Las direcciones de los Id's de la Tabla 3.6 fueron ingresados a MapRuta, indicando como punto de inicio y de fin del recorrido el domicilio del supervisor. El resultado obtenido y que corresponde a la Ruta 2 se observa en la siguiente Tabla 3.7.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Tiempo de Recolección
0	Origen	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona 137, Iztapalapa, CDMX.					
1	DF-003-140-I	FARMACIAS SAN PABLO	Periférico Sur 5550, Pedregal de Carrasco, 04700, CDMX.	18.68	7.91	17.33	20.11	0:10:00
2	DF-003-191-I	WAL-MART	Av. Centro Comercial 190, Jardines del Pedregal, 04530.	19.22	9.58	17.83	20.68	0:30:00
3	DF-003-843-I	PUBLITIENDAS	Coras, MZ 35 NO 41, Ajusco, Delegación Coyoacán, CDMX.	19.93	10.37	18.28	21.68	0:10:00
4	DF-003-383-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Rey Tepalcatzin 16, Ajusco, 04300, CDMX.	17.80	8.33	16.52	19.16	0:10:00
5	DF-003-235-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Miguel Ángel de Quevedo 427, 04310, CDMX.	17.62	9.24	16.32	18.98	0:10:00
6	DF-014-185-I	SUPERAMA	Av. Revolución 1151, Benito Juárez, 03910, CDMX.	17.78	8.90	16.49	19.13	0:30:00
7	DF-014-181-I	WAL-MART	Av. Universidad 936, CDMX.	18.50	8.30	17.16	19.92	0:30:00
8	DF-014-183-II	SUPERAMA	Romero de Terreros 1461, Benito Juárez, CDMX.	19.35	13.39	17.90	20.89	0:30:00
9	DF-014-183-I	SUPERAMA	Romero de Terreros 1461, Benito Juárez, CDMX.	19.78	11.90	18.35	21.29	0:10:00
10	DF-014-137-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Cuauhtémoc 863, Narvarte Poniente, 03020, CDMX.	18.19	5.88	16.84	19.62	0:10:00
11	DF-014-020-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Pedro Romero de Terreros 615, Benito Juárez, 03100, CDMX.	18.13	6.78	16.82	19.52	0:10:00
12	DF-014-182-I	SUPERAMA	Dakota 85, Nápoles, 03810, Benito Juárez, CDMX.	17.68	6.92	16.40	19.03	0:30:00
13	DF-014-055-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Gabriel Mancera 8, Col del Valle Norte, 03100, CDMX.	19.56	8.94	18.14	21.06	0:10:00
14	DF-014-062-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calz. de Tlalpan 449, Álamos, 03400 Benito Juárez, CDMX	19.06	9.46	17.66	20.54	0:10:00
15	DF-014-008-I	FARMACIAS DE SIMILARES	CALZ ERMITA IZTAPALAPA 72, Portales Oriente, CDMX.	17.48	10.04	16.20	18.82	0:10:00
16	DF-014-014-I	FARMACIAS DE SIMILARES	CALZ ERMITA IZTAPALAPA 72, Portales Oriente, CDMX.	24.10	9.71	22.35	25.96	0:10:00
17	DF-014-188-I	SUPERAMA	Ajusco 126, Portales Norte, 03300, CDMX.	19.63	8.40	18.19	21.15	0:30:00
18	DF-003-232-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Norte 2591, Coyoacán, CDMX.	19.20	11.62	17.78	20.71	0:10:00
19	DF-003-786-I	FARMACIAS SAN ISIDRO	Av. División del Norte. 2911, Parque San Andrés, 04040 CDMX	19.42	7.73	17.95	20.99	0:10:00
20	DF-003-195-I	SUPERAMA	Rancho San Lorenzo 6, Coyoacán, Girasoles, 04920, CDMX.	18.89	8.43	17.52	20.35	0:30:00
0	Fin	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona 137, Iztapalapa, CDMX.					

Tabla 3.7. Ruta 2 diseñada con MapRuta. Elaboración: Propia.

Similar a la Ruta 1 hay 2 establecimientos donde se encuentran 2 contenedores, en este caso fue en una tienda de Superama y en una Farmacia de Similares, por lo cual para la Ruta 2 se consideraron dos recolecciones dobles donde se adicionaron 10 minutos más, observe la Tabla 3.7 los datos en color azul.

El número de días que deberán de transcurrir, a partir de la última recolección de estos contenedores será de 20 días por redondeo. Finalmente, la Ruta 2 consta de 20 paradas, iniciando y terminando en el domicilio particular del supervisor, el tiempo que tomará en realizarse esta Ruta 2 será de 9:08 horas, iniciando a las 6:00 a. m. y terminando a las 15:08 horas. Observe la siguiente Figura 3.3, donde se muestra la ruta de recolección definida por MapRuta. El peso estimado para la Ruta 2 es de 181.828 kilogramos, por lo cual no será necesario ir al CCyT para descargar el vehículo.

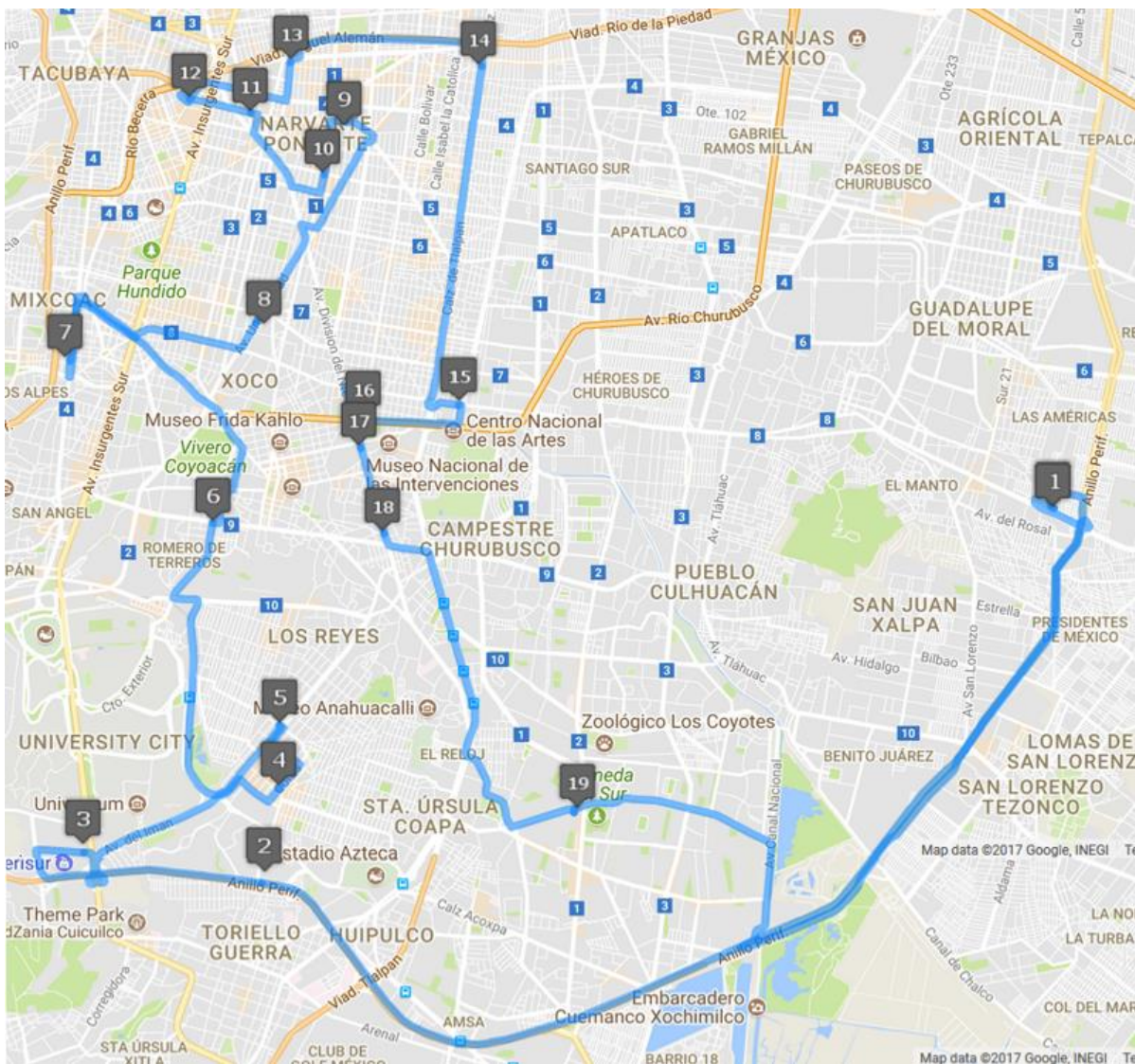


Figura 3.3. Ruta 2 propuesta con MapRuta. Elaboración: Propia.

Los siguientes 20 Id's a considerarse para la Ruta 3 se encuentran en la siguiente Tabla 3.8, los intervalos de días son: **19 a 22 días** hasta **23 a 27 días** el número de días que

deberán de transcurrir a partir de la última recolección de estos contenedores será de **25 días** por redondeo que corresponde al valor de la media,

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	DF-003-384-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Norte 3260, 04370, Coyoacán, CDMX.	20.21	8.39	18.72	21.78
2	DF-014-045-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Juan Sánchez Azcona 510, Benito Juárez, 03020, CDMX	20.31	7.58	18.85	21.86
3	DF-014-026-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Querétaro 137, Cuauhtémoc, Roma Norte, CDMX.	20.58	8.00	19.06	22.18
4	DF-014-054-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Félix Cuevas 520, Col. del Valle Centro, 03200, CDMX	20.79	8.43	19.29	22.39
5	DF-003-193-I	SUPERAMA	Av. Miguel Ángel de Quevedo 870, Coyoacán, CDMX.	20.82	7.84	19.29	22.43
6	DF-014-040-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Almería 21, Miguel Alemán, CDMX	21.38	9.19	19.80	23.04
7	DF-003-116-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. División del Norte, 2863, Coyoacán, CDMX	21.73	7.47	19.82	23.77
8	DF-014-053-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Cuauhtémoc 919 B, Benito Juárez, 03020, CDMX	21.50	6.97	19.92	23.17
9	DF-003-233-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calz. de Tlalpan 1770, Américas Unidas, 04210, CDMX	22.00	7.69	20.38	23.71
10	DF-003-139-I	FARMACIAS SAN PABLO	Calz. Taxqueña 1493, Petrolera Taxqueña, 04410, CDMX	22.27	9.38	20.61	24.02
11	DF-015-036-I	FARMACIAS EL FENIX DEL CENTRO	Av. Francisco I. Madero 39, Centro Histórico, Centro, 06000, CDMX	22.45	8.13	20.76	24.24
12	DF-014-059-I	FARMACIAS DEL AHORRO	División del Norte 1746, Benito Juárez, 03303, CDMX	22.55	7.77	20.91	24.28
13	DF-003-597-I	CENTRO DE SALUD. DR. GUSTAVO A. ROVIROSA PEREZ	San Gabriel 517, Pedregal de Sta. Úrsula, 04850, CDMX	22.94	11.81	21.28	24.69
14	DF-014-852-I	PUBLITIENDAS	Galicia 128, Benito Juárez, CDMX.	23.36	8.14	21.39	25.47
15	DF-014-058-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Nte. 1312, 03600 Benito Juárez, CDMX	23.43	9.06	21.73	25.23
16	DF-014-229-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Dr. José Ma. Vertiz 1295, Benito Juárez, 03650CDMX	23.73	9.20	22.02	25.54
17	DF-014-014-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz. de Tlalpan 1530, Portales Nte, 03300, CDMX	24.10	9.71	22.35	25.96
18	DF-014-063-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Xola 1001, Narvarte Poniente, 03020, CDMX	24.57	7.65	22.77	26.48
19	DF-015-033-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Durango 296, Roma Nte., 06700, CDMX	24.57	8.69	22.77	26.48
20	DF-014-836-I	PUBLITIENDAS	Dr. Márquez 79, Doctores, 06720, CDMX	25.10	9.55	22.95	27.39

Tabla 3.8. Nodos considerados para la Ruta 3. Elaboración: Propia.

Las direcciones de la Tabla 3.8 fueron ingresados a MapRuta, indicando el punto de inicio y de fin del recorrido el domicilio del supervisor. El resultado obtenido y que corresponde a la Ruta 3 se observa en la siguiente Tabla 3.9.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Tiempo de Recolección
0	Origen	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					
1	DF-003-139-I	FARMACIAS SAN PABLO	Calz. Taxqueña 1493, 04410, CDMX	22.27	9.38	20.61	24.02	0:10:00
2	DF-003-233-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calz. de Tlalpan 1770, Américas Unidas, 04210, CDMX	22.00	7.69	20.38	23.71	0:10:00
3	DF-015-024-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calzada Chabacano 65, Cuauhtémoc, 06870, CDMX.	19.92	8.24	18.49	21.43	0:10:00
4	DF-015-036-I	FARMACIAS EL FENIX DEL CENTRO	Av. Francisco I. Madero 39, Centro Histórico, 06000, CDMX.	22.45	8.13	20.76	24.24	0:10:00
5	DF-015-033-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Durango 296, Roma Norte, 06700, CDMX.	24.57	8.69	22.77	26.48	0:10:00
6	DF-014-026-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Querétaro 137, Roma Norte, 06700, CDMX.	20.58	8.00	19.06	22.18	0:10:00
7	DF-014-063-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Xola 1001, Narvarte Poniente, 03020, CDMX.	24.57	7.65	22.77	26.48	0:10:00
8	DF-014-045-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Juan Sánchez Azcona 510, Narvarte Poniente, 03020, CDMX.	20.31	7.58	18.85	21.86	0:10:00
9	DF-014-053-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Cuauhtémoc, 919, Narvarte Poniente, 03020, Benito Juárez, CDMX.	21.50	6.97	19.92	23.17	0:10:00
10	DF-014-060-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Universidad 216, Narvarte Poniente, 03020 Benito Juárez, CDMX.	19.97	9.47	18.50	21.53	0:10:00
11	DF-014-852-I	PUBLITIENDAS	Galicia 128, Colonia Álamos, Benito Juárez, CDMX.	23.36	8.14	21.39	25.47	0:10:00
12	DF-014-040-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Almería 21, Miguel Alemán, CDMX.	21.38	9.19	19.80	23.04	0:10:00
13	DF-014-059-I	FARMACIAS DEL AHORRO	CALZ DE TLALPAN 1257, Benito Juárez, CDMX.	22.55	7.77	20.91	24.28	0:10:00
14	DF-014-058-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Norte. 1312, General Anaya, 03600, Benito Juárez, CDMX	23.43	9.06	21.73	25.23	0:10:00
15	DF-014-054-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Félix Cuevas 520, Col del Valle Centro, 03200, CDMX.	20.79	8.43	19.29	22.39	0:10:00
16	DF-014-229-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Revolución 967, Benito Juárez, 03650, CDMX.	23.73	9.20	22.02	25.54	0:10:00
17	DF-003-193-I	SUPERAMA	Avenida Miguel Ángel de Quevedo 870, Coyoacán, La Concepción, CDMX.	20.82	7.84	19.29	22.43	0:30:00
18	DF-003-116-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. División del Norte, 2863, Coyoacán, Ciudad de México	21.73	7.47	19.82	23.77	0:10:00
19	DF-003-384-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Norte. 3260, Cd Jardín, 04370, CDMX.	20.21	8.39	18.72	21.78	0:10:00
20	DF-003-597-I	CENTRO DE SALUD. DR. GUSTAVO A. ROVIROSA PEREZ	San Gabriel 517, Pedregal de Santa Úrsula, 04850, CDMX.	22.94	11.81	21.28	24.69	0:10:00
0	Fin	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					

Tabla 3.9. Ruta 3 diseñada con MapRuta. Elaboración: Propia.

