

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AMBIENTAL**

INFORME TÉCNICO

**Sistema de Recolección - Transporte de
Residuos Sólidos, en la cabecera de
Juárez, Análisis, Diagnóstico y
Propuestas.**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTA:

Jiménez Escobar Nicolás

DIRECTOR:

M.I. en M.A. Pedro Vera Toledo



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Noviembre de 2024



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

SECRETARÍA GENERAL

DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES

DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Fecha: 07 de Mayo de 2024

C. Nicolas Jiménez Escobar

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

"Sistema de Recolección – Transporte de Residuos Sólidos, en la cabecera de Juárez, análisis, diagnóstico y propuestas."

En la modalidad de: Informe Técnico

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Carlos Manuel García Lara

Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar

M.I. en M.A. Pedro Vera Toledo

Firmas:

[Firma]
[Firma]
[Firma]

Ccp. Expediente



INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. JUSTIFICACION.....	4
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
IV. OBJETIVOS.....	12
IV.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
IV.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
V. METODOLOGIA.....	13
V.1. Zona de estudio.....	13
VI. METODOS Y MATERIALES	15
VI.1. Métodos.....	15
VI.1.1. Estudio de tiempos y movimientos.....	15
VI.2. Materiales.....	16
VI.2.1. Equipo e Implementos.....	16
VI.2.2. Análisis y diagnóstico de las rutas de recolección sistemas de información geográfica.....	16
VII. PROPUESTAS.....	17
VII.1. Pasos necesarios para el diseño de rutas de recolección propuestas.....	17
VIII. RESULTADOS.....	19
IX. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.....	20
IX.1. Comparación de rutas establecidas y rutas propuestas.....	29
IX.2. Diseño de Rutas Propuestas.....	32
IX.2.1. Diseño de las nuevas rutas de recolección de RSU y de RSME de cabecera municipal, de Juárez, Chiapas.....	32
X. CONCLUSION.....	35
XI. ANEXOS.....	36
XII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	38

I. INTRODUCCIÓN

La evolución de las sociedades humanas ha traído consigo una serie de avances y retrocesos en la generación y tratamiento de los residuos. Hace unos 10.000 años, del nomadismo al sedentarismo originó las primeras concentraciones humanas, y es entonces cuando comienza el problema de los residuos que, en un principio, eran depositados en el entorno inmediato, sin sistema de recogida o tratamiento alguno ⁽¹⁾, la mayoría de los residuos sólidos generados eran orgánicos y de manera escasa sin provocar afectaciones al ambiente ya que las poblaciones eran en ese entonces muy pequeñas.

A lo largo de la historia, el primer problema de los residuos sólidos (RS) ha sido su eliminación, pues su presencia resulta molesta para la población y sobre toda daña al medio ambiente. Desde el año 1600 a 1800 la disposición final de la basura se efectuaba en las calles, arroyos y huecos sin legislación regulatoria ⁽²⁾, aunque no afectaba a la población económicamente con cuotas a pagar por tirar la basura al medio, pero contaminaba al mismo, de tal forma en 1861 se acuerda necesario licitar el servicio de recolección en el estado de México ⁽³⁾ para que la basura no fuera depositada en las calles o al medio, la sociedad trato de resolver este problema quitando los residuos de la vista, arrojándolos a las afueras de las ciudades, a los cauces de los ríos, al mar, o mediante confinamiento, causando grandes daños al medio sin tener solución alguna, a dicho problema.

La recolección es de gran importancia en el manejo integral de los residuos, en nuestro país (México) se tiene una media en la cobertura de recolección del 88%⁽⁴⁾. En 1787, se establece el primer sistema de recolección de residuos sólidos, en la ciudad de México ⁽⁵⁾, como parte fundamental para combatir el problema de contaminación en el ambiente.

II. JUSTIFICACIÓN

La mal llamada “basura” es uno de los problemas actuales, presente en todos los sitios como casa, comercios, industrias, etc. En los municipios de Chiapas de acuerdo a la población y la generación de los residuos sólidos urbanos (RSU), el servicio de recolección que se efectúa con mayor porcentaje, es el método de acera, tomando en cuenta la cantidad de población por brindar el servicio, con excepción a la capital del estado (Tuxtla Gutiérrez), que tiene una población de 604,147 habitantes (47.6% hombres y 52.4% mujeres) en comparación a 2010, la población en Tuxtla Gutiérrez creció un 9.18% (ver tabla 1), efectuando el método de esquina o parada fija con una frecuencia de recolección de tres veces por semana en las colonias y diaria, en el centro de la ciudad por ser una zona comercial, cubriendo el servicio en turno vespertino.

El servicio de recolección es uno de las etapas más importante dentro de un sistema integral de limpia, absorbiendo entre el 60 y 80 % de los costos totales del sistema ⁽⁶⁾, pero se le toma poco interés a dicho problema, sin saber los grandes daños que genera a la salud pública ⁽⁷⁾. En los municipios de Ocosingo y San Cristóbal de las Casas también se efectúa el método antes mencionado.

Tabla 1. Crecimiento poblacional del municipio Tuxtla Gutiérrez

Año	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2007	2010	2020
Habitantes	31.13	44.97	70.99	166.47	295.60	386.13	434.14	503.32	567.72	553.37	604.14

Fuentes: Registros del INEGI

En contra parte, los sistemas de recolección de los municipios del norte del estado se caracterizan por utilizar prácticamente el mismo método de recolección, esto se puede observar en la tabla 2, y se atribuye al tamaño de la población y tipo de infraestructura existentes en las cabeceras municipales.

Tabla 2. Sistema de recolección en algunos municipios de estado de Chiapas.

Municipio	Población	Tipo de método de recolección
Juárez	21,807	Método de acera
Reforma	44,829	Método de acera
Ostuacán	18,469	Método de acera
Pichucalco	31,919	Método de acera
Tuxtla Gutiérrez	604,147	Método de esquina o de parada fija

Fuente. INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2020, Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades.

En la actualidad en todos los municipios del Estado de Chiapas, el manejo de los RSU se ha llevado a cabo sin apego a la normatividad existente en la materia lo que ha ocasionado daños al ambiente y a la salud de los habitantes. En las 30 localidades del Estado con mayor población, se tiene una cobertura de recolección de aproximadamente 70% y la disposición final de la “basura” se efectúa en tiraderos a cielo abierto, los cuales no cuentan con infraestructura y métodos que permitan prevenir la contaminación del aire, suelo y agua ⁽⁸⁾, todo esto debido al crecimiento acelerado de la población y al desarrollo de tecnologías con una capacidad de generar grandes cantidades de residuos sin tener un buen manejo ya sea secundario o llevando acabo el método de reciclaje.

En los últimos años, el proceso de industrialización, ha aumentado la generación de residuos de una forma diversa de acuerdo a sus características, los cuales se clasifican en:

- Residuos peligrosos (RP) poseen alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contenga agente infecciosos ⁽⁹⁾.
- Residuos sólidos urbanos (RSU); generados en casa 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 establecimiento o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos ⁽¹⁰⁾.
- Residuos de manejo especial (RME); aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como RSU, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos 10 ton/año⁽¹¹⁾.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Juárez, Chiapas, cuenta con el sistema de limpia, que opera de manera ineficiente y con grandes problemas en la recolección y transporte de los RSU y RME, la importancia de este estudio radica en llevar a cabo el análisis de las rutas de recolección y proponer mejoras en la recolección y el transporte de los RSU y RME generados en la cabecera municipal, con los objetivos de mejorar el servicio, disminuir costos de operación, prevenir la contaminación y aumentar la vida útil de la maquinaria y equipo.

En el año de 1984, da inicio el servicio de recolección de RSU y de RME en la cabecera municipal de Juárez, el personal asignado para llevar a cabo esta tarea: 7 empleos, de los cuales uno fungía como operador de la unidad y seis recolectores; de ellos, dos acomodando los residuos sobre el camión y cuatro más en la calle. La primera unidad encargada del servicio fue un camión tipo volteo, con capacidad 6 m³, modelo 1965. En esos momentos no se cubría a las colonias aledañas de la cabecera (sin tomar en cuenta a ejidos y comunidades del territorio municipal), por no existir vías de acceso para la recolección, siendo esto un importante obstáculo y a su vez restringiendo este servicio de por sí deficiente, únicamente al centro de la ciudad, por otro lado los residuos se depositaban a campo abierto o en los causes de los ríos, arroyos, barrancos y hasta el momento la quema de los mismos. .

Para el año de 1992 de manera formal, se inicia el servicio de recolección de los RSU y de RME en toda la cabecera municipal de Juárez, Chiapas. Actualmente en el municipio el servicio que se presta es el conocido como el Método de Acera, catalogado como ineficiente, por lo lento y molesto para la población en general.

