

# MUESTREO Y COMPOSICIÓN

de residuos sólidos urbanos domésticos  
de la ciudad de Torreón, Coah. 2019-2020

## RESUMEN EJECUTIVO Y REPORTE TÉCNICO



**Torreón**  
CIUDAD EN EQUIPO  
ADMINISTRACIÓN 2019-2021



**DIRECCIÓN GENERAL  
DE MEDIO AMBIENTE**





DIRECCIÓN GENERAL  
DE MEDIO AMBIENTE.

R. AYUNTAMIENTO DE TORREÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE DE TORREÓN (DGMA).

SUB-DIRECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

# MUESTREO Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS DE LA CIUDAD DE TORREÓN, COAHUILA 2019-2020.

RESUMEN EJECUTIVO Y REPORTE TÉCNICO.



Lic. Jorge Zermeño Infante  
R. Ayuntamiento de Torreón.  
**Presidente Municipal de Torreón, Coahuila.**

Ing. Felipe de Jesús Vallejo López  
Dirección General de Medio Ambiente.  
**Director general.**

M.C. Daniel Alejandro Salcedo Serrano  
Dirección General de Medio Ambiente.  
**Jefe técnico y autor del documento.**

Ing. Carolina Gómez Hernández, Ing. Cinthya Alejandra Arroyo Gutiérrez Ing. Edzon Lugo López, Ing. Erick Jesús Castañeda Soto, Ing. Kevin Gerardo de la Paz Regalado.  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Instituto Tecnológico de Lerdo.  
**Personal operativo del muestreo.**

2° Regidora Elizabeth Pérez Alemán, 16° Regidora Leonor Jacob Rodríguez.  
Administración Municipal 2019-2021  
**Gestión administrativa.**

Ing. Eduardo Sáenz Herrera  
Dirección de Servicios Públicos Municipales  
**Gestión administrativa y documentación.**

Dr. Luis Raúl Tovar Gálvez, Dra. María Eugenia Gutiérrez, M.C. Aixa Kari Gállego Bravo.  
Centro Interdisciplinario en Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional.  
**Revisión de redacción y metodología.**

Dr. Pedro Cano Ríos  
Programa de posgrado de Ciencias Agrarias Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.  
**Revisión de metodología.**

Arq. Cecilio Secunza Schott, M.F.I. Iván de Luna Aldape  
Instituto Municipal de Planeación y Competitividad de Torreón  
**Información geográfica y documentación.**



## CONTENIDO

<b>GLOSARIO</b> .....	1
<b>ACRÓNIMOS Y SIGLAS</b> .....	2
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
1.1 Muestreo de residuos sólidos urbanos domésticos de la ciudad de Torreón.....	3
<b>METODOLOGÍA</b> .....	5
2.1 Consideraciones durante el muestreo.....	7
2.2 Espacio de trabajo.....	10
2.3 Personal y equipo de seguridad operativo.....	10
2.4 Equipo de trabajo.....	11
2.5 Recolección.....	12
2.6 Análisis Estadístico .....	12
<b>RESULTADOS</b> .....	13
3.1 Registro y evidencias.....	19
3.2 Otros eventos de Caracterización.....	19
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	20
4.1 ¿Qué sigue?.....	20
4.2 ¿Qué hay del resto?.....	21
<b>REFERENCIAS</b> .....	23
ANEXO 1 Itinerario de recolección de PASA.....	24
ANEXO 2 Colonias Visitadas.....	28

## GLOSARIO

**Efluente:** Líquido proveniente de material orgánico y biosólidos, el cual se forma por reacciones hidrolíticas o de percolación. Contiene sólidos disueltos o en suspensión en baja concentración.

**Estabilización:** Procesos físicos, químicos y biológicos a los que se somete un material orgánico, para acondicionarlos para su aprovechamiento o disposición final para evitar o reducir sus efectos contaminantes al medio ambiente.

**Fertilizante:** Compuesto orgánico o inorgánico que, abona, estercola y fructifica, refiriendo al cultivo de las plantas o la producción de la tierra.