El tiempo que tomará realizar la Ruta 3 será de 7:24 horas, la hora de inicio será a las 6:00 am y la hora estimada de término será a las 13:24 horas. Observe la siguiente Figura 3.4, donde se muestra la ruta que especificó MapRuta. La Ruta 3 consta de 20 paradas, iniciando y terminando en el domicilio particular del Supervisor, el peso estimado para esta Ruta fue de 169.098 kilogramos, por lo cual no será necesario ir al CCyT.

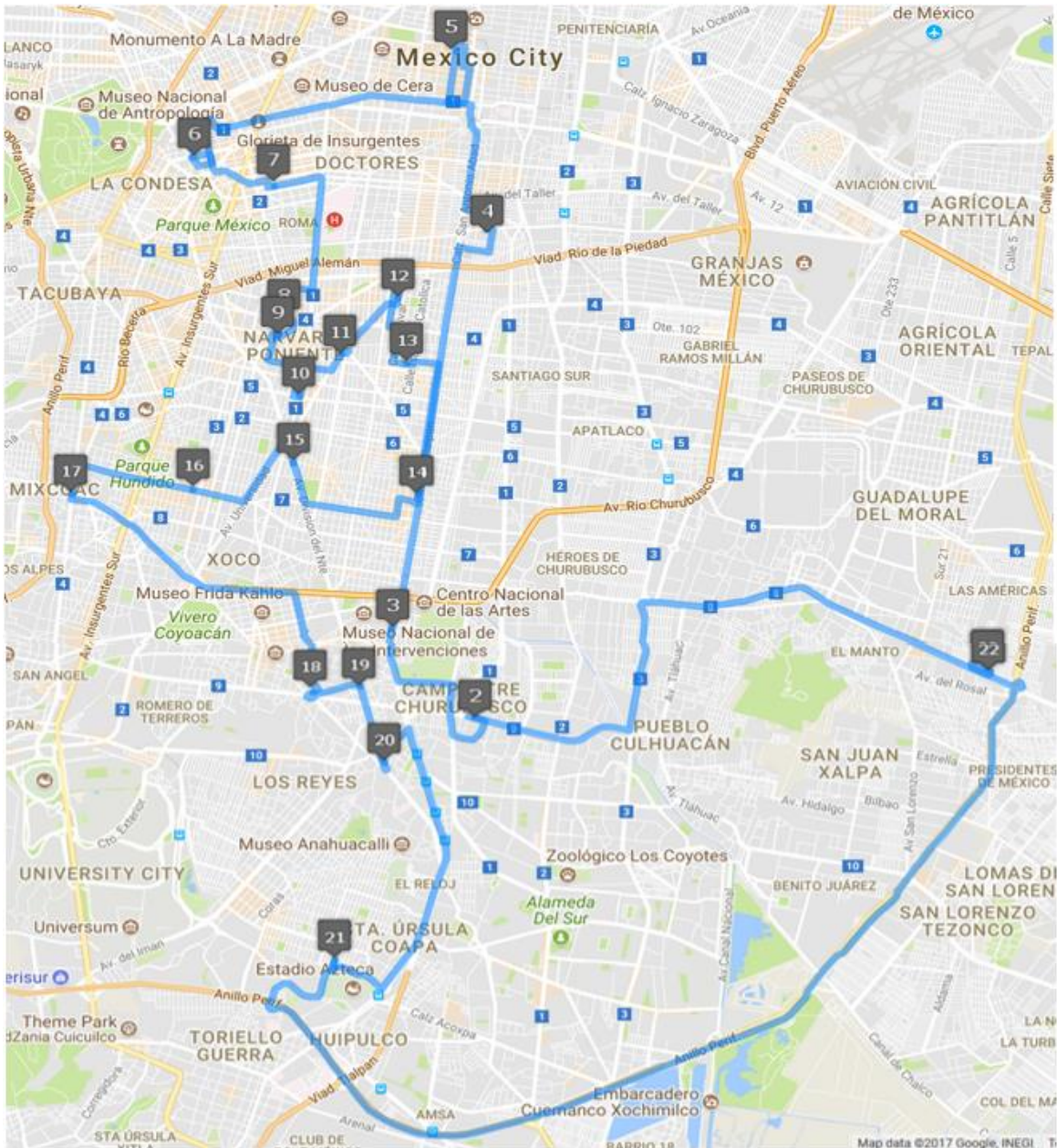


Figura 3.4. Ruta 3 propuesta con MapRuta. Elaboración: Propia.

En seguida se enuncian, los siguientes 19 Id's considerados para construir la Ruta 4, los intervalos son de: **24 a 28 días** hasta **29 a 37 días** y la media **de 33** vea la siguiente Tabla 3.10.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	DF-015-023-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calle 5 DE FEBRERO, 17, Cuauhtémoc, CDMX.	26.20	4.27	24.23	28.29
2	DF-014-303-I	FARMACIAS BENAVIDES	Félix Cuevas 120, Benito Juárez, 03200 CDMX.	26.19	8.07	24.29	28.19
3	DF-014-027-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Cumbres de Maltrata, Américas Unidas, 03610 Ciudad de México, CDMX	26.27	8.57	24.34	28.32
4	DF-015-034-I	FARMACIAS EL FENIX DEL CENTRO	Av. 5 de Mayo, Centro, 06000 Ciudad de México, CDMX	26.35	7.81	24.41	28.40
5	DF-003-194-I	SUPERAMA	Av. Copilco 75, Coyoacán, Copilco El Bajo, 04340, CDMX.	26.38	8.69	24.45	28.44
6	DF-014-301-I	FARMACIAS BENAVIDES	Av. Universidad 740, Sta. Cruz Atoyac, 03310, CDMX.	26.65	7.60	24.71	28.71
7	DF-003-230-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calzada Taxqueña 1560, Coyoacán, , CDMX.	27.32	7.39	25.31	29.45
8	DF-003-234-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calle Madrid 135, Del Carmen, 04110, CDMX.	27.48	6.94	25.46	29.61
9	DF-015-015-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calle Dr. Balmis 8, Cuauhtémoc, Obrera, 06720, CDMX.	27.96	7.66	25.93	30.11
10	DF-003-583-I	CENTRO DE SALUD. DR. MARGARITA CHORNE Y SALAZAR	Av. División del Norte 2986, Coyoacán, 04370, CDMX.	28.04	8.71	25.96	30.24
11	DF-003-006-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Universidad 1953, Coyoacán, CDMX.	28.58	6.69	26.48	30.80
12	DF-003-596-I	CENTRO DE SALUD. CARMEN SERDAN	Soledad Solórzano s/n, Coyoacán, Carmen Serdán, 04480, CDMX.	28.58	14.22	26.48	30.80
13	DF-003-231-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Copilco 31, 04360, CDMX.	29.22	6.98	27.05	31.51
14	DF-003-237-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Anillo Periférico Sur 5120 Villa Panamericana	29.58	7.69	27.45	31.84
15	DF-003-190-II	WAL-MART	Av. H. Escuela Naval Militar No.753, Coyoacán, CDMX.	30.69	11.35	27.75	33.85
16	DF-003-598-I	CENTRO DE SALUD. NAYARITAS	Huitzilopochtli, Nayaritas, Ajusco, 04300, CDMX.	30.05	10.06	27.80	32.43
17	DF-015-012-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Eje Central Lázaro Cárdenas 14, Obrera, 06800, CDMX.	30.39	7.00	28.18	32.73
18	DF-003-595-I	CENTRO DE SALUD. SAN FRANCISCO	De La Virgen S/N, Coyoacán, Presidentes Ejidales 1ra Secc, 04470, CDMX.	31.18	11.70	28.89	33.61
19	DF-014-835-I	CULHUACAN PUBLITIENDAS	Xola 215, Colonia del Valle, Benito Juárez, CDMX.	32.78	8.21	29.14	36.74

Tabla 3.10. Nodos considerados para la construcción de Ruta 4. Elaboración: Propia. Intervalos de 29 a 37 días

Las direcciones de la Tabla 3.10 se ingresaron a MapRuta, el punto de inicio fue el domicilio del supervisor y como punto final del fue el CCyT. Debido a la carga ya acumulada será necesario descargar el vehículo, el resultado obtenido y que corresponde a la Ruta 4 se observa en la siguiente Tabla 3.11.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Tiempo de Recolección
0	Origen	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona 137, Iztapalapa, CDMX.					
1	DF-003-596-I	CENTRO DE SALUD. Carmen Serdán.	Soledad Solórzano s/n, 04480 Coyoacán, CDMX.	28.58	14.22	26.48	30.80	0:10:00
2	DF-003-595-I	CENTRO DE SALUD. San Francisco Culhuacán	Av. H. Escuela Naval Militar 51, 04260, CDMX.	31.18	11.70	28.89	33.61	0:10:00
3	DF-003-230-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calzada Taxqueña 1560, Campestre Churubusco, Coyoacán, CDMX.	27.32	7.39	25.31	29.45	0:10:00
4	DF-003-583-I	CENTRO DE SALUD. DR. MARGARITA CHORNE Y SALAZAR	Av. División del Nte. 2986, Col Del Carmen, Atlántida, 04370, CDMX.	28.04	8.71	25.96	30.24	0:10:00
5	DF-003-598-I	CENTRO DE SALUD. NAYARITAS	Huitzilopochtli, Ajusco, 04300, CDMX.	30.05	10.06	27.80	32.43	0:10:00
6	DF-003-237-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Anillo Periférico Sur 5120 Villa Panamericana, CDMX.	29.58	7.69	27.45	31.84	0:10:00
7	DF-003-231-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Copilco 31, Universidad, 04360, CDMX	29.22	6.98	27.05	31.51	0:10:00
8	DF-003-006-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Universidad 1953, Copilco Universidad, CDMX.	28.58	6.69	26.48	30.80	0:10:00
9	DF-003-234-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calle Madrid 135, Del Carmen, 04110, CDMX.	27.48	6.94	25.46	29.61	0:10:00
10	DF-014-301-I	FARMACIAS BENAVIDES	Av. Universidad 740, Santa Cruz Atoyac, 03310, CDMX.	26.65	7.60	24.71	28.71	0:10:00
11	DF-014-303-I	FARMACIAS BENAVIDES	Félix Cuevas 120, 03200, Benito Juárez, CDMX.	26.19	8.07	24.29	28.19	0:10:00
12	DF-014-835-I	PUBLITIENDAS	Xola 215, Colonia del Valle, Benito Juárez, CDMX.	32.78	8.21	29.14	36.74	0:10:00
13	DF-014-836-I	PUBLITIENDAS	Cumbres de Maltrata 398, Benito Juárez, CDMX.	25.10	9.55	22.95	27.39	0:10:00
14	DF-015-012-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Eje Central Lázaro Cárdenas 14, Obrera, 06800, CDMX.	30.39	7.00	28.18	32.73	0:10:00
15	DF-015-015-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Dr. Balmis 8, Obrera, 06720, CDMX.	27.96	7.66	25.93	30.11	0:10:00
16	DF-015-023-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Vizcaínas 3, Colonia Centro, Centro, 06000, CDMX.	26.20	4.27	24.23	28.29	0:10:00
17	DF-015-034-I	FARMACIAS EL FENIX DEL CENTRO	Isabel la Católica 15, Cuauhtémoc, 06000, CDMX.	26.35	7.81	24.41	28.40	0:10:00
18	DF-015-029-I	FARMA PRONTO	Esq. Av. del Taller, José Antonio Torres Xocongo S/N, 06820, CDMX.	31.77	8.75	29.46	34.22	0:10:00
19	DF-014-027-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Fernando Montes de Oca 161, Américas Unidas, CDMX.	26.27	8.57	24.34	28.32	0:10:00
0	Destino	CCyT. (Centro de Clasificación y Transferencia)	Av. San Lorenzo 1010. Cerro de la estrella. CP 09860. CDMX					

Tabla 3.11. Ruta 4 diseñada con MapRuta. Elaboración: Propia.

La Ruta 4 se realizará en 6:47 horas, iniciando a las 06:00 am y se estima concluya a las 12:47 horas. El peso estimado para esta Ruta 4 fue de 169.098 kilogramos, por lo cual será necesario que el supervisor vaya al CCyT para descargar el vehículo de recolección. Ya que el vehículo cuenta con una carga de 740.69 kg, ver la Tabla 3.18 en la página 87. Observe la siguiente Figura 3.6, donde se muestra el recorrido gráfico de la ruta 4 que definió MapRuta. Observe la siguiente Figura 3.5, donde se muestra la ruta de recolección propuesta que definió MapRuta.