La generación per cápita estatal de RSU de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) 2020, fue de 0.865 kg/hab-día⁽¹²⁾, lo que en proporción se traduciría en 18,863 ton/día, ya que de acuerdo a INEGI la población en el municipio ascendía a 21,807 habitantes. Sin embargo, el municipio reporta únicamente 6 toneladas recolectadas por día, que como disposición final tienen un sitio controlado tipo D, ingresando 6 toneladas aproximadamente de residuos, de tal manera el servicio cubre las necesidades de 21,807 habitantes, existente en un total de 5,221 hogares (13).

Tabla 3. Generación de RSU por municipios, (Chiapas) en comparación a la población.

MUNICIPIO	HABITANTES	GENERACION (TON/DIA)
Juárez	21,807	18,863
Copainalá	22,192	19,196
Ixtapa	28,999	25,084
Amatan	24,512	21,512
Ostuacán	18,469	15,975
Suchiapa	25,627	22,167
Sabanilla	29,889	25,853

Fuente. INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2020.

Nota; tomando la generación per cápita del año 2020 (0.865 kg/hab/día/), del estado de Chiapas por medio de la SEMAHN, se obtuvo la generación (ton/día) de cada municipio.

La generación de los RSU sin medidas adecuadas de control o sin tener una buena disposición, siempre será una forma de contaminación y por consecuencia generan serios problemas al país, estados, municipios, etc., sin tomar en cuenta la generación que se de en cada uno de los lugares; el sistema de recolección de los RSU es parte fundamental en el buen manejo de los mismos, tomando en cuenta que no se terminará el problema de contaminación, pero si tendrá un control y disminuirán los problemas que se generan por esta actividad.

Actualmente el municipio de Juárez, Chiapas cuenta con el sistema de ruteo y barrido de RSU y RME, el cual es llevado acabo con una frecuencia de recolección de tres veces por semana mediante el método de acera, resulta ser ineficiente dado que la recolección en las calles a rutear no se cubre adecuadamente, dejando RSU sobre las mismas (14).

La recolección en la cabecera municipal deja mucho que desear para la población ya que el servicio no es constante y también muy tardado, sin tener las rutas adecuadas o bien diseñadas para brindar el servicio de recolección, ya que los RSU manejados incorrectamente provocan la proliferación de enfermedades y la contaminación del agua y del aire (15), el personal del servicio de barrido del municipio deja los RSU en lugares públicos o esquinas visibles denominados peladeros y la recolección de los mismos se efectúa cada tercer día, generando fauna nociva y formando incomodidad en la población, tal como se muestra en la figura 1 y 2.

Figura 1 y 2. Se muestra los RSU en los sitios denominados peladeros por medio del servicio de barrido.



Figura 1.



Figura 2.

La etapa de recolección de RSU resulta ser la más costosa de todas las etapas del manejo integral de los residuos y sin embargo, es de las de menor interés de parte del municipio; en Juárez esta etapa resulta ser la de menor interés para el municipio, sin brindar apoyo para en el manejo adecuado de los RSU que la población produce diariamente, siendo esto lo primordial en la actualidad y en la salud de la población y en la buena imagen del municipio de Juárez. En base a lo anterior se pretende que con el análisis de las rutas de recolección existentes se genere el rediseño de las mismas, siendo más óptimas y eficientes, con esto, incrementando el rango de servicio que se brinda en la recolección y efectuándolo en un menor tiempo.

Tradicionalmente se le ha asignado al municipio la responsabilidad de manejar de forma autónoma sus RSU. Lo cual implica que las autoridades municipales tienen a su cargo las funciones y servicios públicos de limpieza de áreas públicas y el servicio de recolección de la basura generada en casas habitación, su traslado, tratamiento y disposición final de lo RSU ⁽¹⁶⁾. La prestación de servicio de recolección es una de las etapas más caras del sistema del manejo de los RSU y de manejo especial.

El objetivo de la prestación del servicio de limpieza es: proteger la salud pública y el medio Ambiente. La recolección de residuos es, en términos generales, el transportar los RSU desde su almacenamiento en la fuente generadora hasta el vehículo recolector y luego trasladarlos hasta el sitio de disposición final o a la estación de transferencia ⁽¹⁷⁾.

De acuerdo al manual para el diseño de las rutas de recolección, el ruteo es la recolección de los RSU, abarcando puntos específicos de la ciudad ya establecidos en un manual y que el personal asignado para el servicio de recolección deberá cubrir adecuadamente.

Método de Esquina o de Parada Fija: Se puede decir que es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios del sistema llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio. Una vez que los usuarios han llegado hasta el vehículo, forman una fila ordenada para que un operador les tome el recipiente y, lo entregue a otro que se encuentra dentro de la carrocería del vehículo, el cual vacía su contenido y lo regresa al operario que se le entregó para que, a su vez, se lo devuelva al usuario, quien después de ser atendido se retira del vehículo. La operación anterior se repite tantas veces como sea necesario, hasta atender a todos los usuarios que lo hayan solicitado.

Método de Acera: Este método de recolección consiste, en que el prestador de servicio saque y coloque sus recipientes con residuos sólidos sobre la acera o banqueta de las calles y el personal del servicio de recolección levante uno por uno los recipientes y sean depositados en el camión hasta cubrir todas las casas, siendo este método de recolección uno de los más tardados para cubrir todas las rutas y que la población tenga una educación ambiental adecuada.

Método de "Llevar y Traer" o Intradomiciliario: Este método de recolección suele resultar uno de los más costosos, también teniendo ventajas y desventajas. Ya que consiste en que el personal de recolección tiene que ir por los recipientes dentro de las casas y devolverlos ya vacíos. Claramente con este método se brinda un buen servicio a la población, pero también es muy tardado por que la actividad se repite continuamente en todos los hogares ocupando demasiado tiempo para cubrir las rutas.

Método de Contenedores: Este método consiste en que el camión recolector debe detenerse en puntos específicos ya determinados en donde se encuentran los contenedores de residuos sólidos. Dependiendo también que existan vías de acceso para que el vehículo pueda llegar a ellos para realizar la actividad de recolección.

La prestación de servicio de recolección es una de las etapas más caras del sistema del manejo de basura y, una de las que presenta mayores oportunidades para la minimización de costos. Dentro de los métodos de recolección, uno de los factores que más influye sobre el sistema, es la frecuencia de recolección, la cual deberá prever que el volumen acumulado de basura no sea excesivo y que el tiempo transcurrido desde la generación de basura hasta la recolección para su disposición final no exceda el ciclo de reproducción de la mosca que varía, según el clima, de 7 a 10 días, en cuanto a la regularidad con la que se debe recolectar la basura se presentan a continuación algunas alternativas:

Recolección Diaria: En la recolección diaria los camiones que brindan el servicio deben recorrer todos los días de la semana las rutas, menos el día domingo. Ya que la basura que se recolecta el lunes es de domingo y parte del sábado y el volumen de residuos es mayor a los otros días.

Recolección Dos Veces por Semana: En la recolección de dos veces por semana se elige dos días de la semana para brindar el servicio, se entiende que el costo para dar el servicio es menor al disminuir la frecuencia de recolección, pero los camiones recolectores se llenaran más rápido en trayecto menor y el volumen será mayor. Esta frecuencia de recolección podría dar una mala imagen a la población por la acumulación de los residuos en las calles, casas o centros comerciales que requieren el servicio.

Recolección Cada Tercer Día: El camión recolector pasa un día sí y otro no, a excepción de los domingos, por lo que equivale a pasar tres veces por semana. Con este sistema se tienen las siguientes ventajas:

- Los camiones recolectores se llenan en un tiempo más corto y en un recorrido menor; para aclarar este concepto, se puede decir que cada camión recolector recorre cierta distancia cargando y recolectando los desechos de un solo día bajo el primer sistema; mientras que el mismo camión recorrería la mitad de esa distancia al llenarse más rápido, recolectando la basura de dos días.
- A mediano y largo plazos, los costos por concepto de mantenimiento serían menores, también por tonelada de basura transportada.
- El recolectar tres veces por semana implica, además, que la sobrecarga de la recolección debida al domingo, no recaería únicamente en el siguiente día de recolección (los lunes), sino que sería repartido en dos días (en este caso los lunes y los martes). Es decir, en lugar de que los lunes se recolecte el 100% más que el resto de días de la semana, esa diferencial sería de 50% más los lunes y 50% más los martes.

Sin embargo, el emplear esta alternativa en cuanto a frecuencia de recolección, acarrea las desventajas que se indican a continuación:

- Se crea cierta incomodidad a la comunidad servida, dado que la basura podría generar malos olores, requiriendo mayor limpieza en el interior de la vivienda (18).