**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.

**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.

**Manejo Integral:** Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, 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.

**Residuo orgánico:** Son aquellos que están compuestos por desechos de origen biológico.

**Residuos inorgánicos:** Los que no tienen origen biológico sino industrial o artificial.

**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.

**Valorización:** Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica.

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

<b>Combustible Derivado de Residuos Municipales e Industriales</b>	<b>CDR</b>
<b>Dirección de Servicios Públicos de Torreón</b>	<b>DSP</b>
<b>Dirección General de Medio Ambiente de Torreón</b>	<b>DGMA</b>
<b>Instituto Municipal de Planeación y Competitividad de Torreón</b>	<b>IMPLAN</b>
<b>Norma mexicana</b>	<b>NMX</b>
<b>Policloruro de Vinilo</b>	<b>PVC</b>
<b>Poliestireno</b>	<b>PS</b>
<b>Polietileno de alta densidad</b>	<b>HDPE</b>
<b>Polietileno de baja densidad</b>	<b>LDPE</b>
<b>Polipropileno</b>	<b>PP</b>
<b>Promotora Ambiental S.A. de C.V.</b>	<b>PASA</b>
<b>Residuos Sólidos Urbanos</b>	<b>RSU</b>
<b>Residuos Sólidos Urbanos Domésticos</b>	<b>RSUD</b>
<b>Tereftalato de polietileno</b>	<b>PET</b>
<b>Torreón, Coahuila</b>	<b>TRC</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Residuos sólidos urbanos de la ciudad de Torreón.

La gestión integral de residuos sólidos urbanos (RSU), es de gran interés para administraciones municipales por ser una estrategia ambiental y económicamente viable. Existen diversas tecnologías de tratamiento y aprovechamiento de RSU que pueden generar un ahorro importante al gasto del erario por su disposición final. El compostaje, la digestión anaerobia, la separación y recuperación de polímeros y metales, la pirolisis, la formulación de combustible alterno derivado de residuos o combustible de recuperación, son algunos ejemplos de éstas.

Es facultad de los municipios, la gestión y tratamiento de RSU, esto de acuerdo a lo estipulado en la **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** en su Artículo 10; **Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Estado de Coahuila de Zaragoza** en su Artículo 8, Fracción I, III y IV y al **Reglamento de Desarrollo Sustentable y Protección al Ambiente del Municipio de Torreón, Coahuila** en su Artículo 6 Fracción XXIV, XXV, Artículo 7, Fracción I y Artículo 180, Fracción I y VIII.

Por lo anterior, y en cumplimiento a lo establecido en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Coahuila de Zaragoza (Periódico Oficial, 28 de mayo del 2013), durante el año 2019, el R. Ayuntamiento de Torreón a través de la Dirección General de Medio Ambiente (DGMA), trabajó en generar información referente a la caracterización de residuos sólidos urbanos a nivel doméstico (RSUD), con rigor estadístico y metodológico, a fin de facilitar el análisis y planeación de la gestión integral de RSU de este municipio.



Muestreo en colonia Camilo Torres. DGMA.

La extensión territorial de Torreón es de 1,255.98 km<sup>2</sup>. El municipio está formado por dos polígonos no adyacentes, donde el polígono norte, de 306.17 km<sup>2</sup>, es conocido como la zona urbana de Torreón y el polígono sur, de 949.8km<sup>2</sup>, es conocido coloquialmente como Jimulco. En este último se encuentra un área natural protegida, denominada “La Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco”, con 9 ejidos y 17 localidades. A pesar de que el polígono sur de Torreón representa el 75.6% del territorio municipal, se tiene registro de solamente 4,368 habitantes en toda la zona (INEGI, 2015). Debido al tamaño de la población y a las dificultades logísticas que ello implicaría, en el presente documento no se muestran datos de la generación y composición de RSUD del polígono sur de Torreón.