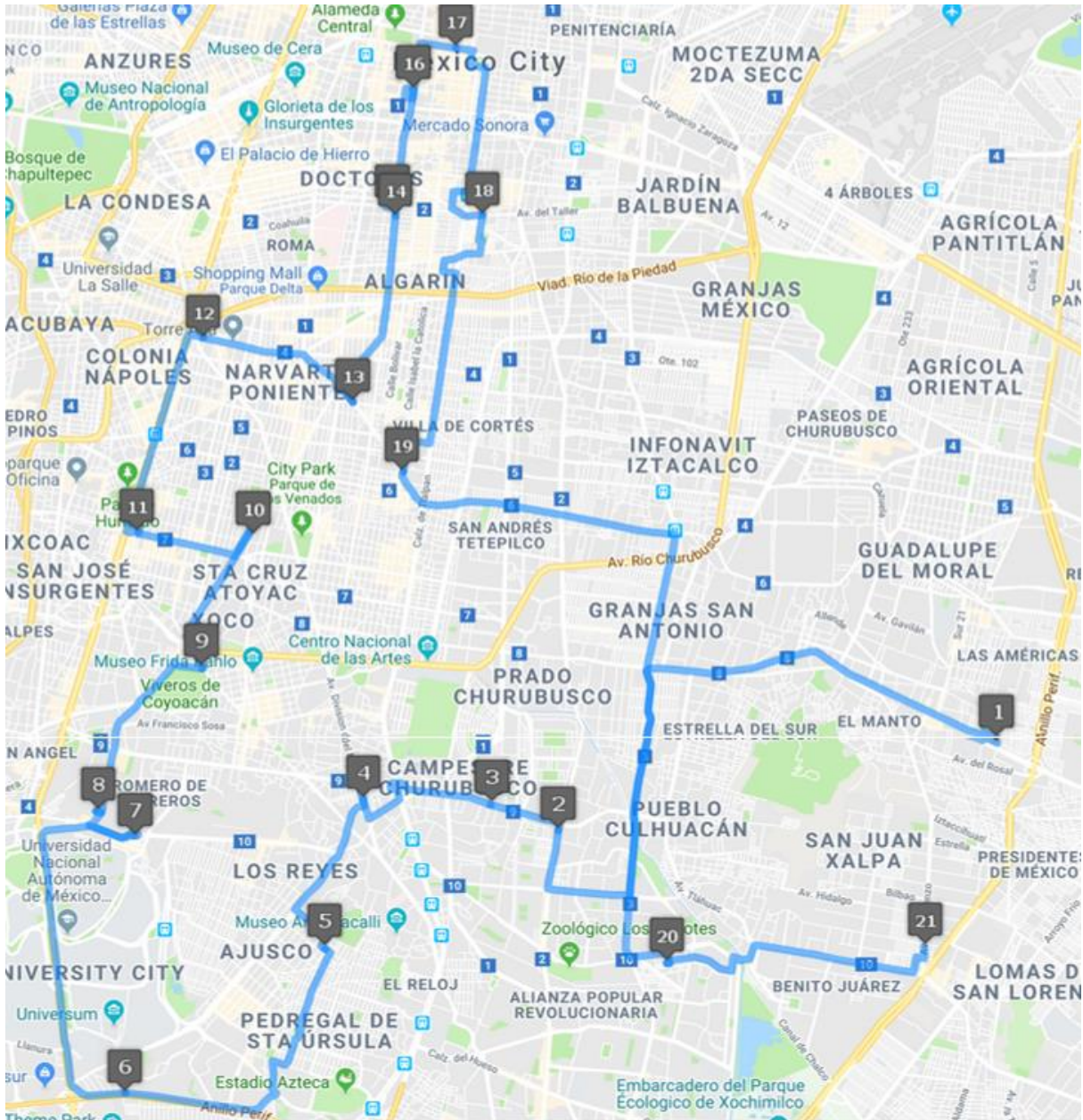


Figura 3.5. Ruta 4 propuesta con MapRuta. Elaboración: Propia.

A continuación, se enunciarán los siguientes 20 Id's a considerarse para diseñar la Ruta 5, los intervalos de días a considerarse son: de 29 a 34 días hasta 39 a 46 días la media corresponde a 42 días. Los Id se observan en la Tabla siguiente 3.12.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	DF-015-029-I	FARMA PRONTO	José Antonio Torres 505 B, Col. Vista Alegre, Cuauhtémoc, CDMX.	31.77	8.75	29.46	34.22
2	DF-003-196-I	SUPERAMA	Centro Comercial Patio Pedregal, Coyoacán, 4700, CDMX.	32.27	6.53	29.94	34.74
3	DF-003-844-I	PUBLITIENDAS	Nezahualpilli MZ 31, Colonia Ajusco, Coyoacán, CDMX.	34.06	11.01	31.26	37.05
4	DF-003-599-I	CENTRO DE SALUD. AJUSCO	Rey Tepalcatzin S/N, Ajusco, 04300, CDMX	33.86	9.35	31.41	36.44
5	DF-015-013-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Eje Central 107, Peralvillo, 06220, CDMX.	34.29	5.62	31.83	36.88
6	DF-015-010-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Chapultepec 12, Cuauhtémoc, CDMX.	34.60	5.83	32.07	37.28
7	DF-003-846-I	PUBLITIENDAS	Calle Zapotecas MZ 60 NO 14, Colonia Ajusco, Coyoacán, CDMX.	35.33	9.30	32.39	38.47
8	DF-003-076-I	FARMACIAS GI	Santa Balbina 35, Molino de Santo Domingo, 01130, CDMX.	35.55	6.14	32.98	38.26
9	DF-003-030-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	División del Norte 2869, Coyoacán, 04040, CDMX.	36.06	7.46	33.33	38.94
10	DF-003-600-I	CENTRO DE SALUD.SANTA URSULA COAPA	San Pascasio s/n, Pedregal de Sta. Úrsula, 04600, CDMX.	36.56	9.28	33.82	39.46
11	DF-015-031-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Dr. Pasteur 97, Doctores, 06720 Cuauhtémoc, CDMX.	36.79	7.80	34.11	39.62
12	DF-003-782-I	FARMACIAS SAN ISIDRO	Av. Canal de Miramontes 2083, Girasoles III, 04920, CDMX.	37.41	7.67	34.56	40.44
13	DF-015-009-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Insurgentes Sur 429, Cuauhtémoc, CDMX.	37.72	7.32	34.94	40.67
14	DF-014-038-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Simón Bolívar 613 Local 10 Col. Delg., Álamos, 03501, CDMX.	38.83	6.27	36.01	41.82
15	DF-014-048-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Revolución 993, 03910, Benito Juárez, CDMX.	39.18	5.87	36.26	42.27
16	DF-003-783-I	HOSPITAL SEDNA	Periférico Sur 5246, Pedregal de Carrasco, 04700, CDMX.	39.71	13.34	36.48	43.16
17	DF-014-636-I	PARACELSUS. S.A. DE C.V.	Av. Patriotismo 359, Col. San Pedro de los Pinos, 3800, CDMX.	40.12	6.89	37.16	43.24
18	DF-003-845-I	PUBLITIENDAS	Calle Zapotecas MZ 49 NO 1, Colonia Ajusco, Coyoacán, CDMX.	40.77	9.51	37.37	44.39
19	DF-014-622-I	CLINICA CIME	Av. Magdalena 430, Benito Juárez, Del Valle, 03100, CDMX.	41.94	9.56	38.82	45.23
20	DF-014-017-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz. Tlalpan #754, Iztaccíhuatl. Benito Juárez, CDMX.	42.56	10.00	39.43	45.88

Tabla 3.12. Ruta 4 diseñada con MapRuta. Elaboración: Propia.

Las direcciones de los 20 nodos de la Tabla 3.12 se ingresaron a MapRuta. El resultado obtenido y que corresponde a la Ruta 5 se observa en la siguiente Tabla 3.13.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Tiempo de Recolección
0	Origen	Domicilio particular del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					
1	DF-003-196-I	SUPERAMA	Centro Comercial Patio Pedregal, Coyoacán, CDMX.	32.27	6.53	29.94	34.74	0:20:00
2	DF-003-783-I	HOSPITAL	Periférico Sur 5268, 04700, CDMX.	39.71	13.34	36.48	43.16	0:20:00
3	DF-003-844-I	PUBLITIENDAS	Nezahualpilli MZ 31, Coyoacán, CDMX.	34.06	11.01	31.26	37.05	0:10:00
4	DF-003-600-I	CENTRO DE SALUD. SANTA URSULA COAPA	San Pascasio s/n, Pedregal de Santa Úrsula, 04600, CDMX.	36.56	9.28	33.82	39.46	0:10:00
5	DF-003-599-I	CENTRO DE SALUD. AJUSCO	Rey Tepalcatzin s/n, Ajusco, 04300, CDMX.	33.86	9.35	31.41	36.44	0:10:00
6	DF-003-845-I	PUBLITIENDAS	Zapotecas MZ 49 NO 1, Colonia Ajusco, Coyoacán.	40.77	9.51	37.37	44.39	0:10:00
7	DF-003-846-I	PUBLITIENDAS	Zapotecas MZ 60 NO 14, Colonia Ajusco, Coyoacán.	35.33	9.30	32.39	38.47	0:10:00
8	DF-003-076-I	FARMACIAS GI	Amezquite, 166, Local B, Coyoacán, 04369, CDMX.	35.55	6.14	32.98	38.26	0:10:00
9	DF-003-005-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Miguel A. de Quevedo 646, Coyoacán, 04000, CDMX.	43.73	9.42	40.45	47.21	0:10:00
10	DF-014-048-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Revolución 993, Benito Juárez, 03910, CDMX.	39.18	5.87	36.26	42.27	0:10:00
11	DF-014-636-I	PARACELBUS. S.A. DE C.V.	Av. Patriotismo 359, Sn. Pedro de los Pinos, 03800, CDMX.	40.12	6.89	37.16	43.24	0:10:00
12	DF-014-622-I	HOSPITAL	Av. Magdalena 430, Benito Juárez, 03100, CDMX.	41.94	9.56	38.82	45.23	0:10:00
13	DF-015-009-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Insurgentes Sur 429, Hipódromo De La Condesa, Cuauhtémoc, CDMX.	37.72	7.32	34.94	40.67	0:10:00
14	DF-015-010-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Chapultepec 12, Cuauhtémoc, CDMX.	34.60	5.83	32.07	37.28	0:10:00
15	DF-015-031-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Dr. Pasteur 97, Doctores, 06720 Cuauhtémoc, CDMX.	36.79	7.80	34.11	39.62	0:10:00
16	DF-015-013-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Eje Central Lázaro Cárdenas 13, Centro, CDMX.	34.29	5.62	31.83	36.88	0:10:00
17	DF-014-038-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Simón Bolívar 613, Álamos, 03501, CDMX.	38.83	6.27	36.01	41.82	0:10:00
18	DF-014-017-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz. Tlalpan 754, Iztaccíhuatl Benito Juárez, CDMX.	42.56	10.00	39.43	45.88	0:10:00
19	DF-003-030-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	División del Norte 2869, Coyoacán, 04040, CDMX.	36.06	7.46	33.33	38.94	0:10:00
20	DF-003-782-I	FARMACIAS SAN ISIDRO	Av. Canal de Miramontes 2083, Coyoacán, 04920, CDMX.	37.41	7.67	34.56	40.44	0:10:00
0	Origen	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					

Tabla 3.13. Ruta 5 diseñada con MapRuta. Elaboración: Propia.

La Ruta 5 se realizará en 07:46 horas, iniciando a las 6:00 horas y terminando a las 13:46 horas, el peso estimado para esta Ruta 5 fue de 164.172 kilogramos por lo cual no será necesario ir al CCyT a descargar el vehículo, observe la Figura 3.6 donde se muestra el recorrido que corresponde a la Ruta 5.

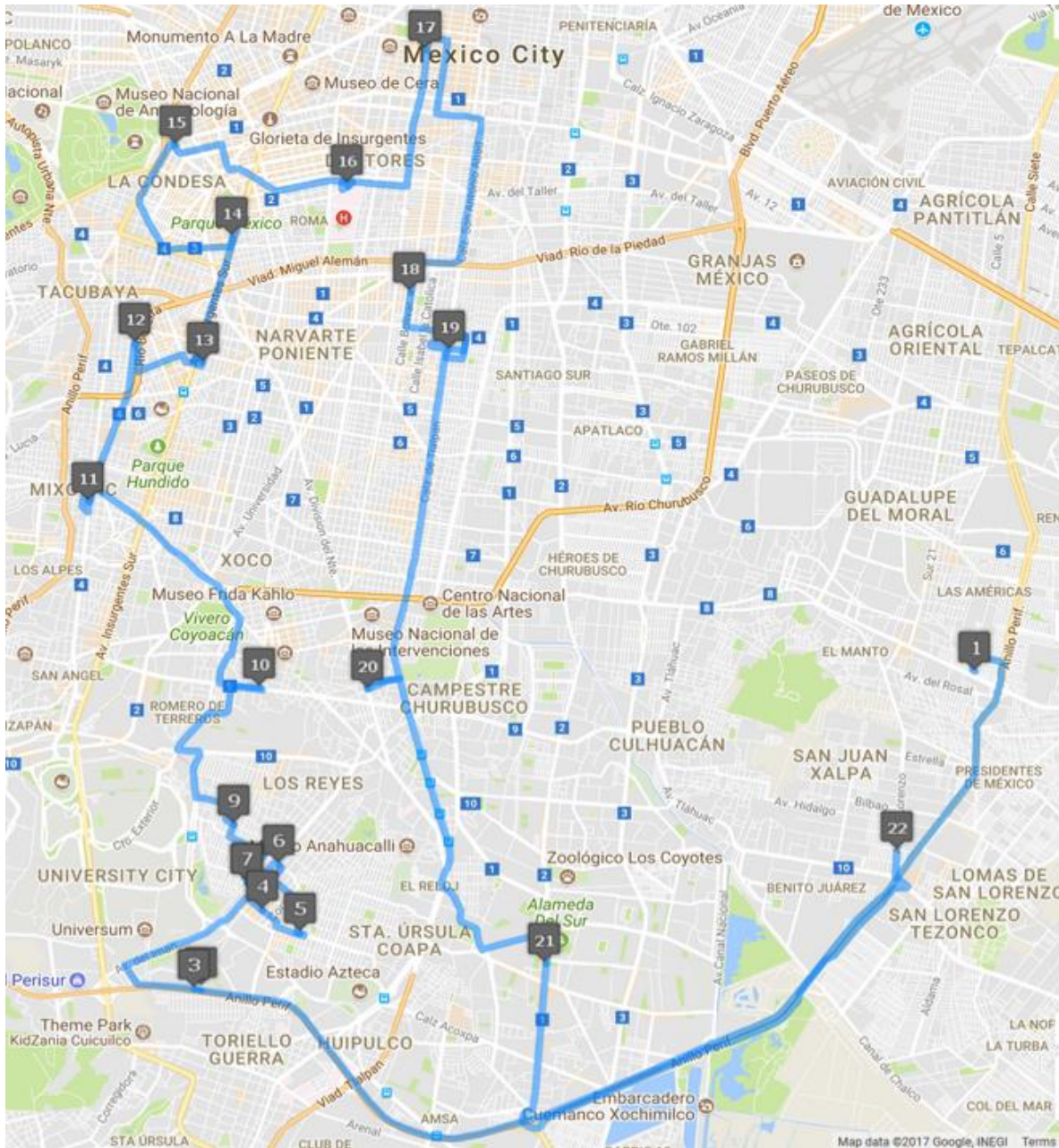


Figura 3.6. Ruta 5 propuesta con MapRuta. Elaboración: Propia.