En el municipio de Juárez, Chiapas, el sistema recolección de RSU y RME es de gran importancia no solo por la imagen de una ciudad limpia, si no también combate la problemática de los residuos, que no importando, el tamaño de población y municipio, la generación y la cantidad de los mismos, es por tal motivo un problema de contaminación hacia el medio ambiente, para tratar de minimizar tal problema es importante empezar de lo más pequeño sin importar la cantidad de todo tipo de residuos. Es de mayor interés que el presente trabajo, sirva como ejemplo para ejecutarlos en otros municipios, ciudades y países con mayor índice de impacto ambiental por RSU.

IV. OBJETIVO

IV.1. OBJETIVO GENERAL:

Analizar, diagnosticar y proponer mejoras al sistema de recolección y transporte de los RSU y de manejo especial generados en la cabecera municipal de Juárez, Chiapas.

IV.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

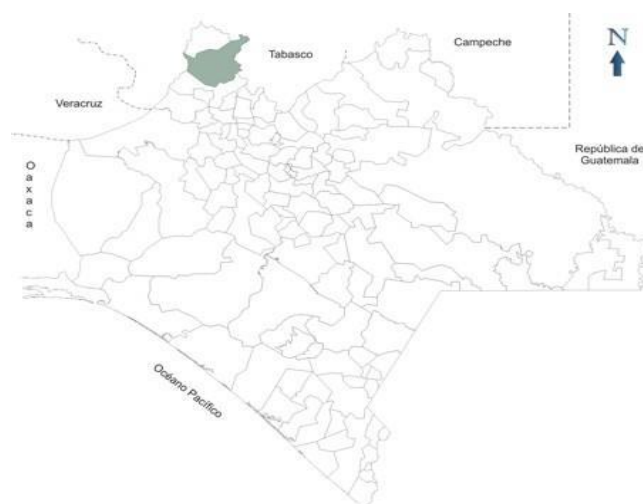
- Realizar estudio de tiempos y movimientos.
- Proponer método de recolección de RSU y RME que asegure mayor eficiencia.
- Optimizar las rutas de recolección de RSU y de RME de la cabecera municipal de Juárez, Chiapas.
- Diseñar con sistemas de información geográfica las propuestas de solución.

V. METODOLOGÍA

V.1. Zona de estudio

El municipio de Juárez, Chiapas, se ubica en la región económica "V Norte" y limita al norte con Reforma, al este y al oeste con el estado de Tabasco y al sur con Pichucalco. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 17° 36' 16" de latitud norte y 93° 11' 45" de longitud oeste a una altitud de 140 metros sobre el nivel del mar.

Figura 3. Mapa de localización de Juárez Chiapas



Fuente: INEGI 2020.

Su extensión territorial es de 161.5 Km. Con una orografía de zonas planas y semiplanas, cuenta con una población de 21,807 habitantes y con 5,221 viviendas. Los climas existentes en el municipio son: cálido húmedo con lluvias todo el año, que abarca el 92.54% de la superficie municipal y el 7.46% cálido húmedo con lluvias en verano ⁽¹⁹⁾.

El análisis del sistema de recolección de RSU y de ME en la cabecera municipal de Juárez, Chiapas, se llevó en un lapso de ocho meses de recopilación de información de rutas de recolección e información relevante del municipio de Juárez Chiapas.

Se realizó el estudio de tiempo y movimiento en el mes de mayo durante 3 días el cual se refiere a medir los tiempos muertos sin actividad y los tiempos en actividad de recolección, para cada una de las rutas existentes, delineando las rutas actuales que siguen los camiones recolectores en una fotografía aérea de la cabecera municipal, el seguimiento de las rutas se llevó a bordo de los camiones recolectores que brindan el servicio, de tal manera que el personal de recolección no tuviera conocimiento alguno, de esta actividad, del análisis de sus rutas y eficiencia, tan solo darle a conocer el tiempo de laborar , con el fin de evitar sesgos en su comportamiento.

VI. METODOS Y MATERIALES.

VI.1. Métodos.

VI.1.1. Estudio de tiempos y movimientos.

El estudio sobre tiempos y movimientos permitirá obtener en el campo la información relevante de las operaciones de recolección y transporte, esta información será útil para identificar los requerimientos actuales y las opciones viables para mejorar el sistema de recolección y transporte de los Residuos Peligrosos. La finalidad del estudio de tiempos y movimientos es evitar movimientos innecesarios que solo hacen que el tiempo de operación sea mayor.

Estudio de Tiempos: Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Estudio de Movimientos: Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. El estudio consta de 6 pasos, los cuales son:

- 1) Preparación para ejecutar el estudio
- 2) Ejecución del estudio
- 3) Valoración del ritmo de trabajo
- 4) Suplementos de estudio de tiempos
- 5) Cálculo del tiempo tipo o estándar
- 6) Asignación del trabajo compartiendo tareas ⁽²⁰⁾.

VI.2. Materiales.

VI.2.1. Equipo e Implementos.

- 2 cronómetros
- Tablero de observaciones
- Lápices, gomas y calculadora
- Un plano de la unidad o fotografía aérea de la zona de estudio.
- 2 cronómetros; utilizados para medir los tiempos en actividad, sin actividad y para depositar los residuos al sitio y de regreso al punto de recolección.
- Tablero de observaciones; como apoyo para anotar las observaciones en el cual los camiones toman calles de sentido contrario, entrando de reversa. Así mismo para anotar los tiempos y los puntos donde se llena el camión y cuando vuelven a empezar la actividad.
- Para anotaciones, y modificar las notas hechas, y obtener los promedios de cada ruta después de haber realizado el estudio.
- Un plano de la unidad o fotografía aérea de la zona de estudio: para trazar las rutas actuales, las calles que se tomaron para ir realizando la recolección, también para marcar puntos en el cual los camiones salían de las rutas y marcar por donde entraban.

VI.2.2. Análisis y diagnóstico de las rutas de recolección sistemas de información geográfica.

El análisis del sistema de recolección de RSU y RME se llevó a cabo con el sistema de información geográfica (SIG) ARCVIEW 3.2 a, para observar todo lo relacionado con sentidos de las calles y seguimiento de rutas existente, conocer distancia de recorrido de cada una y trazo de las nuevas rutas propuestas, ubicando el sentido y dirección a las rutas.

VII. PROPUESTAS

VII.1. Pasos necesarios para el diseño de rutas de recolección propuestas.

El paso uno es esencialmente el mismo para todos los tipos de sistemas de recolección.

Paso 1. En un mapa de escala adecuada para distinguir el trazo de la ciudad o de la zona a recolectar, los siguientes datos deberán ser establecidos para cada uno de los puntos de recolección: localización, frecuencia de recolección, número de contenedores o casas habitación a atender. A causa de que la asignación de rutas involucra una serie de dificultades sucesivas, el trazo definitivo deberá ser realizado una vez que los datos básicos han sido ingresados en el mapa de trabajo. Dependiendo del tamaño de la ciudad o del área de servicio, esta deberá ser subdividida en áreas a ser atendidas por un solo vehículo (macrorutas). Para localidades o áreas muy pequeñas de servicio, este paso usualmente no es necesario.

Asignación de ruta de recolección. Pasos 2,3 y 4 para método de punto fijo.

Paso 2. Primero, en una hoja de programación de trabajo, ingrese los siguientes encabezados:

1. Frecuencia de Recolección (veces/semana)
2. Número de localizaciones de cargas
3. Total de desechos (m^3 /semana)
4. Una columna separada para cada día de la semana durante el cual los desechos van a ser recolectados.

Segundo, determine la cantidad de desechos a ser recogidos de los sitios de carga que requieren ser recolectados en múltiples ocasiones durante la semana e ingrese la información en la hoja de trabajo. El listado debe iniciar con las localizaciones que requieren el más alto número de cargas por semana.

Tercero, usando el volumen efectivo del vehículo de recolección (volumen nominal de recolección de vehículo por su eficiencia de carga), determine la cantidad de residuos adicional que debe ser recolectada cada día de las áreas de servicio. Distribuya la cantidad de desechos recolectados, para que la cantidad recolectada y el número de contenedores vaciados por viaje, esté balanceado para cada ruta de recolección.

Paso 3. Una vez que la información es conocida, la asignación de las rutas de recolección puede realizarse como sigue: Comenzando de la estación de despacho, una ruta debe ser planeada de forma que conecte todos los puntos de recolección a ser servidos durante cada día de recolección.

Dependiendo de la cantidad de residuos a ser recolectados, varias rutas básicas pueden tener que replantearse.