De acuerdo con la proyección poblacional del Consejo Nacional de Población (CONAPO), al 2019, la ciudad de Torreón cuenta con 724,386 habitantes. El municipio forma parte de un grupo de ciudades yuxtapuestas que comparten actividades comerciales e industriales y, en conjunto con la ciudad de Matamoros del estado de Coahuila y las ciudades de Gómez Palacio y Lerdo del estado de Durango, forman la zona metropolitana conocida como “La Laguna”, cuya población al 2019 se estima en 1,369,939 habitantes (CONAPO, 2019). Por lo anterior y siendo Torreón el municipio con más habitantes, se considera que, poco menos de 1,000,000 de personas desarrollan actividades en esta área en un día laboral.



Contenedores de 220 L para medición y traslado de muestra.  
DGMA

De acuerdo con cifras del Instituto Municipal de Planeación y Competitividad de Torreón (IMPLAN) al 2019, en Torreón se tiene registro de 535 colonias con 11,054 manzanas de las cuales, 9,455 son manzanas con viviendas.

En este municipio, diariamente se disponen entre 559.16 y 575.88 toneladas de RSUD en el relleno sanitario (DSP-TRC, 2016, 2017, 2018). A enero del 2020, el gasto al erario público por recolección y traslado más la disposición final de residuos domésticos, al relleno sanitario a cargo de la empresa Promotora Ambiental S.A. de C.V. (PASA) es de \$486.06 y \$167.99 más IVA por tonelada respectivamente, lo que equivale a un gasto mensual, de alrededor de \$9,800,000.00, solo por residuos domésticos. Para lo cual, la

empresa PASA cuenta con 44 camiones para dar el servicio de recolección en toda la ciudad.

En Torreón, como en muchos municipios de México, se practica la actividad de pepena informal. No hay gremio o registro público por lo que se desconoce el número de pepenadores, así como la medida en que contribuyen a la separación y por ende a la composición final de los residuos.

Conocer la composición de los RSUD, permite justificar y dar grado de certeza a proyectos municipales en materia de tratamiento de residuos que resulten en ahorro al gasto del erario. La DGMA tiene registro de dos ocasiones en las que, se ha hecho un esfuerzo por conocer la composición y generación de RSU de la ciudad, el primero a cargo de la empresa SUSTENTA, Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos A.C., en un documento llamado “Características de los RSU de Torreón” (2009) y recientemente la empresa ECOCE A.C. (2019) de quien solo se conoce un informe. Los resultados de estos ejercicios desafortunadamente no tuvieron divulgación pública. A la falta de información confiable en materia de composición de RSUD, a partir enero del 2019,

el R. Ayuntamiento de Torreón a través de la Dirección General de Medio Ambiente, la Dirección de Servicios Públicos, el Instituto Municipal de Planeación y Competitividad de Torreón en conjunto con investigadores y alumnos del programa de Ciencias Agrarias de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, investigadores del Centro Interdisciplinario en Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional, alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo y con apoyo de la 2da Regidora Elizabeth Pérez Alemán y la 16ª Regidora Leonor Jacob Rodríguez, se inició con labores para realizar un muestreo con rigor estadístico, que permita documentar la composición relativa de los RSUD de la ciudad de Torreón.

## 2. METODOLOGÍA

La presente metodología se construyó bajo los ejes de justificación estadística, aceptación internacional y flexibilidad de ajuste a condiciones y recursos disponibles, sin comprometer la validez de los resultados o de su representatividad.

El proceso de muestreo se elaboró con base en lo descrito los siguientes documentos:

- Una revisión de artículos científicos en materia de muestreos de residuos denominado **“Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation”** (Edjabou et al., 2014),
- Dos metodologías propuestas a nivel internacional para muestras urbanas en materia de residuos; **“Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool) - User Version”**, de la Comisión Europea (2004) y **“Solid Waste, Municipal: Sampling And Characterisation Nordtest Method Nt Envir 001”** del Centro de Innovación Nórdico (1995),
- Un caso práctico de muestreo de RSU en México, **“Composición y Generación de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de México durante 2008-2009. Incluye los Generados en la Central de Abasto del D. F.”** (Ledesma, Saucedo, & Tovar, 2014).
- Normatividad mexicana, en lo particular la **NMX-AA-019-1985, NMX-AA-022-1985 y NMX-AA-091-1985.**