Ahora, se enuncian los siguientes 20 Id's a considerarse para la Ruta 6, los intervalos de días a considerarse son: **40 a 47 días** hasta **54 hasta 62 días** la media fue de **58 días** Los Id están en la Tabla 3.14.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	DF-003-005-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Miguel Ángel de Quevedo 646, Coyoacán, CDMX.	43.73	9.42	40.45	47.21
2	DF-014-281-I	CANIFARMA	Av. Cuauhtémoc 1481, Benito Juárez, 03310, CDMX.	44.33	8.84	41.03	47.83
3	DF-014-050-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Revolución 065, Benito Juárez, CDMX.	45.14	7.93	41.69	48.80
4	DF-006-491-I	CENTRO CAÍS	Sur 65-A 3246, Col. Viaducto, Iztacalco, CDMX.	46.31	107.02	42.68	50.16
5	DF-014-776-I	FARMACIA PARIS	Av. Universidad 289, Narvarte Oriente, 03020, CDMX.	47.00	7.62	43.35	50.88
6	DF-015-002-I	FARMACIAS DE SIMILARES	República del Salvador 105 Loc. B, Cuauhtémoc, CDMX.	47.93	8.41	44.37	51.70
7	DF-003-257-I	MAS FARMACIAS	16 de Septiembre 10 G, San Francisco Culhuacán, 04430, CDMX.	48.00	9.92	44.44	51.77
8	DF-003-716-I	FARMACIAS GENERIX	Av. Miguel Ángel de Quevedo 560, Santa Catarina, 04010, CDMX.	49.50	5.02	44.74	54.62
9	DF-014-039-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Pitágoras No. 631 Col. Narvarte, Benito Juárez, 0300, CDMX.	49.14	5.81	45.54	52.96
10	DF-015-011-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Doctores, L - 3 Metro Hospital General, 09, Doctor Pasteur, CDMX.	50.38	6.24	46.60	54.40
11	DF-015-043-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Jalapa 223 Local A, Col. Roma Esq. Yucatán, CDMX.	50.50	5.94	46.85	54.36
12	DF-014-890-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Nacional Manzana 87, lote 14, Col. Tepalcates, Iztapalapa.	51.88	15.24	47.00	57.11
13	DF-003-152-I	MAS FARMACIAS	5 De Mayo, 22 bis, San Francisco Culhuacán, CDMX.	51.69	10.24	47.86	55.75
14	DF-003-028-I	FARMA PRONTO	Súchil 109-B, Coyoacán, El Rosario, 04380, CDMX.	52.18	7.49	48.00	56.63
15	DF-003-001-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Londres 77, Del Carmen, 04100, CDMX.	54.91	12.04	50.62	59.47
16	DF-014-692-I	COFEPRIS	Oklahoma 14, Benito Juárez, Nápoles, 03810, CDMX.	54.92	12.27	50.80	59.27
17	DF-003-080-I	FARMACIAS GI	Ajusco 163, 04300 Coyoacán, CDMX.	55.60	6.20	51.07	60.42
18	DF-003-153-I	MAS FARMACIAS	Cereales 335, Valle del Sur, 09810, CDMX.	56.00	7.58	51.85	60.40
19	DF-003-003-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz. de Tlalpan 2552, Coyoacán, CDMX.	56.42	7.94	52.25	60.83
20	DF-003-649-I	LABORATORIOS PRODUCTOS MEDIX	Calz. del Hueso 39, Ejido Viejo de Sta. Úrsula Coapa, 04650, CDMX.	57.92	10.41	53.69	62.39

Tabla 3.14. Ruta 6 Nodos considerados para la Ruta 6. Elaboración: Propia.

Las direcciones de los 20 nodos de la Tabla 3.14, fueron ingresadas a MapRuta indicando un punto de inicio y de fin del recorrido que fue el domicilio particular del supervisor, el resultado obtenido corresponde a la Ruta 6 se observa en la siguiente Tabla 3.15.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Tiempo de Recolección
0	Origen	Domicilio particular del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					
1	DF-014-890-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Calz. de Tlalpan 1108, Nativitas, 03500, CDMX.	51.88	15.24	47.00	57.11	0:10:00
2	DF-006-491-I	CENTRO CAÍS	Sur 65-A 3246, Col. Viaducto, Iztacalco, CDMX.	46.31	107.02	42.68	50.16	0:10:00
3	DF-015-002-I	FARMACIAS DE SIMILARES	República del Salvador 105, Cuauhtémoc, CDMX.	47.93	8.41	44.37	51.70	0:10:00
4	DF-015-011-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Doctores, L - 3 Metro Hospital General , 09 , Doctor Pasteur	50.38	6.24	46.60	54.40	0:10:00
5	DF-015-043-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Jalapa 223, Benito Juárez, 06700, CDMX.	50.50	5.94	46.85	54.36	0:10:00
6	DF-014-776-I	FARMACIA PARIS	Av. Universidad 289, Narvarte Oriente, 03020, CDMX.	47.00	7.62	43.35	50.88	0:10:00
7	DF-014-039-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Pitágoras 631 Benito Juárez, 0300, CDMX.	49.14	5.81	45.54	52.96	0:10:00
8	DF-014-692-I	COFEPRIS	Oklahoma 14, Benito Juárez, 03810, CDMX.	54.92	12.27	50.80	59.27	0:10:00
9	DF-014-694-I	COFEPRIS	Oklahoma 14, Benito Juárez, 03810, CDMX.	59.91	12.23	55.42	64.66	0:10:00
10	DF-014-695-I	COFEPRIS	Oklahoma 14, Benito Juárez, 03810, CDMX.	59.91	5.71	55.42	64.66	0:10:00
11	DF-014-050-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Revolución 1065, Benito Juárez, CDMX.	45.14	7.93	41.69	48.80	0:10:00
12	DF-014-281-I	CANIFARMA	Av. Cuauhtémoc 1481, Benito Juárez, 03310, CDMX.	44.33	8.84	41.03	47.83	0:10:00
13	DF-003-001-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Londres 77, Del Carmen Coyoacán, CDMX.	54.91	12.04	50.62	59.47	0:10:00
14	DF-003-716-I	FARMACIAS GENERIX	Av. Miguel A. de Quevedo 560, Sta. Catarina, 04010, CDMX.	49.50	5.02	44.74	54.62	0:10:00
15	DF-003-080-I	FARMACIAS GI	Totonacas 163 Ajusco 04300, CDMX.	55.60	6.20	51.07	60.42	0:10:00
16	DF-003-003-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz de Tlalpan 2552, Coyoacán, CDMX.	56.42	7.94	52.25	60.83	0:10:00
17	DF-003-153-I	MAS FARMACIAS	Calz. Taxqueña 1971B, Coyoacán, 04260, CDMX.	56.00	7.58	51.85	60.40	0:10:00
18	DF-003-152-I	MAS FARMACIAS	5 De Mayo 22 bis, Coyoacán, CDMX.	51.69	10.24	47.86	55.75	0:10:00
19	DF-003-028-I	FARMA PRONTO	Av. Carlota Armero 280, 04260, CDMX.	52.18	7.49	48.00	56.63	0:10:00
20	DF-003-257-I	MAS FARMACIAS	16 de Septiembre 10 G, Coyoacán, 04430, CDMX.	48.00	9.92	44.44	51.77	0:10:00
0	Origen	Domicilio del Supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					

Tabla 3.15. Ruta 6 diseñada con MapRuta. Elaboración: Propia.

La Ruta 6 tardará en realizarse 6:46 horas, iniciando a las 06:00 a.m. y concluyendo a las 12:46 horas, observe la siguiente Figura 3.7, donde se muestra la Ruta de recolección propuesta, que definió MapRuta. El peso estimado para la Ruta 6, fue de 269.698 kilogramos, por lo cual no será necesario ir al CCyT.

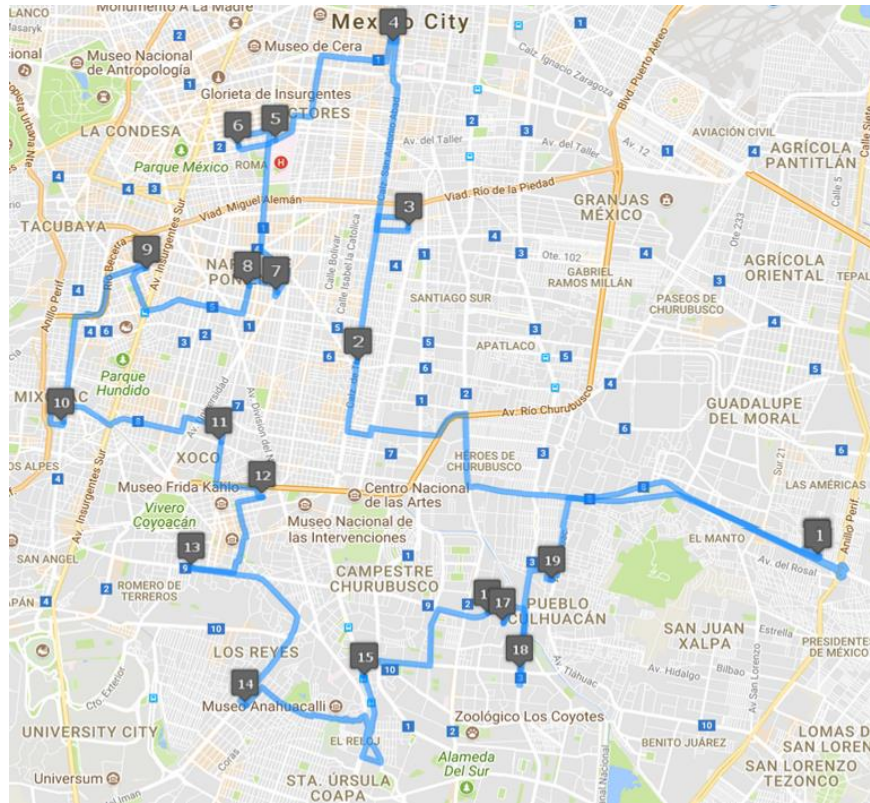


Figura 3.7. Ruta 6 propuesta con MapRuta. Elaboración: Propia.

Se enuncian los últimos 11 nodos a considerarse para diseñar la Ruta 7, los siguientes intervalos de días a considerar son: **54 a 62 días** hasta **95 a 111 días** el valor de la media corresponde a **103 días**. Los nodos se muestran en la siguiente Tabla 3.16.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.
1	DF-014-694-I	COFEPRIS	Calle Oklahoma 14, Benito Juárez, 03810, CDMX.	59.91	12.23	55.42	64.66
2	DF-014-695-I	COFEPRIS	Calle Oklahoma 14, Benito Juárez, 03810, CDMX.	59.91	5.71	55.42	64.66
3	DF-003-768-I	FARMACIA SAN MARCOS	Av. Pacífico 362, Coyoacán, 04330, CDMX.	66.71	5.13	60.80	73.05
4	DF-014-855-I	FARMACIA INDEPENDIENTE FARMACIAS	Américas Unidas, 03610, CDMX	72.50	5.70	65.85	79.64
5	DF-003-715-I	GENERIX FARMACIAS SAN PABLO	Av. Copilco 164, Coyoacán, Copilco el Bajo, 04360, CDMX.	76.67	5.57	67.08	87.24
6	DF-014-305-I	FARMACIAS SAN PABLO	Eje 3 Pte. 1696, Col. del Valle Sur, 03100, CDMX.	84.75	17.28	78.49	91.38
7	DF-003-654-I	SANOFI	Avenida Universidad 1738, Coyoacán, 04000, CDMX.	101.50	7.16	93.60	109.89
8	DF-003-654-II	SANOFI	Avenida Universidad 1738, Coyoacán, 04000, CDMX.	101.50	16.36	93.60	109.89
9	DF-003-654-III	SANOFI	Avenida Universidad 1738, Coyoacán, 04000, CDMX.	101.50	10.77	93.60	109.89
10	DF-003-654-IV	SANOFI	Avenida Universidad 1738, Coyoacán, 04000, CDMX.	101.50	8.18	93.60	109.89
11	DF-014-111-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Montecito 38, Nápoles, Benito Juárez, 03810, CDMX.	103.00	6.58	95.04	111.45

Tabla 3.16. Nodos considerados para la Ruta 7. Elaboración: Propia.

Las direcciones de los 11 Id's de la Tabla 3.16 se ingresaron a MapRuta, indicando un punto de inicio y de fin del recorrido que fue el domicilio particular del supervisor. El resultado obtenido y que corresponde a la Ruta 7 se observa en la siguiente Tabla 3.17.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Lim. Inf.	Lim. Sup.	Tiempo de Recolección
0	Origen	Domicilio particular del supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					
1	DF-003-649-I	LABORATORIO PRODUCTOS MEDIX	Calz. del Hueso 39, Ejido Viejo de Santa Úrsula Coapa, 04650 Ciudad de México, CDMX	57.92	10.41	53.69	62.39	0:10:00
2	DF-003-768-I	FARMACIA SAN MARCOS	Av. Pacífico 362, Los Reyes, Coyoacán, 04330 Ciudad de México, CDMX.	66.71	5.13	60.80	73.05	0:10:00
3	DF-003-715-I	FARMACIAS GENERIX	Eje 10 Sur (Copilco) 164, Coyoacán, Oxtpulco, Copilco el Bajo, 04360 Ciudad de México, CDMX.	76.67	5.57	67.08	87.24	0:10:00
4	DF-003-654-I	SANOFI	Av. Universidad 1738, Coyoacán, CDMX.	101.50	7.16	93.60	109.89	0:30:00
5	DF-003-654-II	SANOFI	Av. Universidad 1738, Coyoacán, CDMX.	101.50	16.36	93.60	109.89	0:10:00
6	DF-003-654-III	SANOFI	Av. Universidad 1738, Coyoacán, CDMX.	101.50	10.77	93.60	109.89	0:10:00
7	DF-003-654-IV	SANOFI	Av. Universidad 1738, Coyoacán, CDMX.	101.50	8.18	93.60	109.89	0:10:00
8	DF-014-111-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	World Trade Center México, Montecito 38, Nápoles, 03810, Benito Juárez, CDMX.	103.00	6.58	95.04	111.45	0:10:00
9	DF-014-305-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Insurgentes Sur 863, Nápoles, 03840, CDMX.	84.75	17.28	78.49	91.38	0:10:00
10	DF-014-855-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Cumbres de Maltrata, Américas Unidas, CDMX.	72.50	5.70	65.85	79.64	0:10:00
0	Origen	Domicilio particular del supervisor	Av. Antonio Ancona, Iztapalapa, CDMX.					