El siguiente paso es modificar la ruta básica para incluir áreas de recolección que serán servidas para completar la carga. Esas modificaciones deben ser realizadas para que la misma área en general sea servida en cada ruta de recolección.

Para áreas grandes que han sido subdivididas y que son servidas diariamente, será necesario establecer rutas básicas en cada área subdividida, en algunos casos, dependerá del número de viajes que sean hechos por día.

Paso 4. Cuando las rutas de recolección han sido planeadas, la cantidad de residuos sólidos a recolectar y la distancia de transportación para cada ruta, deben ser determinadas. En algunos casos puede ser necesario reajustar las rutas de recolección para balancear la carga de trabajo después de que las rutas han sido establecidas, deben ser trazadas en el mapa maestro. (21)

Es decir, se deberá realizar el servicio de recolección atacando unas de las rutas con mayor distancia en kilometraje, o en su caso con mayor cantidad de producción de RSU con el apoyo de una unidad más en su totalidad 2 unidades recolectoras, siendo que una unidad abarque el punto intermedio de la mitad de la distancia, para que se realice la recolección en menor tiempo y distancia brindando servicio más eficiente.

VIII. RESULTADOS

En base al estudio de tiempo y movimiento que se efectuó en las rutas de recolección de RSU y de ME en la cabecera municipal de Juárez Chiapas, se obtuvieron resultados tales que el método de recolección que se efectúa es de acera, siendo muy tardado e ineficiente, no atendiendo las calles al 100 % sin tomar en cuenta el sentido de las mismas y sin contar con un diseño de las rutas adecuada para efectuar el servicio.

Teniendo los resultados de los tiempos muertos y los tiempos con actividad, se realizará el diseño de las rutas de recolección, utilizando el método de recolección de esquina o de parada fija, con una frecuencia de recolección de tres veces por semana.

Para llevar a cabo el presente proyecto, se tomó como apoyo principal el manual para el diseño de rutas de recolección de RSU, (sedesol) y manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de RSU (sedesol, 2001a)

IX. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

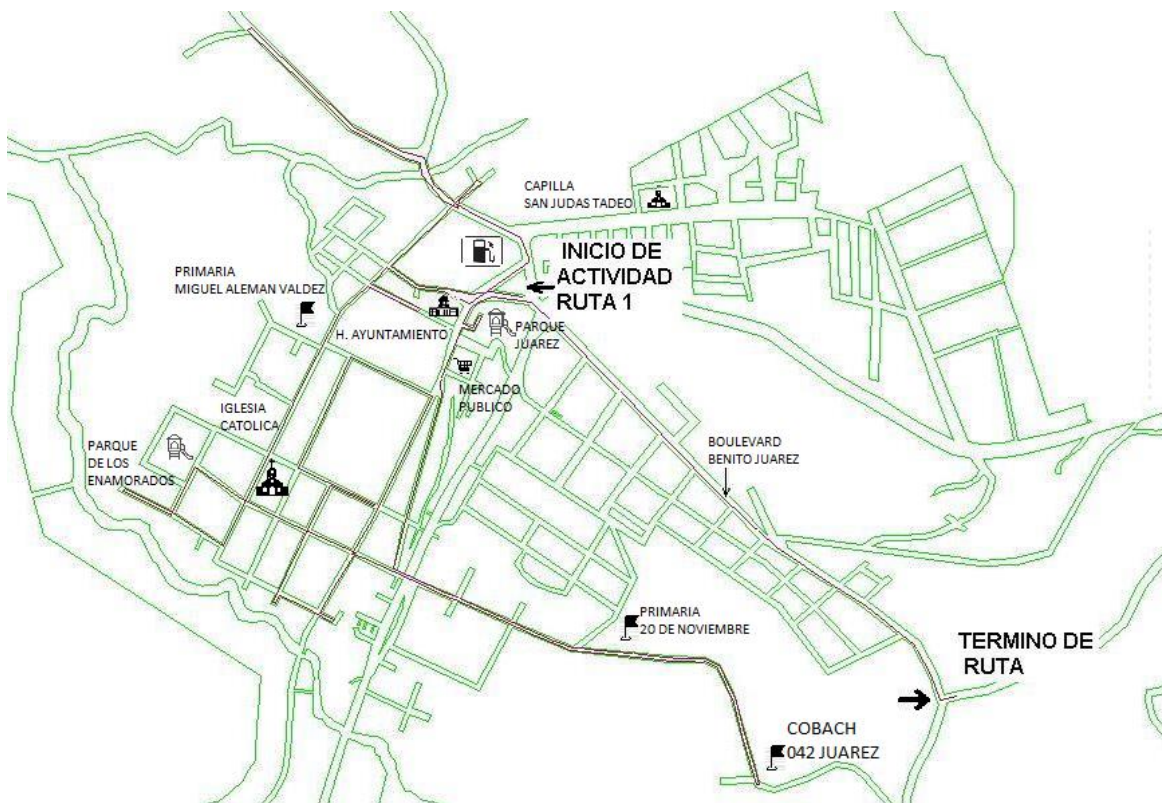
Tabla 4. Estudio de tiempo y movimiento de la ruta 1: Centro.

HORARIO	MINUTO	ACTIVIDAD
06:30:00 a.m.		Reunión del personal en el parque central
6:30 - 6:34 a.m.	4 minutos	Tiempo muerto
6:34 - 6:37 a.m.	(0:03:45.75 min.)	Salida del carro del estacionamiento al punto de reunión
6:37 - 6:38 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
6:38 - 7:31 a.m.	(0:52:11.54 min.)	Inicio de actividad hasta hora del desayuno en casino municipal
7:31 - 7:32 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
7:32 - 7:56 a.m.	(0:23:50.53 min.)	Tiempo en desayunar
7:56 - 7:59 a.m.	3 minutos	Tiempo muerto
7:59 - 9:05 a.m.	(1:06:24.27 hrs)	Inicio de actividad después del desayuno hasta llegar a otro punto de recolección
9:05 - 9:08 a.m.	(0:03:25.63 min.)	Tiempo muerto
9:08 - 9:50 a.m.	(0:39:46.83 min.)	Inicio de actividad frente al Cobach N° 42
9:50 - 9:51 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
9:51 - 9:57 a.m.	(0:06:08.25 min.)	Tiempo del punto donde se llenó el carro hasta llegar a la colonia puente seco fuera de la cabecera municipal.
9:57 - 10:11 a.m.	(0:14:51.64 min.)	Tiempo de entrada y salida de la colonia puente seco fuera de la cabecera municipal.
10:11 - 10:33 a.m.	(0:22:05.23 min.)	Salida de la colonia hasta llegar al sitio de disposición final
10:33 - 10:37 a.m.	(0:04:30.02 min.)	Tiempo en desolvar los residuos.
10:37 - 10:38 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
10:38 - 10:49 a.m.	(0:11:90.13 min.)	Salida del sitio, regreso al punto de recolección.
10:49 - 10:51 a.m.	2 minutos	Tiempo muerto
10:51 - 11:25 a.m.	(0:34:34.74 min.)	Inicio de recolección frente al H. Ayuntamiento y término de la ruta al chocar con el punto anterior de recolección.
11:25 - 11:43 a.m.	(0:18:06.96 min.)	Descanso
11:43 - 11:55 a.m.	(0:12:15.02 min.)	Salida término de la ruta al sitio segundo viaje
11:55 - 11:59 a.m.	4 minutos	Tiempo en desolvar los residuos.
11:59 - 12:14 p.m.	15 minutos	Tiempo muerto
12:14 - 12:24 p.m.	(0:09:07.54 min.)	Salida del sitio de disposición final al lugar de estacionamiento de los carros.

Tiempo muerto total 0:31:25.63 minutos

Tiempo en actividad total 5:23:35.27 horas

Figura 4. Mapa de la ruta 1: Centro



Fuente: INEGI, plano localidad urbana con marco geoestadístico.

Dentro de la Ruta 1 el inicio de actividad se lleva en el Parque central (glorieta las tinajas) que es el punto de reunión a las 6:30 a.m. con dirección a la calle central (Av. Benito Juárez) en el cual entran y salen al DIF siguiendo su trayectoria hacia el mercado municipal Juan Sabines Gutiérrez, esto sin respetar los sentidos de las calles, es decir, que regresan en sentido contrario y se dirigen al centro del municipio de Juárez, tomando así de igual manera sentido contrario para dirigirse a la Calle Independencia s/n con dirección al Cobach No. 42.