Cabe señalar que la metodología se ajustó a un escenario logístico, económico y de recursos humanos particular al caso de Torreón, en la administración 2019-2021, así mismo, obedece a los intereses particulares de la administración municipal y de centros de investigación, como material para estimar la viabilidad de diversos proyectos en materia de gestión de residuos ya previstos. Por esto, los documentos citados fungieron solamente como guía para adaptar un método propio. Cabe aclarar que no toda la normatividad mexicana fue aplicable, p.ej. la NMX-AA-022-1985 propone únicamente 26 subproductos, de los cuales, 10 de ellos no generaban información relevante que justificara las adecuaciones operativas para ser considerados en este trabajo. Ej. el vidrio actualmente no tiene valor de venta en el mercado de reciclaje, sin importar que color o tipo de vidrio sea, por lo que no fue justificable para este trabajo, incluir cuatro subproductos más (transparente, ámbar, verde, oscuro) al proceso de separación.

De igual forma, la NMX-AA-061-1985 propone acciones que tienen alta probabilidad de crear un sesgo de información, dada la dependencia de la participación de la ciudadanía y la tendencia de éstos a omitir datos por una tergiversación del objetivo del estudio.

La metodología usada en el presente proyecto para el muestreo de RSUD de la ciudad de Torreón, se resume a continuación:

1.- Acopio de al menos el 1% de los RSUD recolectados al día, en la ciudad (5.5 a 5.7 ton en caso de Torreón) o lo equivalente a 45m<sup>3</sup>, sin compactar.

2.- Muestra con distribución aleatoria que cubra al menos 2% de las manzanas de toda la ciudad.

3.- Recolección de más de 20 kg o 200 litros (1 tambo) de RSU sin compactar, en cada manzana, excluyendo espacios industriales, comerciales y terrenos baldíos.

4.- Sectorización de muestra. En este caso se consideraron rangos de pobreza (Figura 1), y valor catastral (Figura 2).

5.- Recolección directa al exterior de los domicilios (Se visitaron los necesarios para cumplir con el mínimo mencionado en el primer punto).

6.- Recolección de muestras de acuerdo con el itinerario de recolección programado por PASA, al menos media hora antes.

7.- Separación de residuos en 16 categorías y 33 subproductos.

8.- Separación de forma manual, sin cuarteo.

9.- Cálculo del peso volumétrico con ayuda de un recipiente de volumen conocido y una báscula electrónica (Cubeta de 20 L y báscula 0.1 – 500kg).

10.- Llenado de bitácora del proceso de muestreo para registrar cualquier evento.

11.- Al final de cada evento de muestreo y separación, toda el área se limpió para evitar contaminación entre muestras.