Tabla 3.17. Ruta 7 diseñada con MapRuta. Elaboración: Propia.

El peso estimado para la Ruta 7 fue de 93.143 kilogramos, por lo cual no será necesario ir al CCyT, el tiempo en realizarse la Ruta fue de 4:06 horas. La hora de inicio será a las 6:00 a. m. y la hora de término estimada será a las 10:06 horas. Observe la siguiente Figura 3.8 donde se muestra la ruta de recolección propuesta, que definió MapRuta.

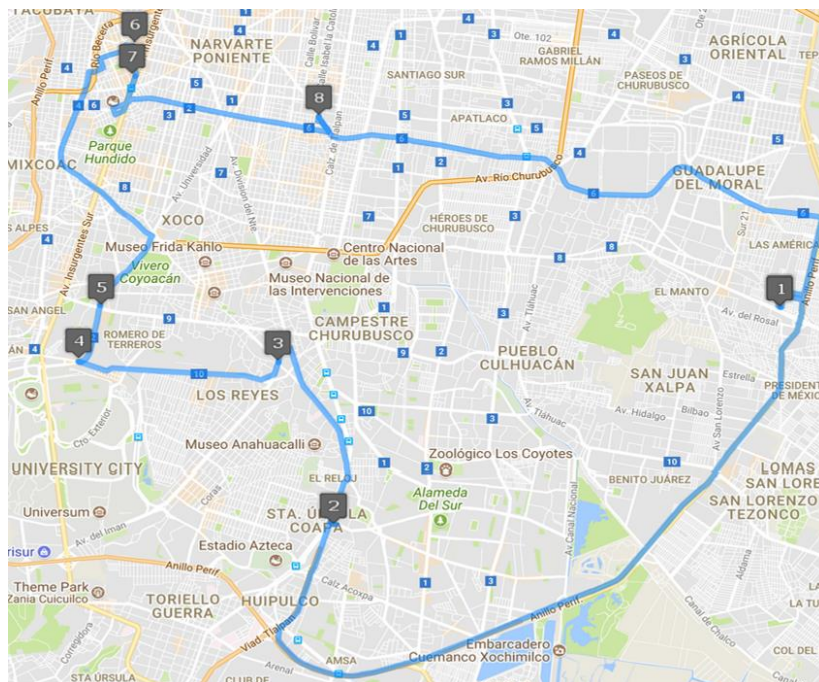


Figura 3.8. Ruta 7 propuesta con MapRuta. Elaboración: Propia.

Para un mejor entendimiento del diseño de las rutas antes mencionadas, en la siguiente Tabla 3.18 se muestra la información de manera breve.

Concepto	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3	Ruta 4	Ruta 5	Ruta 6	Ruta 7
ORU ⁰	Domicilio particular del supervisor de la Región 4 de SINGREM.						
DIRU ¹	17	20	25	33	42	58	103
HORU ²	06:00 hrs.	06:00 hrs.	06:00 hrs.	06:00 hrs.	06:00 hrs.	06:00 hrs.	06:00 hrs.
HOTERU ³	15:18 hrs.	15:08 hrs.	13:24 hrs.	12:47 hrs.	13:46 hrs.	12:46 hrs.	10:06 hrs.
DURU ⁴	09:18 hrs.	09:08 hrs.	07:24 hrs.	06:47 hrs.	07:46 hrs.	06:46 hrs.	4:06 hrs.
PEFIRU ⁵	220.69 kg.	181.82 kg.	169.09 kg.	157.86 kg.	164.17 kg.	269.69 kg.	93.14 kg.
PEACUFIRU ⁶	220.69 kg.	402.51 kg.	571.60 kg.	740.6 kg.	164.17 kg.	433.83 kg.	526.99 kg.
DEVE ⁷	No	No	No	Si	No	No	No
NUPARU ⁸	20	20	20	19	20	20	10
KIRERU ⁹	76 km.	81 km.	82 km.	70 km.	82 km.	70 km.	51 km.

Tabla 3.18. Resumen de Rutas propuestas. Elaboración: Propia.

⁰: ORU.- Origen de ruta

¹: DIRU.- El número de días inter ruta que deben transcurrir para ejecutar la ruta nuevamente.

²: HORU.- Hora de inicio de ruta

³: HOTERU.- Hora de termino de ruta

⁴: DURU.- Duración de ruta

⁵: PEFIRU.- El peso al final de ruta de los residuos farmacéuticos

⁶: PEACUFIRU.- El peso acumulado al final de ruta de los residuos farmacéuticos

⁷: DEVE.- Descarga del vehículo

⁸: NUPARU.- Número de paradas en ruta

⁹: KIRERU.- Kilómetros recorridos en ruta

Finalizamos este Capítulo 3, con la presentación de 7 Rutas de recolección de residuos farmacéuticos donde se realizaron recolecciones a diferentes establecimientos. El punto de Origen estas 7 Rutas fue el domicilio particular del supervisor y solo en una ocasión fue necesario realizar la descarga del vehículo al CCyT⁷, como se observa en la Tabla 3.18. Estas rutas se diseñaron con un proceso de análisis de datos reales proporcionados por SINGREM a través del diseño y la aplicación un Proceso de *Poisson* para el análisis de datos y se usó el SIG MapRuta para el rediseño de las rutas.

Estas rutas prevén que de realizarse en el número de días indicados y en la secuencia sugerida minimizarán el costo y el tiempo de recolección, comparado con lo que actualmente acontece en la Región 4. Las 7 rutas deberán ejecutarse nuevamente una vez transcurridos el número de días indicados en la Tabla 3.19, tabla que muestra que debe esperarse un lapso en días para nuevamente ejecutar esa ruta determinada asegurando una recolección exitosa y así no incurrir en tiempos y costos desperdiciados.

Para aplicar la propuesta de esta presente tesis en SINGREM, el conteo en días será únicamente en los contenedores considerados y en la secuencias antes mencionadas, se tomará como el día 0 el último día de la recolección de estos contenedores, a partir de ahí se hará el conteo en número días de la Tabla 3.19 para que se lleve a cabo la recolección la cual será totalmente exitosa de acuerdo a los propios lineamientos de SINGREM, es decir se espera que el contenedor tenga un 60 % de llenado de residuos farmacéuticos.

Ruta	Número de días
Ruta 1	17
Ruta 2	20
Ruta 3	25
Ruta 4	33
Ruta 5	42
Ruta 6	58
Ruta 7	103

Tabla 3.19. Resumen de Rutas propuestas. Elaboración: Propia.

También, se recomienda llevar a cabo revisiones anuales al código propuesto con la información debidamente actualizada para así generar y conocer nuevamente las tasas de generación de residuos farmacéuticos, el orden de visita de los puntos de recolección y así actualizar las rutas de recolección de residuos farmacéuticos de la región 4 de SINGREM, con lo cual será factible realizar un proceso de mejora en su proceso de recolección.

Ahora pasemos al último capítulo, donde hablaremos de las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros de esta investigación.

⁷ CCyT.- Centro de Clasificación y Transferencia

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

Ahora vamos a mostrar los resultados finales del presente trabajo de tesis.

I) Conclusiones

Del total de dinero gastado para la recolección, transporte y eliminación de desechos sólidos, aproximadamente del 50 al 70 por ciento se gasta en la fase de recolección (*Malakahmada et al.* 2014), este hecho es importante ya que un pequeño porcentaje de mejora en la operación de recolección puede producir un ahorro significativo en el costo total. La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para el diseño y la optimización de rutas de recolección han demostrado una mejora razonable en la longitud de las rutas y la minimización del tiempo de viaje, además de:

- Los resultados obtenidos de esta investigación son alentadores para ampliar el alcance a todo el país donde se encuentre SINGREM y así optimizar sus rutas de recolección de residuos de origen farmacéutico para reducir los costos asociados a ésta.
- Con el análisis de los datos **reales** proporcionados de SINGREM, se trabajaron con 129 puntos de recolección en diferentes establecimientos (como farmacias, clínicas, hospitales, centros de salud, tiendas de autoservicio y laboratorios etc.), y se proponen finalmente 7 rutas de recolección asegurando que el contenedor visitado sea descargado al alcanzar un mínimo del 60% de llenado.
- Se propone una heurística de dos fases para resolver el encarecimiento de las recolecciones en la Región 4 de SINGREM. Esta consiste en limpiar, analizar y agrupar los datos para después rediseñar rutas. En la primera fase se creó un código personalizado con el *Software RStudio* y un proceso de *Poisson*; para la segunda fase se utilizó el GIS – MapRuta para proponer las rutas de recolección de residuos farmacéuticos.
- Al ejecutar las 7 rutas como se sugiere en esta investigación, se espera que los costos operativos serán menores a los actuales de la Región 4 ya que estarán listos los puntos de recolección para recogerse ya que tendrán un 60% de llenado.
- Las recolecciones de residuos farmacéuticos de acuerdo a la operación de la Región 4 de SINGREM y a las condiciones de México son eventos que suceden rara vez por ello en esta investigación se utilizó un proceso de *Poisson* que es conocido como la ley de los sucesos raros que es un proceso estocástico de tiempo continuo que consiste en "contar" eventos raros que ocurren a lo largo del tiempo.
- De acuerdo con las características y contexto de la recolección se determinó que el Proceso de *Poisson* se ajusta perfectamente a la naturaleza de los datos ya que son sucesos raros.

- En las investigaciones de Reza M. *et al.* (2007) y Voudrias E. *et al.* (2012), donde utilizaron un modelo matemático lineal y exponencial para predecir la composición y generación de los desechos en hospitales descubrimos que al aplicar estos mismos modelos a los datos proporcionados por SINGREM no dio resultado dada su naturaleza, el modelo lineal y exponencial es usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente, las variables independientes y un término aleatorio.
- El uso de las técnicas antes mencionadas y detalladas en esta investigación servirán para mejorar las recolecciones en la Región 4 de SINGREM, recordemos que los softwares utilizados son gratuitos y fáciles de usar.
- Similar a las investigaciones de Kinobe J.R. *et al.* y Xue W. *et al.* (2015), la planificación y optimización de la recolección residuos con un SIG reduce el tiempo de viaje y su costo.
- Y descubrimos que las recolecciones extraordinarias que realiza el supervisor de la Región 4 a otras Regiones es lo que esta encarece su operación en recolección de residuos farmacéuticas.

II) Recomendaciones

- Afiliar a las farmacéuticas faltantes para aumentar el beneficio que recibe SINGREM por la recolección.
- Utilizar una estrategia para la ubicación de los contenedores y su cantidad, sin que la farmacia influya, porque la política actual hace ineficiente al sistema.
- Como los puntos de recolección se encuentran en hospitales y farmacias de servicios de 24 horas; se sugiere hacer recolecciones nocturnas a los puntos de recolección donde su horario lo permita.

II) Trabajos futuros

- Penalizar las recolecciones realizadas fuera de la Región de pertenencia.
- Contar con más de un Centro de Clasificación y Transferencias o bien tener puntos de transferencia.
- Definir nuevamente las coberturas de las Regiones, en especial, la zona Metropolitana.

- Cuando sea aplicado este algoritmo se recomienda “Penalizar” las recolecciones no maduras, aquellas donde el Supervisor no encuentra como mínimo el 60% de llenado en el contenedor (nodo).

Referencias

1. Applegate, D.L., Bixby, R.E., Chvátal, V. & Cook, W.J. (2003). *Implementing the Dantzig–Fulkerson–Johnson algorithm for large scale traveling salesman problems*. MathProgram Ser B Vol. 97, pp. 91–153.
2. Arancibia M. (2008). El uso de los sistemas de información geográfica -SIG- en la planificación estratégica de los recursos energéticos. Universidad Bolivariana, Santiago, Chile. Scielo.
3. Baray H. (2006). Introducción a la Metodología de la Investigación. Juan Carlos Martínez Coll.
4. Biggs N. L.; Lloyd E. Keith & Wilson Robin J. (1986). *Graph Theory 1736-1936*, Clarendon Press, Oxford, ISBN 978-0-19-853916-2.
5. Biológicas. (2009). Centro Nacional de Investigaciones Científicas Cuba. vol. 40, núm. 3, septiembre-diciembre pp. 173-179.
6. Bland, R.E., & D.E Shallcross (1989). *Large traveling salesman problem arising from experiments in X-ray crystallography: a preliminary report on computation*. Operations Research Letters, Vol. 8(3), pp. 125-128.
7. Blount E. (2002). Informe sobre el estado del convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes. Greenpeace, CC.OO. Recuperado de: <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/informe-sobre-el-estado-del-co.pdf>
8. Cruces, J. (1997). Etapas del discurso ambiental en el tema del desarrollo. Espacios (Revista en línea), 18 (1). Disponible: <http://www.revistaespacios.com/a97v18n01/10971801.html> (Consulta: 2017, Marzo 18).
9. Dantzig, G.B.; Fulkerson, D.R. & Johnson, S.M. (1954). *Solution of a large-scale traveling salesman problem*. Operations Research, Vol. 2, pp.393–410.
10. Fernández, A. (2014). EROSKI CONSUMER. Tirar medicamentos daña el medio ambiente. Recuperado de http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2014/11/17/220970.php.
11. Fernández, P., Díaz P. (2001). Estadística descriptiva de los datos. <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/10descriptiva/10descriptiva2.pdf>. (Consulta: 2017, Octubre 23).
12. **García I.**; Afonso H.; Bruno A.; De la Coba D.; Domínguez M.; Duque Y.; García F.; Noda M. y Plasencia I. (2016). Números, revista de didáctica de las matemáticas. Vol. 92. Sociedad canaria Isaac Newton de profesores de matemáticas.