Se realiza movimiento a la colonia puente seco, misma que se encuentra ubicada fuera de la cabecera municipal donde se pierde tiempo (6 minutos) saliendo de la colonia al sitio de disposición final; ya que la unidad se llenó de RSU regresa de nuevo al punto de reunión después de 2 horas empezando de nuevo por el H. Ayuntamiento, para dirigirse a la calle Reforma, colonia el Zapote retornando de nuevo y regresan a la glorieta las Tinajas, suben de nuevo por el H. Ayuntamiento y se dirigen a la recolección por toda la calle Reforma hasta llegar a la colonia Centro, en donde dan servicio al jardín de niños Rosaura Zapata, regresando de nuevo por la calle central y terminando la ruta por el boulevard hasta la glorieta Benito Juárez.

- Frecuencia de recolección diaria, (lunes – viernes)
- Cantidad de personal 6.
- Distancia recorrida: 10.188 km.

UNIDAD: SL- 16 (Chevrolet)

- ✓ gasto de combustible diario \$ 1,242.28 aprox.
- ✓ 5 toneladas
- ✓ afinación cada 3 meses aprox.

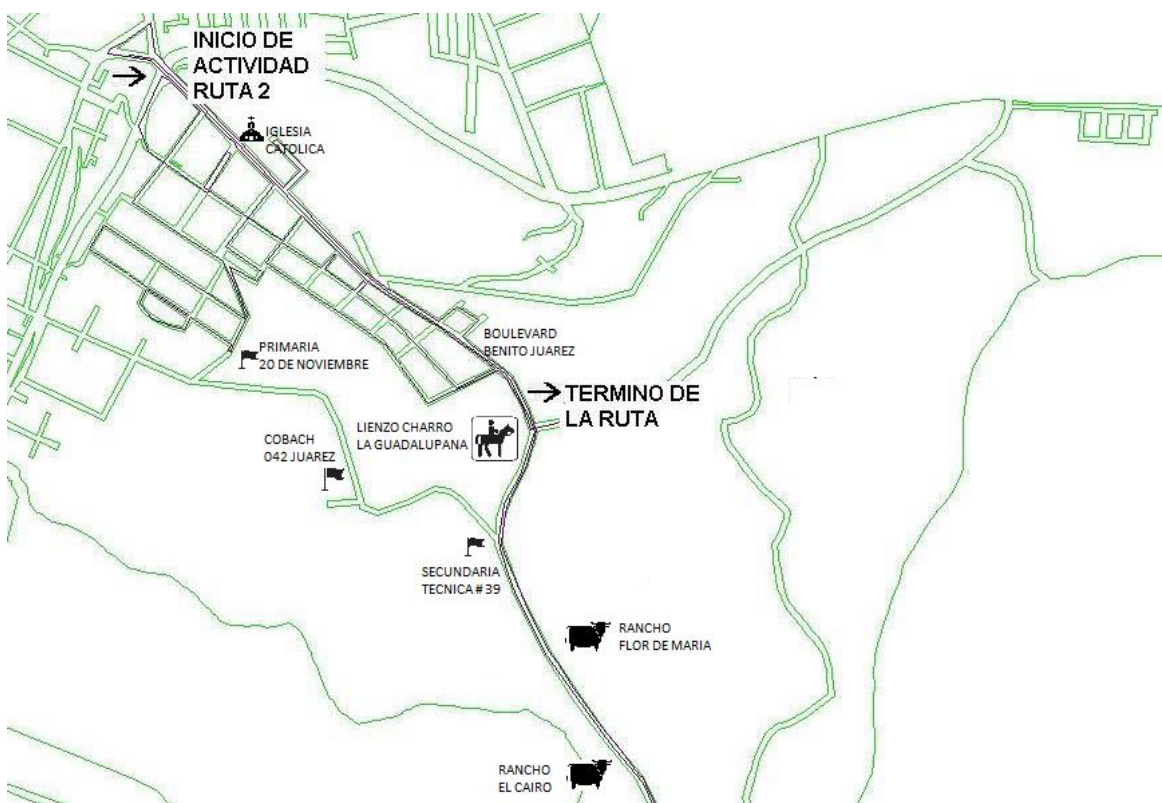
Tabla 5. Estudio de tiempo y movimiento de la ruta 2: la técnica, nuevo progreso, 2 ranchos, boulevard.

HORARIO	MINUTO	ACTIVIDAD
06:30:00 a.m.		Reunión del personal en el parque central
6:30 - 6:39 a.m.	3 minutos	Tiempo muerto
6:39 - 6:42 a.m.	(3 min.)	Salida del carro del estacionamiento al punto de reunión
6:42 - 6:57 a.m.	(0:14:36.58 min.)	Inicio de actividad a dos ranchos fuera de la cabecera municipal
6:57 - 6:58 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
6:58 - 7:00 a.m.	(0:02:45.40 min.)	Regreso de las dos rancherías a la cabecera municipal.
7:00 - 7:01 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
7:01 - 8:35 a.m.	(1:33:26.01 hrs.)	Inicio de actividad sec.tec.nº 39
8:35 - 8:37 a.m.	2 minuto	Tiempo muerto
8:37 - 9:03 a.m.	(0:26:25.63 min.)	Tiempo en desayunar.
9:03 - 9:04 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
9:04 - 11:07 a.m.	(2:02:07.01 hrs.)	Inicio de actividad hasta punto donde se llena el carro.
11:07 - 11:17 a.m.	(0:10:08.25 min)	Tiempo en ir a tirar los residuos
11:17 - 11:18 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
11:18 - 11:23 a.m.	(0:04:52.84 min)	Tiempo en desolvar los residuos
11:23 - 11:33 a.m.	(0:10:08.21 min)	Regreso del sitio al punto donde se dejó de recolectar.
11:33 - 11:47 a.m.	14 minutos	Tiempo muerto
11:47 - 13:35 p.m.	(1:47:07.02 hrs.)	Inicio de actividades desde el punto de recolección y término de la ruta.
13:35 - 13:42 p.m.	(0:06:51.36 min.)	Tiempo muerto
13:42 - 13:52 p.m.	(0:09:42.74 min)	Salida del punto donde termina la ruta al sitio de disposición final.
13:52 - 13:53 p.m.	1 minuto	Tiempo muerto
13:53 - 13:57 p.m.	(0:03:06.94 min.)	Tiempo en desolvar los residuos sólidos.
13:57 - 13:58 p.m.	1 minuto	Tiempo muerto
13:58 - 14:04 p.m.	(0:06:35.12 min)	Salida del sito al lugar de estacionamiento de los carros.

Tiempo muerto total 0:31:51.36 minutos

Tiempo en actividad total 7:03:09.64 horas

Figura 5. Mapa de la Ruta 2: la técnica, Col. Nuevo progreso, 2 ranchos y boulevard



Fuente: INEGI, plano localidad urbana con marco geoestadístico.

Dentro de la ruta 2 el inicio de actividad se lleva a cabo a las 6:30 am, se reúnen en la glorieta las Tinajas, para dirigirse a un rancho que se encuentra fuera de la cabecera municipal tomando todo el boulevard Benito Juárez, ocupando (1 hr con 30 minutos), posterior a ello inician actividad nuevamente en la secundaria técnica #39; realizan la recolección de RSU y a su vez ocupan horario para el desayuno de los trabajadores, teniendo así un tiempo de 2 hrs y 4 minutos, cubriendo parte de la colonia Nuevo Progreso, donde se llega al tope de capacidad de la unidad recolectora, con esto se disponen a salir al sitio de disposición final, desazolve de los residuos, y regreso del sitio al punto donde se dejó de recolectar anteriormente, ocupando un tiempo de 2 hrs y 43 segundos, con esto se cubre en su totalidad el servicio de recolección de residuos en la colonia Nuevo Progreso; para así dirigirse al sitio de disposición final y termino de ruta, siendo las 14:04 p.m. y ocupando un horario de 2:17 minutos.

Frecuencia de recolección, 3 veces por semana,

Cantidad de personal 6.

Distancia recorrida, 11.817 km.

UNIDAD: SL- 15 (Chevrolet)

- ✓ gasto de combustible diario \$ 1,440.92 aprox.
- ✓ 5 toneladas
- ✓ Afinación cada 3 meses aprox.