13. Godínez L., Elizondo M. (2015). Issuu, Boletín El Software Volandero. Número 73.
14. Grötschel, M.; M. Jünger & G. Reinelt (1991). *Optimal Control of Plotting and Drilling Machines: A Case Study*. Mathematical Methods of Operations Research, Vol. 35, No. 1, (January, 1991), pp.61-84.
15. Gu B., Jiang S., Wang H., Wang H., Wang Z., Jia R., Yang J., He S., Cheng R. (2016). *Characterization, quantification and management of China's municipal solid waste in spatiotemporal distributions: A review*. Elsevier.
16. Hernández C., Fernández G. (1995). Manual para el tratamiento y disposición final de medicamentos y fármacos caducos. 1^{ra} edición. Instituto Nacional de Ecología Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).
17. Hignite C., Azarnoff D. (1977). *Drugs and drugs metabolites environmental contaminants: Chlorophenoxyisobutyrate and Salicylic acid in sewage water effluent*. Life Sci.1977:20:337-341.
18. Hoang L. (2014). *Optimizing municipal solid waste collection using chaotic particle swarm optimization in GIS bases environments: A case study at Danang city, Vietnam*. Elsevier.
19. Kaila J., Korhonen P. (2015). *Waste container weighing data processing to create reliable information of household waste generation*. Elsevier.
20. Kerlinger F. (1982). Investigación del Comportamiento. Editorial Interamericana. México.
21. Kinobe J.R., Bosona T., Gebresenbet G., Niwagaba C.B., Vinnerås B. (2015). *Optimization of waste collection and disposal in Kampala city*. Elsevier.
22. Komilis D., Fouki A., Papadopoulos D. (2012). *Hazardous medical waste generation rates of different categories of health-care facilities*. Elsevier.
23. Komilis D., Makroleivaditis N., Nikolakopoulou E. (2017). *Generation and composition of medical wastes from private medical microbiology laboratories*. Elsevier.
24. Kuczynski B., Geyer R., Zink T., Henderson A. (2014). *Material flow analysis of lubricating oil use in California*. Elsevier.
25. LGS. (2007). La Ley General de Salud. En su artículo 233. (DOF 18-12-2007).
26. LEGPGIR, (2015). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General.

- Secretaría de Servicios Parlamentarios. En los artículos 28, 29, 31 y 46. (DOF 22-05-2015).
27. LGEEPA. (1988). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. (DOF09-01-2015).
 28. INEGI (2014). Méndez E., Cantillo P. El costo ambiental representa 5.3% del PIB. Excelsior (Periódico en línea), 18 (1). Disponible: <http://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/12/01/1060610#view-1> (Consulta: 2016, Febrero 11).
 29. Machicado J. (2017). Declaración de Estocolmo 1972. Apuntes jurídicos en la web. Disponible: [https://jorgemachicado.blogspot.mx/2009/04/que-es-la-declaracion-de-estocolmo-de.html#/.](https://jorgemachicado.blogspot.mx/2009/04/que-es-la-declaracion-de-estocolmo-de.html#/) (Consulta: 2017, Marzo 18).
 30. Malakahmada A., Bakri P., Radin M. Mokhtara, Khalil N. (2014). *Solid waste collection routes optimization via GIS techniques in Ipoh city, Malaysia*. Elsevier.
 31. Montague P. (2006). *Drugs in the Water*. Rachel's Env. Health Wee-kly. 2006:614:15-22. Boxall A and Breton R. Pharmaceuticals and personal care products in the environment: Regulatory drivers and search needs. QSAR Combinat Sci. 2003:22:212-221.
 32. Neyman J., Pearson E. *On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses*. Philosophical Trans of the Royal Society of London A 1933; 231: 289-337.
 33. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Norma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006. Páginas 40.
 34. PROFEPA. (2014). Procuraduría Federal de Protección al medio Ambiente. Control de Residuos Peligrosos. Recuperado de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1370/1/mx/control_de_residuos_peligrosos.htmlhttp://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1370/1/mx/control_de_residuos_peligrosos.html.
 35. Ramos C. (2005). Residuos de medicamentos en las aguas residuales de la industria farmacéutica y de los hospitales. Revista CENIC 2005:36 (número especial).
 36. Raloff J. (1998). Drugged Waters. SCI News, pag. 153:187-189.
 37. Ratliff, H.D. & A.S. Rosenthal (1983). *Order-Picking in a Rectangular Warehouse: A Solvable Case for the Travelling Salesman Problem*. Operations Research, Vol. 31, pp. 507-521.

38. Reza M., Mohamedifard A., Kamalan H. (2007). *A mathematical model to predict the composition and generation of hospital wastes in Iran*. Elsevier.
39. Rivero D., Dióscoro M. (2013). Probabilidad y estadística. Aplicaciones a la Ingeniería. Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre.
40. Rosner B. (2000). *Fundamentals of biostatistics*. 5th ed. Belmont, CA: Dubxury Press.
41. Sahai H. and Khurshid A. (1993). “*Confidence intervals for the mean of a poisson distribution: A review*”. 35, 857 – 867. Biometrical Journal.
42. Salinas, H. (2012). Universidad de Atacama. Recuperado de <http://www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2010/eyp2/clase1.pdf>
43. SEMARNAT. (2007). Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo. México: Autor.
44. Sevigné-Itoiz E., Gasol C., Rieradevall J., Gabarrell X. (2014). *Methodology of supporting decision-making of waste management with material flow analysis (MFA) and consequential life cycle assessment (CLCA): Case study of waste paper recycling*. Elsevier.
45. Tilló, T. (2014). Los medicamentos y su influencia en el medio ambiente. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática. Universidad de Barcelona. España.
46. Toth P., Vigo D. (2000). *The vehicle routing problem*. Universidad de Bologna. Italia.
47. Voudrias E, Goudakou L, Kermenidou M, Softa A. (2012). *Composition and production rate of pharmaceutical and chemical waste from Xanthi General Hospital in Greece*. Elsevier.
48. Wang F., Huisman J., Stevels A. (2013). *Enhancing e-waste estimates: Improving data quality by multivariate Input–Output Analysis*. Elsevier.
49. Xue W., Cao K., Li W. (2015). *Municipal solid waste collection optimization in Singapore*. Elsevier.
50. Zabala G., Ildebrando, & García, Margarita. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. Revista de Investigación, 32(63), 201-218. Recuperado en 12 de marzo de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142008000100011&lng=es&tlng=es.

51. Zeren A., Kocasoy G. (2007). *Improvement and modification of the routing system for the health-care waste collection and transportation in İstanbul*. Elsevier.
52. Zuccato E., Castiglioni S., Fanelli R. (2005). *Identification of the pharmaceuticals for human use contaminating the Italian aquatic environment*. J. Hazard Mat. 2005;122:205-209.

Anexo 1. Resultados del código desarrollado - Proceso de *Poisson* con el *software RStudio*

#	Id	Media	Peso	Tamaño	Límite Inferior	Límite Superior
1	DF-003-192-I	11.72131	12.889836	61	10.87779	12.61288
2	DF-003-171-I	14.80769	12.669231	26	13.36533	16.36329
3	DF-003-141-I	14.91304	10.530435	46	13.8178	16.07201
4	DF-014-142-I	15.21739	9.179783	46	14.11082	16.38768
5	DF-003-189-I	15.82222	10.388889	45	14.68123	17.02835
6	DF-014-258-I	15.90909	16.291364	44	14.75222	17.13258
7	DF-014-260-I	15.97727	9.115455	44	14.81788	17.20328
8	DF-014-131-I	16.04651	9.544651	43	14.87139	17.28981
9	DF-003-171-II	16.72222	19.857778	18	14.88626	18.72209
10	DF-014-018-I	16.06667	12.783556	45	14.91673	17.28173
11	DF-014-382-I	16.37209	7.000465	43	15.18488	17.62747
12	DF-003-130-I	16.48837	7.071163	43	15.29687	17.74803
13	DF-003-238-I	16.64286	9.6	42	15.43178	17.92372
14	DF-003-197-I	16.76316	11.845789	38	15.48649	18.11701
15	DF-014-061-I	16.71429	13.164762	42	15.50057	17.99779
16	DF-014-180-I	16.7619	7.939524	42	15.54642	18.04717
17	DF-014-184-I	16.83333	7.627143	42	15.61522	18.12123
18	DF-014-490-I	17.12195	8.456585	41	15.87863	18.43676
19	DF-003-190-I	17.475	13.3835	40	16.20337	18.81991
20	DF-014-008-I	17.475	10.036	40	16.20337	18.81991
21	DF-003-235-I	17.61538	9.235897	39	16.32261	18.98333
22	DF-014-182-I	17.675	6.921	40	16.39598	19.0273
23	DF-014-185-I	17.775	8.90175	40	16.4923	19.13097
24	DF-003-383-I	17.8	8.331	40	16.51638	19.15689
25	DF-014-020-I	18.12821	6.777949	39	16.81639	19.51518
26	DF-014-137-I	18.18919	5.879459	37	16.84075	19.61687
27	DF-014-181-I	18.5	8.302632	38	17.15755	19.91959
28	DF-003-140-I	18.68421	7.912105	38	17.33496	20.11059
29	DF-003-195-I	18.89189	8.431892	37	17.51716	20.34585
30	DF-014-062-I	19.05556	9.46222	36	17.65608	20.53646
31	DF-003-232-I	19.2	11.615429	35	17.77559	20.70818
32	DF-003-191-I	19.21622	9.584324	37	17.82951	20.68213
33	DF-014-183-II	19.35294	13.389118	34	17.90229	20.88984
34	DF-003-786-I	19.42424	7.729697	33	17.94944	20.98792
35	DF-014-055-I	19.55556	8.940556	36	18.13749	21.05503
36	DF-014-188-I	19.62857	8.396571	35	18.18805	21.15285
37	DF-003-843-I	19.92593	10.373	27	18.27753	21.68307
38	DF-014-183-I	19.77778	11.9	36	18.35153	21.28544
39	DF-015-024-I	19.91667	8.237778	36	18.48533	21.42941
40	DF-014-060-I	19.97059	9.471765	34	18.49652	21.53088

41	DF-003-384-I	20.20588	8.391176	34	18.72299	21.775
42	DF-014-045-I	20.31429	7.58	35	18.84834	21.86397
43	DF-014-026-I	20.57576	7.995758	33	19.05702	22.18334
44	DF-014-054-I	20.79412	8.427647	34	19.28939	22.38505
45	DF-003-193-I	20.81818	7.84303	33	19.29035	22.43484
46	DF-014-040-I	21.375	9.189375	32	19.80293	23.03868
47	DF-003-116-I	21.72727	7.470909	22	19.8229	23.76523
48	DF-014-053-I	21.5	6.974375	32	19.92326	23.16835
49	DF-003-233-I	22	7.687742	31	20.37964	23.71493
50	DF-003-139-I	22.26667	9.382667	30	20.6099	24.02116
51	DF-015-036-I	22.44828	8.132414	29	20.75675	24.24092
52	DF-014-059-I	22.54839	7.767742	31	20.90758	24.28375
53	DF-003-597-I	22.93548	11.813548	31	21.28038	24.68513
54	DF-014-852-I	23.36364	8.137273	22	21.38723	25.47355
55	DF-014-058-I	23.43333	9.056	30	21.73289	25.23148
56	DF-014-229-I	23.73333	9.195	30	22.02184	25.54252
57	DF-014-014-I	24.10345	9.708276	29	22.34948	25.95849
58	DF-014-063-I	24.57143	7.654286	28	22.76944	26.47812
59	DF-015-033-I	24.57143	8.69	28	22.76944	26.47812
60	DF-014-836-I	25.1	9.547	20	22.95205	27.39484
61	DF-015-023-I	26.2	4.2712	25	24.2317	28.2856
62	DF-014-303-I	26.18519	8.072593	27	24.29034	28.18859
63	DF-014-027-I	26.26923	8.570769	26	24.33582	28.31539
64	DF-015-034-I	26.34615	7.811538	26	24.40986	28.3952
65	DF-014-301-I	26.65385	7.596923	26	24.70607	28.71437
66	DF-003-230-I	27.32	7.3888	25	25.30926	29.44801
67	DF-003-234-I	27.48	6.9448	25	25.46326	29.61399
68	DF-015-015-I	27.96	7.656	25	25.92539	30.11185
69	DF-003-583-I	28.04167	8.7133	24	25.96283	30.24267
70	DF-003-006-I	28.58333	6.689167	24	26.48413	30.80469
71	DF-003-596-I	28.58333	14.215	24	26.48413	30.80469
72	DF-003-231-I	29.21739	6.983478	23	27.04981	31.51245
73	DF-003-237-I	29.58333	7.685	24	27.44703	31.84176
74	DF-003-190-II	30.69231	11.350769	13	27.75426	33.85674
75	DF-003-598-I	30.04545	10.058182	22	27.79833	32.42586
76	DF-015-012-I	30.3913	6.99913	23	28.17978	32.73028
77	DF-003-595-I	31.18182	11.702727	22	28.89177	33.60511
78	DF-014-835-I	32.77778	8.21	9	29.14372	36.73971
79	DF-015-029-I	31.77273	8.751818	22	29.46067	34.21802
80	DF-003-196-I	32.27273	6.534545	22	29.94221	34.73647
81	DF-003-844-I	34.0625	11.005	16	31.26241	37.04609
82	DF-003-599-I	33.85714	9.347619	21	31.4139	36.43995
83	DF-015-013-I	34.28571	5.622857	21	31.82677	36.88422

84	DF-015-010-I	34.6	5.831	20	32.06975	37.27682
85	DF-003-846-I	35.33333	9.304	15	32.38885	38.47359
86	DF-003-076-I	35.55	6.139	20	32.98459	38.26195
87	DF-003-030-I	36.05556	7.457778	18	33.3346	38.93943
88	DF-003-600-I	36.55556	9.276667	18	33.81543	39.45859
89	DF-015-031-I	36.78947	7.802105	19	34.11236	39.62086
90	DF-003-782-I	37.41176	7.674118	17	34.56032	40.43573
91	DF-015-009-I	37.72222	7.318889	18	34.93787	40.66945
92	DF-014-038-I	38.83333	6.2711	18	36.00749	41.82202
93	DF-014-048-I	39.17647	5.870588	17	36.25723	42.26818
94	DF-003-783-I	39.71429	13.341429	14	36.48136	43.1569
95	DF-014-636-I	40.11765	6.892941	17	37.16288	43.24486
96	DF-003-845-I	40.76923	9.507692	13	37.37175	44.39261
97	DF-014-622-I	41.9375	9.5625	16	38.82396	45.23428
98	DF-014-017-I	42.5625	9.995	16	39.4254	45.88282
99	DF-003-005-I	43.73333	9.417333	15	40.45028	47.21188
100	DF-014-281-I	44.33333	8.842667	15	41.0274	47.83474
101	DF-014-050-I	45.14286	7.928571	14	41.69151	48.80371
102	DF-006-491-I	46.30769	107.02	13	42.68192	50.15916
103	DF-014-776-I	47	7.616923	13	43.34668	50.87899
104	DF-015-002-I	47.92857	8.412857	14	44.37025	51.69632
105	DF-003-257-I	48	9.917143	14	44.43897	51.77045
106	DF-003-716-I	49.5	5.0175	8	44.7441	54.6238
107	DF-014-039-I	49.14286	5.811429	14	45.53887	52.95623
108	DF-015-011-I	50.38462	6.235385	13	46.59942	54.39538
109	DF-015-043-I	50.5	5.94	14	46.84565	54.3637
110	DF-014-890-I	51.875	15.2425	8	47.00349	57.11427
111	DF-003-152-I	51.69231	10.241538	13	47.85735	55.75279
112	DF-003-028-I	52.18182	7.494545	11	47.99971	56.63074
113	DF-003-001-I	54.90909	12.041818	11	50.61683	59.46807
114	DF-014-692-I	54.91667	12.271667	12	50.80329	59.2744
115	DF-003-080-I	55.6	6.204	10	51.07391	60.41966
116	DF-003-153-I	56	7.58	12	51.84547	60.39886
117	DF-003-003-I	56.41667	7.941667	12	52.24641	60.83124
118	DF-003-649-I	57.91667	10.406667	12	53.69028	62.38733
119	DF-014-694-I	59.90909	12.227273	11	55.42177	64.66298
120	DF-014-695-I	59.90909	5.710909	11	55.42177	64.66298
121	DF-003-768-I	66.71429	5.125714	7	60.79997	73.04851
122	DF-014-855-I	72.5	5.7	6	65.84616	79.644
123	DF-003-715-I	76.66667	5.573	3	67.07795	87.24148
124	DF-014-305-I	84.75	17.28	8	78.48991	91.37656
125	DF-003-654-I	101.5	7.16	6	93.59769	109.89127
126	DF-003-654-II	101.5	16.36	6	93.59769	109.89127

127	DF-003-654-III	101.5	10.77	6	93.59769	109.89127
128	DF-003-654-IV	101.5	8.18	6	93.59769	109.89127
129	DF-014-111-I	103	6.576667	6	95.03834	111.45058

Anexo 2. Localizaciones de Contenedores ordenados considerados.

#	Id	Establecimiento	Dirección	Media	Peso	Tamaño	Límite Inferior	Límite Superior
1	DF-003-192-I	SUPERAMA	Cerro del Cubilete 229, Campestre Churubusco, 04200, CDMX.	11.72131	12.889836	61	10.87779	12.61288
2	DF-003-171-I	WAL-MART	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, Oxtopulco, 04318, CDMX.	14.80769	12.669231	26	13.36533	16.36329
3	DF-003-141-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. División del Nte. 2817, Parque San Andrés, 04040, CDMX.	14.91304	10.530435	46	13.81780	16.07201
4	DF-014-142-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Patriotismo 480, San Pedro de los Pinos, 03800, CDMX.	15.21739	9.179783	46	14.11082	16.38768
5	DF-003-189-I	WAL-MART	Plaza COPILCO, Av. Copilco 164, Coyoacán, 04318, CDMX.	15.82222	10.388889	45	14.68123	17.02835
6	DF-014-258-I	MAS FARMACIAS	Juana de Arco 8, LOCAL 3.-4, Moderna, 03510 Benito Juárez, CDMX	15.90909	16.291364	44	14.75222	17.13258
7	DF-014-260-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Dr. José María Vertiz 1148, Independencia, 03630, CDMX.	15.97727	9.115455	44	14.81788	17.20328
8	DF-014-131-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Revolución 1057, Mixcoac, Benito Juárez, Mixcoac, 03910, CDMX	16.04651	9.544651	43	14.87139	17.28981
9	DF-003-171-II	WAL-MART	Av. Miguel Ángel de Quevedo 175, Chimalistac, 01070, CDMX.	16.72222	19.857778	18	14.88626	18.72209
10	DF-014-018-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Independencia, 44, Benito Juárez, CDMX.	16.06667	12.783556	45	14.91673	17.28173
11	DF-014-382-I	FARMACIAS SAN PABLO	Eje 5 Sur - Eugenia 714, Col del Valle Centro, 03100 Benito Juárez, CDMX	16.37209	7.000465	43	15.18488	17.62747
12	DF-003-130-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Universidad 1858, Copilco Universidad, 04360 CDMX.	16.48837	7.071163	43	15.29687	17.74803
13	DF-003-238-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Santa Ana 270, Ex-Ejido de San Francisco Culhuacán, 04420, CDMX.	16.64286	9.6	42	15.43178	17.92372
14	DF-003-197-I	SUPERAMA	Av. División del Nte. 3651, Pedregal	16.76316	11.845789	38	15.48649	18.11701

15	DF-014-061-I	FARMACIAS DEL AHORRO	de Sta. Úrsula, 04600, CDMX. Calle Dr. José Ma. Vertiz 1295, Benito Juárez, Letrán Valle, 03650, CDMX.	16.71429	13.164762	42	15.50057	17.99779
16	DF-014-180-I	WAL-MART	San Francisco 1621, Del Valle, Col del Valle Sur, 03100 CDMX,	16.7619	7.939524	42	15.54642	18.04717
17	DF-014-184-I	SUPERAMA	Calle Georgia No. 53, Benito Juárez, Nápoles, 03810, CDMX.	16.83333	7.627143	42	15.61522	18.12123
18	DF-014-490-I	SUPERAMA	Real Mayorazgo 130, Benito Juárez, Colonia Xoco, 03330, CDMX.	17.12195	8.456585	41	15.87863	18.43676
19	DF-003-190-I	WAL-MART	Av. H. Escuela Naval Militar No.753, Coyoacán, Cipreses	17.475	13.3835	40	16.20337	18.81991
20	DF-014-008-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calle Antillas 318, Portales Nte, 03300, CDMX.	17.475	10.036	40	16.20337	18.81991
21	DF-003-235-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Miguel Ángel de Quevedo 427, Romero de Terreros, Santa Catarina, 04310, CDMX.	17.61538	9.235897	39	16.32261	18.98333
22	DF-014-182-I	SUPERAMA	Superama, Dakota, Nápoles, 03810, CDMX.	17.675	6.921	40	16.39598	19.02730
23	DF-014-185-I	SUPERAMA	Superama, Av. Revolución No. 1151, Col. Mixcoac, 03910 Benito Juárez	17.775	8.90175	40	16.49230	19.13097
24	DF-003-383-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Rey Tepalcatzin 16, Ajusco, 04300, CDMX.	17.8	8.331	40	16.51638	19.15689
25	DF-014-020-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Pedro Romero de Terreros 615, Benito Juárez, Del Valle, 03100, CDMX.	18.12821	6.777949	39	16.81639	19.51518
26	DF-014-137-I	FARMACIAS SAN PABLO	Av. Cuauhtémoc 863, Narvarte Poniente, 03020, CDMX.	18.18919	5.879459	37	16.84075	19.61687
27	DF-014-181-I	WAL-MART	Av. Copilco 164, Copilco 300, Coyoacán, 04318, CDMX	18.5	8.302632	38	17.15755	19.91959
28	DF-003-140-I	FARMACIAS SAN PABLO	Boulevard. Gran sur 5550, Pedregal de Carrasco, 04700, CDMX.	18.68421	7.912105	38	17.33496	20.11059
29	DF-003-195-I	SUPERAMA	Rancho San Lorenzo 6, Coyoacán, Girasoles, 04920, CDMX.	18.89189	8.431892	37	17.51716	20.34585
30	DF-014-062-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calz. de Tlalpan 449, Álamos, 03400 Benito Juárez, CDMX	19.05556	9.46222	36	17.65608	20.53646
31	DF-003-232-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Norte 2591 en Coyoacán	19.2	11.615429	35	17.77559	20.70818

32	DF-003-191-I	WAL-MART	Av. Centro Comercial 190, Jardines del Pedregal, 04530 Ciudad de México	19.21622	9.584324	37	17.82951	20.68213
33	DF-014-183-II	SUPERAMA	Romero de Terreros 1461, Benito Juárez, Narvarte	19.35294	13.389118	34	17.90229	20.88984
34	DF-003-786-I	FARMACIAS SAN ISIDRO	Farmacia San Isidro, División del norte 2911 Calle Gabriel Mancera 8, Col del Valle Nte, 03100	19.42424	7.729697	33	17.94944	20.98792
35	DF-014-055-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Del Valle Nte, CDMX Ajusco 126, Portales Nte, 03300 Ciudad de México	19.55556	8.940556	36	18.13749	21.05503
36	DF-014-188-I	SUPERAMA	Calle Coras, MZ 35 No 41, Colonia Ajusco, Delegación Coyoacán.	19.62857	8.396571	35	18.18805	21.15285
37	DF-003-843-I	PUBLITIENDAS	Romero de Terreros 1461, Benito Juárez, Narvarte	19.92593	10.373	27	18.27753	21.68307
38	DF-014-183-I	SUPERAMA	Calzada Chabacano 65, Cuauhtémoc, Paulino Navarro, 06870, CDMX.	19.77778	11.9	36	18.35153	21.28544
39	DF-015-024-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Universidad 233, Vertiz Narvarte, Narvarte Poniente, 03020 Benito Juárez, CDMX.	19.91667	8.237778	36	18.48533	21.42941
40	DF-014-060-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Farmacias del Ahorro. Av. División del Nte. 3260, Cd Jardín, 04370, CDMX.	19.97059	9.471765	34	18.49652	21.53088
41	DF-003-384-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Farmacias Similares. Calle Juan Sánchez Azcona 510, Narvarte Poniente, 03020, CDMX.	20.20588	8.391176	34	18.72299	21.77500
42	DF-014-045-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Farmacias Especializadas. Calle Querétaro 137, Roma Nte., 06700, CDMX.	20.31429	7.58	35	18.84834	21.86397
43	DF-014-026-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Farmacias Del Ahorro. Félix Cuevas 520, Col del Valle Centro, 03200 CDMX.	20.57576	7.995758	33	19.05702	22.18334
44	DF-014-054-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Superama. Av. Miguel Ángel de Quevedo 870, Coyoacán, La Concepción	20.79412	8.427647	34	19.28939	22.38505
45	DF-003-193-I	SUPERAMA	Almería 21, Miguel Alemán, Ciudad de México, CDMX	20.81818	7.84303	33	19.29035	22.43484
46	DF-014-040-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Av. División del Norte, 2863, Coyoacán, CDMX	21.375	9.189375	32	19.80293	23.03868
47	DF-003-116-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Farmacias del Ahorro, Av.	21.72727	7.470909	22	19.82290	23.76523
48	DF-014-053-I	FARMACIAS DEL AHORRO		21.5	6.974375	32	19.92326	23.16835

49	DF-003-233-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Cuauhtémoc, 919 B, Narvarte Poniente, 03020 Benito Juárez, CDMX Calz. de Tlalpan 1770, Américas Unidas, 04210, CDMX	22.00000	7.687742	31	20.37964	23.71493
50	DF-003-139-I	FARMACIAS SAN PABLO	Calz Taxqueña 1493, Petrolera Taxqueña, 04410, CDMX	22.26667	9.382667	30	20.60990	24.02116
51	DF-015-036-I	FARMACIAS EL FENIX DEL CENTRO	Av. Francisco I. Madero 39, Centro Histórico, 06000, CDMX.	22.44828	8.132414	29	20.75675	24.24092
52	DF-014-059-I	FARMACIAS DEL AHORRO	División del Norte 1746, Portales Norte, 03303 Benito Juárez, CDMX	22.54839	7.767742	31	20.90758	24.28375
53	DF-003-597-I	HOSPITAL. DR. GUSTAVO A. ROVIROSA PEREZ	San Gabriel 517, Pedregal de Sta. Úrsula, 04850, CDMX	22.93548	11.813548	31	21.28038	24.68513
54	DF-014-852-I	PUBLITIENDAS	Galicia 128, Colonia Álamos, Delegación Benito Juárez	23.36364	8.137273	22	21.38723	25.47355
55	DF-014-058-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. División del Nte. 1312, Gral. Anaya, 03600 Benito Juárez, CDMX	23.43333	9.056	30	21.73289	25.23148
56	DF-014-229-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calle Dr. José Ma. Vertiz 1295, Benito Juárez, Letrán Valle, 03650, CDMX	23.73333	9.195	30	22.02184	25.54252
57	DF-014-014-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz. de Tlalpan 1530, Portales Nte, 03300, CDMX	24.10345	9.708276	29	22.34948	25.95849
58	DF-014-063-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Xola 1001, Narvarte Poniente, 03020, CDMX	24.57143	7.654286	28	22.76944	26.47812
59	DF-015-033-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Calle de Durango 296, Roma Nte., 06700, CDMX	24.57143	8.69	28	22.76944	26.47812
60	DF-014-836-I	PUBLITIENDAS	Calle Dr. Márquez 79, Doctores, 06720, CDMX	25.10000	9.547	20	22.95205	27.39484
61	DF-015-023-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calle 5 de febrero, 17, Cuauhtémoc, CDMX	26.20000	4.2712	25	24.23170	28.28560
62	DF-014-303-I	FARMACIAS BENAVIDES	Félix Cuevas 120, Benito Juárez, Tlacoquemecatl del Valle, 03200, CDMX	26.18519	8.072593	27	24.29034	28.18859
63	DF-014-027-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Cumbres de Maltrata, Américas Unidas, 03610, CDMX	26.26923	8.570769	26	24.33582	28.31539
64	DF-015-034-I	FARMACIAS EL FENIX DEL CENTRO	Av. 5 de Mayo, Centro, 06000, CDMX	26.34615	7.811538	26	24.40986	28.39520
65	DF-014-301-I	FARMACIAS BENAVIDES	Pabellón del Valle, Av. Universidad 740, Sta. Cruz Atoyac, 03310, CDMX	26.65385	7.596923	26	24.70607	28.71437