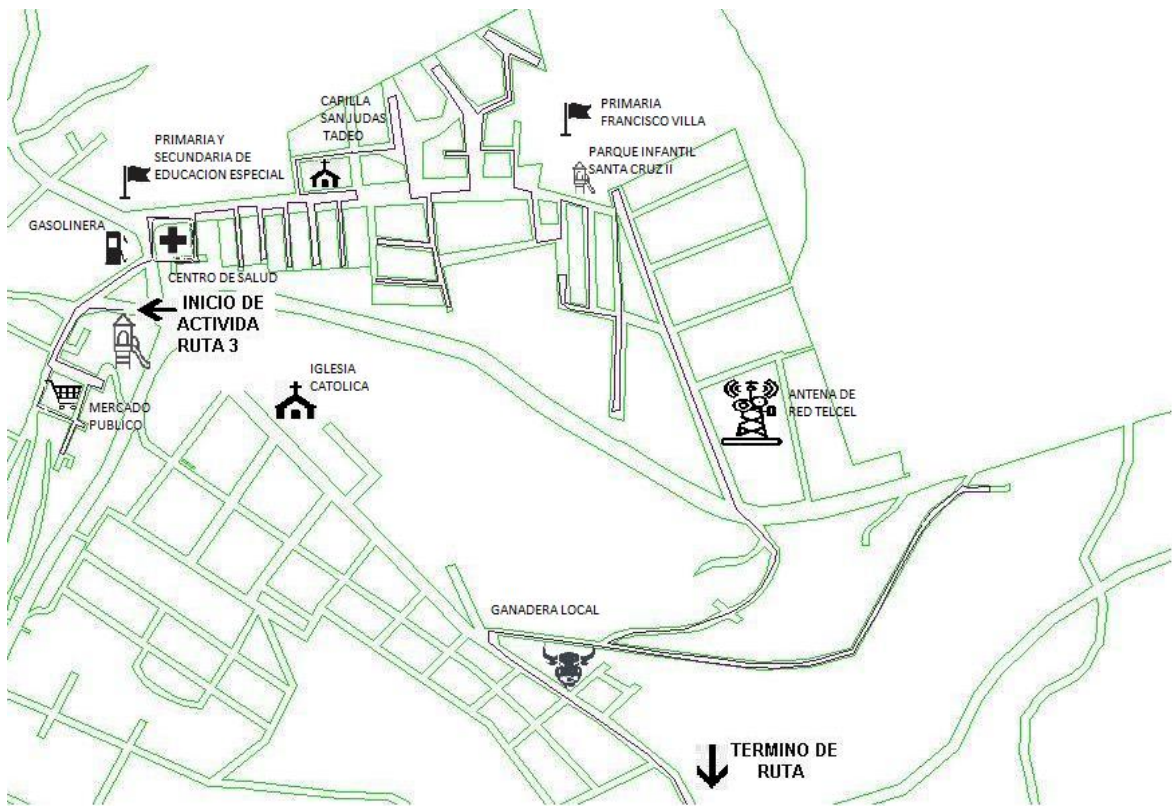
Tabla 6. Estudio de tiempo y movimiento de la ruta 3: cajón, reversa, col. mirador, vida mejor, santa cruz 1, 2, municipal, independencia.

HORARIO	MINUTO	ACTIVIDAD
6:25 - 6:29 a.m.	4 minutos	Salida de la unidad del estacionamiento hasta el punto de reunión.
6:29 - 7:56 a.m.	(1:25:20.99 hrs)	Inicio de actividad
7:56 - 8:51 a.m.	(0:54:33.81 min)	Actividad en peladeros y siguiendo con las rutas, se llena la unidad.
8:51 - 8:52 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
8:52 - 9:15 a.m.	(0: 23:08.42 min)	Tiempo en ir a tirar los residuos al sitio
9:15 - 9:17 a.m.	2 minutos	Tiempo muerto
9:17 - 9:18 a.m.	1 minuto	Tiempo en tirar los residuos
9:18 - 9:30 a.m.	(0:12:12.72 min.)	Regreso al sitio, al punto de recolección.
9:30 - 9:46 a.m.	(0:15:35.95 min.)	Inicio de actividad en otro punto de la ciudad
9:46 - 10:03 a.m.	(0:17:25.52 min.)	Tiempo en desayunar
10:03 – 11:08 a.m.	(1:05:25.54 hrs)	Inicio de actividad, se llena la unidad
11:08 – 11:27 a.m.	(0:18:11.21 min.)	Tiempo en ir a tirar los residuos al sitio, termino de la ruta
11:27 – 11:28 a.m.	1 minuto	Tiempo muerto
11:28 – 11:30 a.m.	(0:02:56.12 min.)	Tiempo en desolvar los residuos de la unidad.
11:30 – 11:33 a.m.	3 minutos	Tiempo muerto
11:33 – 11:43 a.m.	(0:09:12.62 min.)	Salida del sitio, al lugar de estacionamiento, termina actividad.

Tiempo muerto total 0:07:00: 00 minutos

Tiempo en actividad total 5:11:00.00 horas

Figura 6. Mapa de la Ruta 3: Cajón, reversa, Col. Mirador, vida mejor, Santa Cruz 1 y 2, Col. Municipal y calle independencia



Fuente: INEGI, plano localidad urbana con marco geoestadístico.

Dentro de esta ruta, la salida de la unidad parte del estacionamiento con un horario de 6:25 a.m. se dirige hacia el punto de reunión la glorieta de las Tinajas, iniciando actividad a las 6:29 a.m. saliendo de la glorieta a la calle avenida Benito Juárez, proporcionando el servicio al mercado Juan Sabines Gutiérrez sitio denominado “cajón”, entrando en sentido correcto de tránsito pero saliendo en sentido contrario en el cual se llena la unidad en los puntos llamados “peladeros”; salida de la unidad de servicio de recolección al sitio de disposición y regresando al punto de inicio de actividad con un tiempo de 3 horas 1 minuto, iniciando actividad cubriendo la colonia el Mirador; con esto podemos analizar que se presenta mucha pérdida de tiempo al entrar y salir por las mismas calles y en sentido reverso.

Proceden a desayunar (17 minutos), regresando a su actividad a las 10:03 a.m. en la colonia Santa Cruz 1 y 2, Vida mejor, colonia municipal, y posterior en calle independencia; con esto el camión recolector llena su capacidad siendo las 11:08 a.m., proceden a ir al sitio de disposición final para el desazolve del RSU, para después al sitio donde estacionan la unidad recolectora, con esto terminan su actividad siendo las 11:43 a.m. ocupando un tiempo de 35 minutos.

Frecuencia de recolección, 3 veces por semana,

Cantidad de personal 6.

Distancia recorrida, 9.365 km.

UNIDAD: SL- 14 (Chevrolet)

- gasto de combustible diario \$1,141.94
- 3 toneladas
- afinación cada 5 meses aprox.

IX.1. Comparación de rutas establecidas y rutas propuestas.

Tabla 7. Distancia recorrida de cada ruta (Distancia en km por día)

Rutas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total de Km
Ruta 1	10.188	10.188	10.188	10.188	10.188	50.94
Propuesta 1	5.689	5.689	5.689	5.689	5.689	28.445
Ruta 2	11.817		11.817		11.817	35.451
Ruta 3	9.365		9.365		9.365	28.095
Propuestas 2 y 3	18.517		18.517		18.517	55.551

Ruta 1.

Total de Km = Sumatoria diaria de distancias recorridas.

10.188 Km= Distancia recorrida diaria del punto de inicio el Parque central (glorieta las tinajas), al termino en glorieta Boulevard Benito Juárez.

Propuesta 1.

Total de Km = Sumatoria diaria de distancias recorridas.

5.689 Km= Distancia recorrida diaria del punto de inicio en la glorieta Benito Juárez al termino en la glorieta Boulevard Benito Juárez (carretera Juárez – Pichucalco).

Ruta 2.

Total de Km = Sumatoria de distancias recorridas (3 veces por semana).

11.817 Km= Distancia recorrida diaria del punto de inicio en la secundaria técnica #39, al termino en el Boulevard Benito Juárez.

Ruta 3.

Total de Km = Sumatoria de distancias recorridas (3 veces por semana).

9.365 Km= Distancia recorrida diaria del punto de inicio en el mercado Juan Sabines Gutiérrez, al termino en el Boulevard Benito Juárez.

Propuesta 2 y 3.

Total de Km = Sumatoria de distancias recorridas (3 veces por semana).

18.517 Km= Distancia recorrida diaria del punto de inicio en la entrada del municipio de Juárez Chiapas, al termino en el Boulevard Benito Juárez.

Tabla 8. Gasto de combustible utilizado por cada ruta (\$23.89 precio x litro)

Rutas	Litros	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total (\$)
Ruta 1	52	\$1,242.28	\$1,242.28	\$1,242.28	\$1,242.28	\$1,242.28	\$6,211.40
Propuesta 1	29.03	\$692.81	\$692.81	\$692.81	\$692.81	\$692.81	\$3,464.05
Ruta 2	60.315	\$1,440.92		\$1,440.92		\$1,440.92	\$4,322.76
Ruta 3	47.8	\$1,142.94		\$1,142.94		\$1,142.94	\$3,428.82
Propuestas 2 y 3	94.51	\$2,257.86		\$2,257.86		\$2,257.86	\$6,773.58

Precio x Litro = \$23.89

Rendimiento Km x Litro = 5.104 km

52 L / 10.188 km = 5.104 km

Ruta 1.