66	DF-003-230-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calzada Taxqueña 1560, Coyoacán, Campestre Churubusco	27.32000	7.3888	25	25.30926	29.44801
67	DF-003-234-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Calle Madrid 135, Del Carmen, 04110, CDMX	27.48000	6.9448	25	25.46326	29.61399
68	DF-015-015-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calle Dr. Balmis 8, Cuauhtémoc, Obrera, 06720, CDMX	27.96000	7.656	25	25.92539	30.11185
69	DF-003-583-I	CENTRO DE SALUD. DR. MARGARITA CHORNE Y SALAZAR	Av. División del Norte 2986, Coyoacán, Atlántida, 04370, CDMX	28.04167	8.7133	24	25.96283	30.24267
70	DF-003-006-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Universidad 1953, Coyoacán, Ciudad de México. Soledad Solórzano	28.58333	6.689167	24	26.48413	30.80469
71	DF-003-596-I	CENTRO DE SALUD. CARMEN SERDAN	s/n, Coyoacán, Carmen Serdán, 04480, CDMX	28.58333	14.215	24	26.48413	30.80469
72	DF-003-231-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Av. Copilco 31, Universidad, 04360, CDMX	29.21739	6.983478	23	27.04981	31.51245
73	DF-003-237-I	FARMACIAS DEL AHORRO	Anillo Periférico Sur 5120 Villa Panamericana	29.58333	7.685	24	27.44703	31.84176
74	DF-003-190-II	WAL-MART	Av. H. Escuela Naval Militar No.753, Coyoacán, Cipreses	30.69231	11.350769	13	27.75426	33.85674
75	DF-003-598-I	CENTRO DE SALUD. NAYARITAS	Esquina Huitzilopochtli, Nayaritas, Ajusco, 04300, CDMX	30.04545	10.058182	22	27.79833	32.42586
76	DF-015-012-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Eje Central Lázaro Cárdenas 14, Obrera, 06800, CDMX	30.39130	6.99913	23	28.17978	32.73028
77	DF-003-595-I	CENTRO DE SALUD. SAN FRANCISCO CULHUACAN	De La Virgen S/N, Coyoacán, Presidentes Ejidales 1ra Secc, 04470, CDMX	31.18182	11.702727	22	28.89177	33.60511
78	DF-014-835-I	PUBLITIENDAS	Xola 215, Colonia del Valle, Delegación Benito Juárez	32.77778	8.21	9	29.14372	36.73971
79	DF-015-029-I	FARMA PRONTO	José Antonio Torres 505 B, Col. Vista Alegre, Cuauhtémoc, CDMX	31.77273	8.751818	22	29.46067	34.21802
80	DF-003-196-I	SUPERAMA	Centro Comercial Patio Pedregal, Blvd Adolfo Ruiz Cortines 5270, Coyoacán, Pedregal de Carrasco, 4700, CDMX	32.27273	6.534545	22	29.94221	34.73647
81	DF-003-844-I	PUBLITIENDAS	Calle Nezahualpilli MZ 31, Colonia Ajusco, Delegación Coyoacán.	34.06250	11.005	16	31.26241	37.04609
82	DF-003-599-I	CENTRO DE SALUD. AJUSCO	Rey Tepalcatzin S/N, Ajusco, 04300, CDMX	33.85714	9.347619	21	31.41390	36.43995

83	DF-015-013-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Eje Central Lázaro Cárdenas 107, Peralvillo, 06220, CDMX	34.28571	5.622857	21	31.82677	36.88422
84	DF-015-010-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Chapultepec 12, Cuauhtémoc, Roma Nte., Ciudad de México, CDMX	34.60000	5.831	20	32.06975	37.27682
85	DF-003-846-I	PUBLITIENDAS	Calle Zapotecas MZ 60 No 14, Colonia Ajusco, Delegación Coyoacán, CDMX.	35.33333	9.304	15	32.38885	38.47359
86	DF-003-076-I	FARMACIAS GI	Santa Balbina 35, Molino de Santo Domingo, 01130 Álvaro Obregón, CDMX	35.55000	6.139	20	32.98459	38.26195
87	DF-003-030-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	División del Norte 2869, Coyoacán, Parque San Andrés, 0404, CDMX	36.05556	7.457778	18	33.33460	38.93943
88	DF-003-600-I	CENTRO DE SALUD.SANTA URSULA COAPA	San Pascasio s/n, Pedregal de Sta. Úrsula, 04600, CDMX	36.55556	9.276667	18	33.81543	39.45859
89	DF-015-031-I	FARMACIAS ESPECIALIZADAS	Dr. Pasteur 97, Doctores, 06720 Cuauhtémoc, CDMX.	36.78947	7.802105	19	34.11236	39.62086
90	DF-003-782-I	FARMACIAS SAN ISIDRO	Av. Canal de Miramontes 2083, Girasoles III, 04920, CDMX	37.41176	7.674118	17	34.56032	40.43573
91	DF-015-009-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Insurgentes Sur 429, Hipódromo De La Condesa, Cuauhtémoc, CDMX.	37.72222	7.318889	18	34.93787	40.66945
92	DF-014-038-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Simón Bolívar No. 613 Local 10 Col. Delg., Álamos, 03501, CDMX	38.83333	6.2711	18	36.00749	41.82202
93	DF-014-048-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Revolución #993, CP 3910, Colonia Mixcoac, Benito Juárez, CDMX	39.17647	5.870588	17	36.25723	42.26818
94	DF-003-783-I	HOSPITAL	Periférico Sur 5246, Pedregal de Carrasco, 04700, CDMX	39.71429	13.341429	14	36.48136	43.15690
95	DF-014-636-I	PARACELSUS. S.A. DE C.V.	Av. Patriotismo 359 Entre Calle 7 y Calle 9, Col. San Pedro de los Pinos, CDMX, C. P. 3800	40.11765	6.892941	17	37.16288	43.24486
96	DF-003-845-I	PUBLITIENDAS	Calle Zapotecas MZ 49 NO 1, Colonia Ajusco, Delegación Coyoacán.	40.76923	9.507692	13	37.37175	44.39261
97	DF-014-622-I	HOSPITAL	Avenida Magdalena 430, Benito Juárez, 03100, CDMX	41.93750	9.5625	16	38.82396	45.23428
98	DF-014-017-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calzada Tlalpan 754, Benito Juárez, CDMX	42.56250	9.995	16	39.42540	45.88282
99	DF-003-005-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Miguel Ángel de Quevedo 646, Villa Coyoacán	43.73333	9.417333	15	40.45028	47.21188

100	DF-014-281-I	CANIFARMA	Av. Cuauhtémoc 1481, Benito Juárez, Sta. Cruz Atoyac, 03310, CDMX	44.33333	8.842667	15	41.02740	47.83474
101	DF-014-050-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Av. Revolución 1065, Mixcoac Benito Juárez, CDMX.	45.14286	7.928571	14	41.69151	48.80371
102	DF-006-491-I	CENTRO CAÍS	Sur 65-A No. 3246, Col. Viaducto, Del. Iztacalco, CDMX.	46.30769	107.02	13	42.68192	50.15916
103	DF-014-776-I	FARMACIA PARIS	Av. Universidad 289, Narvarte Oriente, 03020, CDMX	47.00000	7.616923	13	43.34668	50.87899
104	DF-015-002-I	FARMACIAS DE SIMILARES	República Del Salvador Entre 5 de febrero y 20 de noviembre 105, Loc. B, Colonia Centro, Cuauhtémoc, CDMX.	47.92857	8.412857	14	44.37025	51.69632
105	DF-003-257-I	MAS FARMACIAS	16 de Septiembre 10 G, San Francisco Culhuacán de la Magdalena, 04430, CDMX.	48.00000	9.917143	14	44.43897	51.77045
106	DF-003-716-I	FARMACIAS GENERIX	Av. Miguel Ángel de Quevedo 560, Santa Catarina, 04010, CDMX	49.50000	5.0175	8	44.74410	54.62380
107	DF-014-039-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Pitágoras No. 631 Col. Narvarte, Benito Juárez, 03001, CDMX.	49.14286	5.811429	14	45.53887	52.95623
108	DF-015-011-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Doctores , L - 3 Metro Hospital General , 09, Doctor Pasteur	50.38462	6.235385	13	46.59942	54.39538
109	DF-015-043-I	OPCIONES FARMACEUTICAS	Jalapa No. 223 Local A Col. Roma Esq. Yucatán Nacional Manzana 87 lote 14, Col. Tepalcates,	50.50000	5.94	14	46.84565	54.36370
110	DF-014-890-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Iztapalapa, 09210, CDMX. Calle 5 De Mayo, 22 bis, San Francisco	51.87500	15.2425	8	47.00349	57.11427
111	DF-003-152-I	MAS FARMACIAS	Culhuacán, CDMX Súchil 109-B, Coyoacán, El Rosario, 04380, CDMX	51.69231	10.241538	13	47.85735	55.75279
112	DF-003-028-I	FARMA PRONTO	Londres 77, Del Carmen, 04100, CDMX	52.18182	7.494545	11	47.99971	56.63074
113	DF-003-001-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Calle Oklahoma 14, Benito Juárez, Nápoles, 03810, CDMX	54.90909	12.041818	11	50.61683	59.46807
114	DF-014-692-I	COFEPRIS	Ajusco 163, Florida, Álvaro Obregón, 04300 Coyoacán, CDMX	54.91667	12.271667	12	50.80329	59.27440
115	DF-003-080-I	FARMACIAS GI	Cereales 335, Valle del Sur, 09810, CDMX	55.60000	6.204	10	51.07391	60.41966
116	DF-003-153-I	MAS FARMACIAS		56.00000	7.58	12	51.84547	60.39886

117	DF-003-003-I	FARMACIAS DE SIMILARES	Calz de Tlalpan 2552, Coyoacán, Emiliano Zapata	56.41667	7.941667	12	52.24641	60.83124
118	DF-003-649-I	LABORATORIOS. PRODUCTOS MEDIX	Calz. del Hueso 39, Ejido Viejo de Sta. Úrsula Coapa, 04650, CDMX	57.91667	10.406667	12	53.69028	62.38733
119	DF-014-694-I	COFEPRIS	Calle Oklahoma 14, Benito Juárez, Nápoles, 03810, CDMX	59.90909	12.227273	11	55.42177	64.66298
120	DF-014-695-I	COFEPRIS	Calle Oklahoma 14, Benito Juárez, Nápoles, 03810, CDMX	59.90909	5.710909	11	55.42177	64.66298
121	DF-003-768-I	FARMACIA SAN MARCOS	Av. Pacífico 362, Los Reyes, Coyoacán, 04330, CDMX	66.71429	5.125714	7	60.79997	73.04851
122	DF-014-855-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Cumbres de Maltrata 360, Américas Unidas, 03610, CDMX	72.50000	5.7	6	65.84616	79.64400
123	DF-003-715-I	FARMACIAS GENERIX	Av. Copilco 164, Coyoacán, Oxtpulco, Copilco el Bajo, 04360 CDMX	76.66667	5.573	3	67.07795	87.24148
124	DF-014-305-I	FARMACIAS SAN PABLO	Eje 3 Pte. 1696, Col del Valle Sur, 03100, CDMX	84.75000	17.28	8	78.48991	91.37656
125	DF-003-654-I	SANOFI	Av. Universidad 1738, Coyoacán, 04000 Ciudad de México, CDMX	101.50000	7.16	6	93.59769	109.89127
126	DF-003-654-II	SANOFI	Av. Universidad 1738, Coyoacán, 04000 Ciudad de México, CDMX	101.50000	16.36	6	93.59769	109.89127
127	DF-003-654-III	SANOFI	Av. Universidad 1738, Coyoacán, 04000 Ciudad de México, CDMX	101.50000	10.77	6	93.59769	109.89127
128	DF-003-654-IV	SANOFI	Avenida Universidad 1738, Coyoacán, 04000 Ciudad de México, CDMX	101.50000	8.18	6	93.59769	109.89127
129	DF-014-111-I	FARMACIA INDEPENDIENTE	Montecito 38, Nápoles, Benito Juárez, 03810 CDMX.	103.00000	6.576667	6	95.03834	111.45058

Glosario

Acopio: Acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo.

Agente Infeccioso: Microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso.

Almacenamiento de residuos peligrosos: Acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos.

AMIIF: Asociación Mexicana de Industria de Investigación Farmacéutica, AC.

ANAFAM: Asociación Nacional de Fabricantes de Medicamentos, AC.

CANIFARMA: Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica.

Centro de acopio de residuos peligrosos: Instalación autorizada por la Secretaría para la prestación de servicios a terceros en donde se reciben, reúnen, trasvasan y acumulan temporalmente residuos peligrosos para después ser enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, co-procesamiento o disposición final.

Condiciones particulares de manejo: Las modalidades de manejo que se proponen a la Secretaría atendiendo a las particularidades de un residuo peligroso con el objeto de lograr una gestión eficiente del mismo.

COP: Contaminante orgánicos persistentes.

Co-procesamiento: Integración ambientalmente segura de los residuos generados por una industria o fuente conocida, como insumo a otro proceso productivo.

Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Envase: Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo.

Estimador: es el estadístico utilizado para generar una estimación y es una variable aleatoria.

Estimación: es el valor que toma el estimador.

Evaluación del riesgo ambiental: Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los

seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman.

Fármaco: toda sustancia natural, sintética o biotecnológica que tenga alguna actividad farmacológica y que se Identifique por sus propiedades físicas, químicas o acciones biológicas, que no se presente en forma farmacéutica y que reúna condiciones para ser empleada como medicamento o ingrediente de un medicamento.

Gestión integral de residuos: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región

Incineración: Cualquier proceso para reducir el volumen y descomponer o cambiar la composición física, química o biológica de un residuo sólido, líquido o gaseoso, mediante oxidación térmica, en la cual todos los factores de combustión, como la temperatura, el tiempo de retención y la turbulencia, pueden ser controlados, a fin de alcanzar la eficiencia, eficacia y los parámetros ambientales previamente establecidos. En esta definición se incluye la pirolisis, la gasificación y plasma, sólo cuando los subproductos combustibles generados en estos procesos sean sometidos a combustión en un ambiente rico en oxígeno.

Inventario de residuos: Base de datos en la cual se asientan con orden y clasificación los volúmenes de generación de los diferentes residuos, que se integra a partir de la información proporcionada por los generadores en los formatos establecidos para tal fin, de conformidad con lo dispuesto en este ordenamiento.

LEEPA: Ley estatal del Equilibrio del Ecológico y Protección al Ambiente.

Lixiviado: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

LGPGIR: Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Manejo integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

Manifiesto: Documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos y el cual se debe utilizar como base para la elaboración de la Cédula de Operación Anual.

Medicamentos: toda sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético que tenga efecto terapéutico, preventivo o rehabilitatorios, que se presente en forma farmacéutica y se Identifique como tal por su actividad farmacológica, características físicas, químicas y biológicas. Cuando un producto contenga nutrimentos, será considerado como medicamento, siempre que se trate de un preparado que contenga de manera individual o asociada: vitaminas, minerales, electrólitos, aminoácidos o ácidos grasos, en concentraciones superiores a las de los alimentos naturales y además se presente en alguna forma farmacéutica definida y la indicación de uso contemple efectos terapéuticos, preventivos o rehabilitatorios.

Plan de manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.

PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Recolección: Acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral.

Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

Residuos peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

Residuos sólidos urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

Responsabilidad compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

Sitio contaminado: Lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas.

Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.