52 L x \$23.89 = \$1,242.28

Total (\$) = \$1,242.28 * 5 (días de recolección)

Total (\$) = \$6,211.40

Propuesta 1.

29.03 L x \$23.89 = \$692.81

Total (\$) = \$692.81 * 5 (días de recolección)

Total (\$) = \$3,464.05

Ruta 2.

60.315 L x \$23.89 = \$1,440.92

Total (\$) = \$1,440.92 * 3 (días de recolección)

Total (\$) = \$4,322.76

Ruta 3.

47.8 L x \$23.89 = \$1,142.94

Total (\$) = \$1,142.94 * 3 (días de recolección)

Total (\$) = \$3,428.82

Propuesta 2 y 3.

94.51 L x \$23.89 = \$2,257.86

Total (\$) = \$2,257.86 * 3 (días de recolección)

Total (\$) = \$6,773.58

Tabla 9. Eficiencia entre rutas establecidas y propuestas (en pesos)

Rutas	Litros	Total (\$)	Total (\$)	Diferencia (\$)
Ruta 1	52	\$6,211.40	\$6,211.40	\$2,747.35
Propuesta 1	29.03	\$3,464.05	\$3,464.05	
Ruta 2	60.315	\$4,322.76	\$7,751.58	\$978.00
Ruta 3	47.8	\$3,428.82		
Propuestas 2 y 3	94.51	\$6,773.58	\$6,773.58	

Tabla 10. Eficiencia entre rutas establecidas y propuestas (en km)

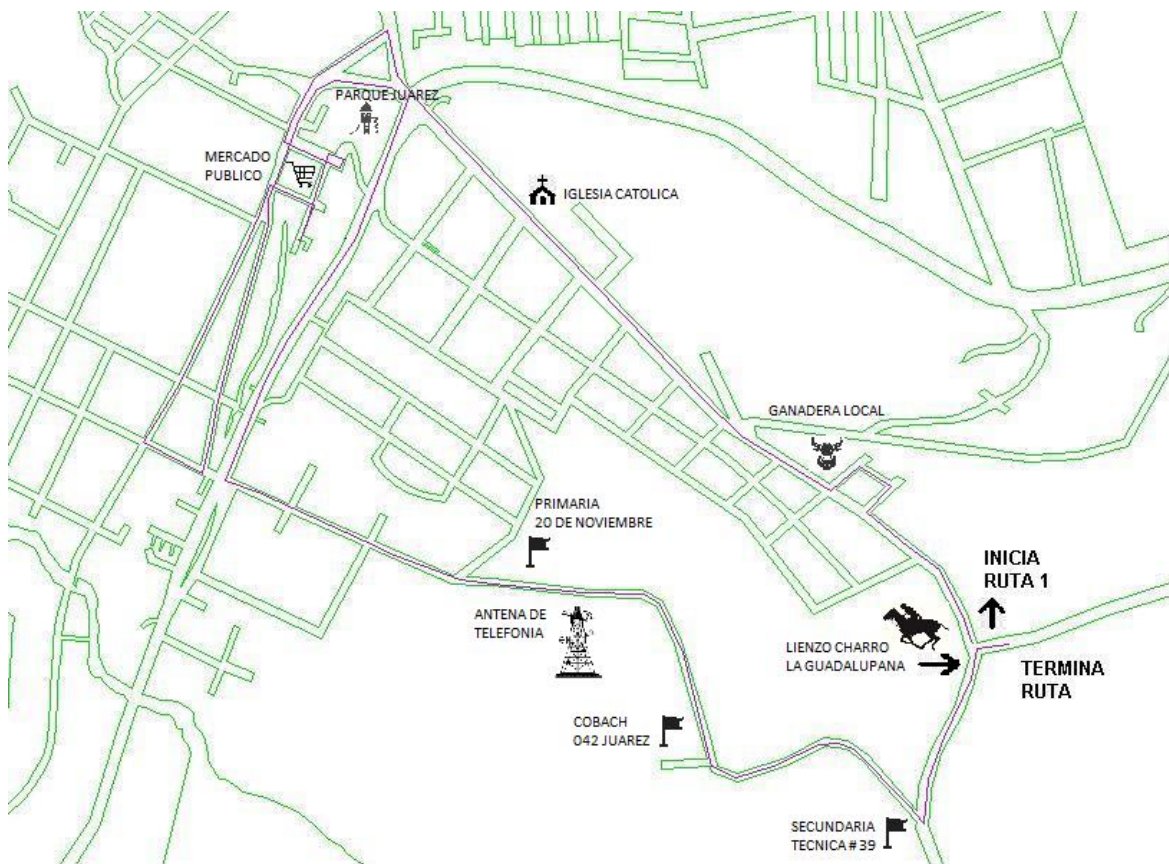
Rutas	Total de km	Diferencia	Eficiencia
Ruta 1	50.940		
Propuestas ruta 1	28.445	22.495	Más eficiente
Rutas 2 y 3	63.546		
Propuestas ruta 2 y 3	55.551	7.996	Más eficiente

IX.2. Diseño de Rutas Propuestas

IX.2.1. Diseño de las nuevas rutas de recolección de RSU y de RSME de cabecera municipal, de Juárez, Chiapas.

Para la recolección de los RSU y RSME en la cabecera municipal de Juárez se implementará el método de esquina o parada fija, con una frecuencia de recolección cada tercer día, excepto la ruta 1, que tendrá una frecuencia de recolección diaria (ver figura 7).

Figura 7. Mapa de la Propuesta Ruta 1 Centro



Fuente: INEGI, plano localidad urbana con marco geoestadístico.

La propuesta de la ruta 1, es comenzar en la glorieta Benito Juárez, siendo el punto más cercano donde se guardan las unidades, la cual tendrá un recorrido diario de lunes a sábado entrando y saliendo en la primer colonia, la cual lleva por nombre calle el sumidero; todas sus paradas en las esquinas de las cuadras respetando los sentidos de las calles y puntos fijos asignados, seguirá el recorrido hasta la glorieta de las tinajas en el centro, para así continuar subiendo por toda la avenida Benito Juárez, pasando por el mercado Juan Sabines Gutiérrez, dando servicio a la calle claveles, para posteriormente continuar por toda la avenida hasta llegar al centro, proceder a bajar en la calle que corresponde, pero respetando el sentido de las calles, para así llegar de nuevo

a la glorieta las tinajas, para después continuar su servicio en la calle derecho de vía hasta llegar a la vía o estación del tren, en donde dará servicio a la calle independencia, colonia nuevo progreso, jardín de niños Xóchitl, el Cobach # 42 y la secundaria técnica # 39 hasta llegar a la carretera Juárez – Pichucalco, con esto podrá terminar la ruta nuevamente en el punto de inicio, teniendo una distancia en su recorrido de 5.689 km diarios.

Recolección, diaria (lunes –viernes).

Distancia en recorrer, 5.689 km.

Recolección Diaria.

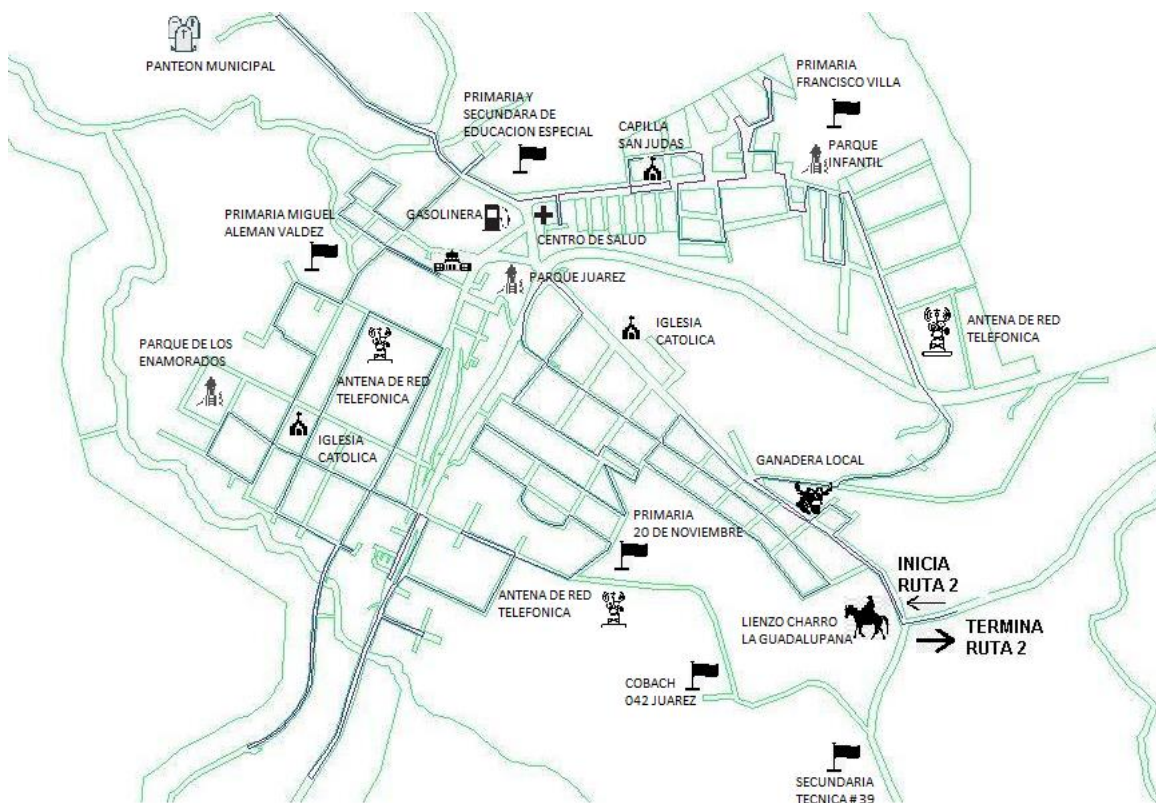
En la recolección diaria los camiones que brindan el servicio deben recorrer todos los días de la semana las rutas, menos el día domingo.

Ya que los RSU que se recolectan el lunes corresponden al domingo y parte del sábado y el volumen de residuos es mayor a los otros días.

Aspectos que se consideraron para el nuevo diseño de las rutas de recolección.

- Tomando en cuenta los resultados del estudio de tiempos y movimiento.
- Después de haber analizado las rutas que se usan actualmente para poder estudiar cómo realizar los nuevos diseños.
- Se estudiaron los sentidos de las calles.
- Tomando en punto a favor que el municipio de Juárez es de Orografía de zonas planas.

Figura 8. Mapa de la Propuesta 2 de la ruta 2 y 3



Fuente: INEGI, plano localidad urbana con marco geoestadístico.

La propuesta de la ruta #2 sustituye los recorridos de recolección de la ruta 2 y 3 de los RSU ya que su distancia en recorrer es menor a la sumatoria de las rutas citadas anteriormente; con ello se daría inicio en la entrada del municipio de Juárez Chiapas, es decir cerca de la base de limpia, para así aprovechar el máximo tiempo posible y no hacer retrabajos y doble recorridos dando inicio en la glorieta Benito Juárez y dirigiéndose en el sentido de tránsito correcto sin violar la circulación de las calles ni conduciendo en sentido contrario y utilizando el método de esquina o parada fija con una frecuencia de 3 días por semana, cubriendo las siguientes colonias: boulevard Benito Juárez, colonia municipal, Santa Cruz 1 y 2, vida mejor, zapote, centro, san Juanito y colonia nuevo progreso.

Para llevar a cabo este servicio es necesario considerar el sentido de las calles, resultado del estudio de tiempos y distancia recorrida, tomando en cuenta que la orografía del municipio es de zonas planas. De igual manera se realizará el servicio de recolección de la ruta con 2 unidades recolectoras, siendo que una unidad abarque el punto intermedio de la mitad de la distancia de los 18.517 km, para que de esta manera sea menor tiempo y distancia y con ello se obtenga ahorro de combustible y se brinde un mejor servicio.

Recolección, cada tercer día, (lunes, miércoles, viernes).

Distancia en recorrer, 18.517 km

X. CONCLUSIÓN

Los análisis realizados y el comparativo demuestran que se puede optimizar los tiempos y movimientos sobre las actividades de la recolección de RSU, en el cual se realizó el recorrido de cada una de las rutas existentes, en este caso 3, lo que permitió diseñar dos propuestas de rutas en la que la Ruta 2 y 3 se simplifica a una sola, teniendo una reducción en gastos y kilometraje (ver tabla 8 y 9). La diferencia entre las rutas existentes (1, 2 y 3) se debe principalmente al sistema de recolección de RSU y RME, debido a que éstas utilizan el método de Acera (recolección en las aceras casa por casa y entrada y salida del camión recolector en calles sin respetar los sentidos de las mismas); en cambio en las propuestas 1 y 2 se utilizara el método de esquina o parada fija (en éste los habitantes de cada casa llevan sus recipientes hasta la esquina o parada fija donde el vehículo recolector se estaciona para prestar el servicio); con esto el camión recolector no pierde tiempo en entrar y salir en calles en sentido contrario y no hacer un doble recorrido y respetando el sentido de las mismas, por lo tanto se realizará la misma cobertura en menos tiempo y con menos kilometraje (entre la Ruta 1 y la propuesta 1 hay una diferencia de 22.495 km; y Ruta 2 y 3 y la propuesta 2 la diferencia es de 7.996 km) y por consiguiente menor gasto de combustible (entre la Ruta 1 y la propuesta 1 la diferencia es de \$2,747.35 pesos; mientras que en la Ruta 2 y 3 y la propuesta 2 la diferencia es de \$978.02 pesos) .

Por los estudios realizados de las rutas antes mencionadas y los resultados obtenidos de las nuevas propuestas se concluye que con el método de esquina o parada fija se reduce tiempo, costos y distancia, debido a que es el más económico y eficiente en comparación con el de acera que es más tardado y con menor educación ambiental en la población.

XI. ANEXOS

Anexo 37: Fotos recorrido de las rutas de recolección de RSU, en Juárez, Chiapas.



Estacionamiento de vehículos



Punto de reunión



Pase de asistencia de personal



Recolección de los residuos



Personal en actividad



Recolección de RSU en contenedores



Recolección en los peladeros



Recolección en los peladeros

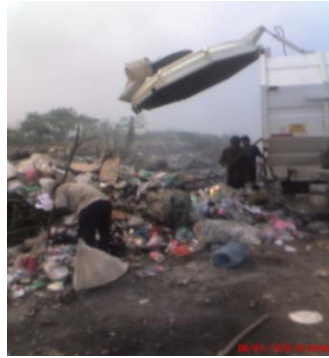


Seguimiento de la actividad de recolección

Figura 8. Visitas realizadas al sitio de disposición final de residuos sólidos en Juárez, Chiapas.



Entrada al sitio



Descarga de los RSU en el sitio



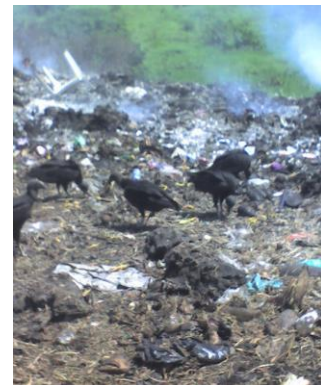
Descarga de los RSU



Incineración de los RSU



Fauna nociva



Fauna nociva



Separación de los residuos de ME



Descarga de los residuos



Vías de acceso dentro del sitio

XII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

- 1.- <https://es.slideshare.net/imuaduarte/evolucion-de-la-basura>
- 2,3.- <https://www.mailxmail.com/curso/vida/basura-municipal/capitulo1.htm>
- 4.- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2004).
- 5.- Manejo de Residuos Sólidos Parte 1
- 6.- <http://www.cocef.org/aproyectos/esp524.htm>
- 7.- <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap7.html#tema1>
- 8.- Froilán Esquinca Cano, José Luis Escobar Villagrán Agustín Hernández López, Gabriel Sánchez López, Héctor David Suárez Sánchez. Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca, smisa sección Chiapas.
- 9.- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos LGPGIR. 2003, en sus artículos 16,21 – 24.
- 10.- Norma Oficial Mexicana NOM-083-Semarnat-2003.
- 11.- Norma Oficial Mexicana NOM-083-Semarnat-2003.
- 12.- <https://www.semahn.chiapas.gob.mx>
13. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI)
- 14.- <https://www.juarez.gob.mx>
- 15.- (Por: Alberto Bustani Adem, Director, del Centro de Calidad Ambiental, ITESM, Campus Monterrey Centro de Calidad Ambiental, ITESM, Monterrey, N.L., México)

16.- Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 1917 pag.117,118

17.- Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales/Secretaria de Desarrollo Social/SEDESOL. 2001a.

18.-Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales/Secretaria de Desarrollo Social/SEDESOL/1997

19.- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI) 2020

20.- Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales/Secretaria de Desarrollo Social/SEDESOL/1997.

21.- Optimización del sistema rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios/Jesús Racero Moreno/2006.