Subproducto - Material No Reconocible, Finos < 4cm.DGMA



Proceso de Separación de residuos por categorías. DGMA



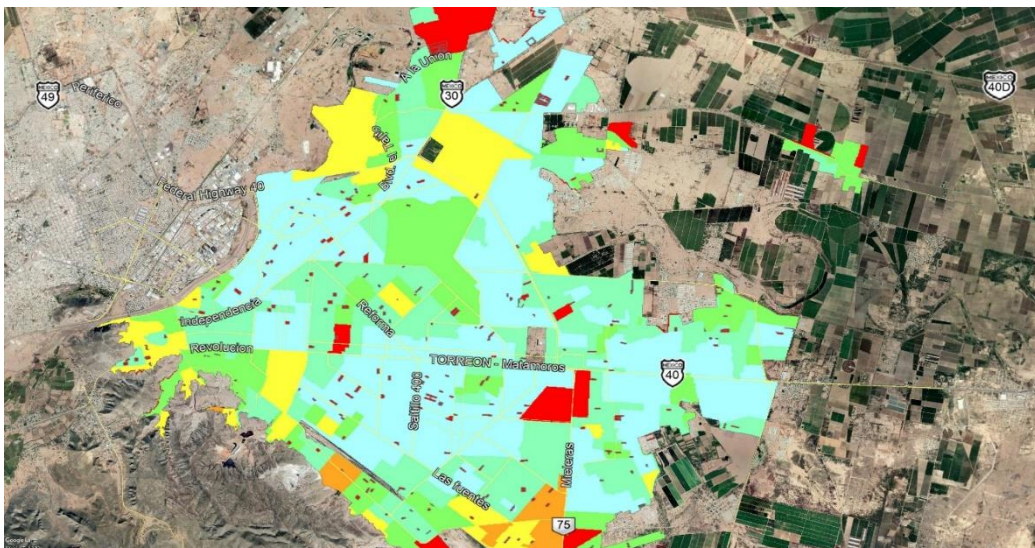


Figura 1. Rangos de pobreza de la ciudad de Torreón, 1 siendo rango de pobreza del 0% al 18% (azul cielo), rango 2 = 18% a 34% (verde agua), rango 3 = 34% a 50% (Verde), 4 = 50% a 70% (amarillo) y 5 = 70% al 100% (naranja), rojo es "sin clasificación (CONEVAL, 2015).

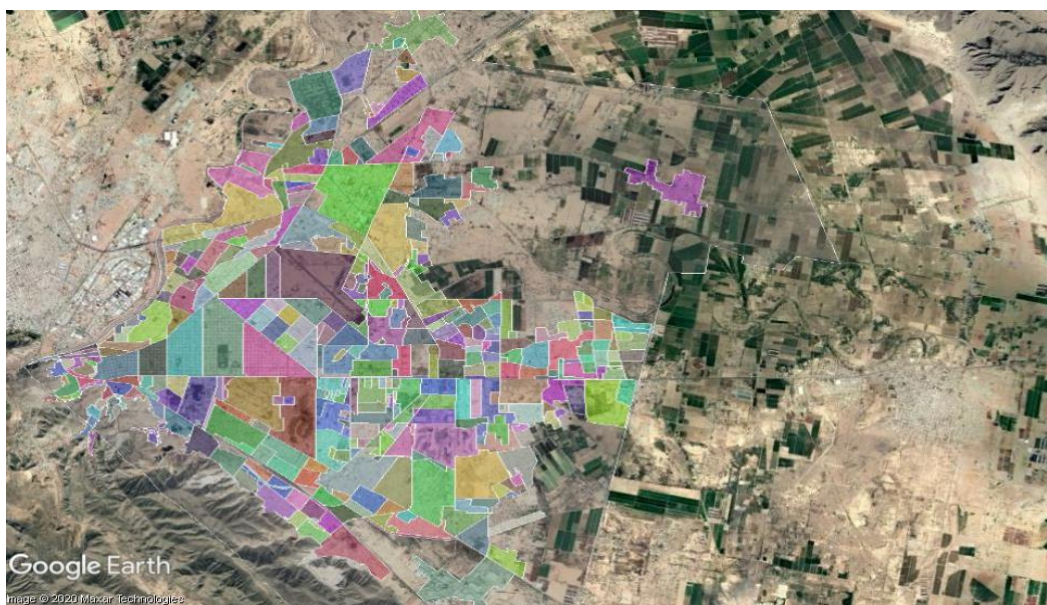


Figura 2. Polígonos de colonias (Unidad Catastral Municipal / Dirección de Ingresos, 2019).

## 2.1 Consideraciones durante el muestreo:

- En caso de no completar los 200 L en una manzana, se recolecta de una manzana adyacente. Por el contrario, en caso de que un solo domicilio pueda aportar la cantidad necesaria, se deja una parte para recolectar de al menos un domicilio más.
- Ante la ciudadanía, la cuadrilla de recolección se presentó como apoyo del servicio de recolección para evitar molestias y reclamos. Se usó overol o uniforme que permitía ser identificado fácilmente como parte del servicio de limpieza municipal.



- En caso de encontrar un subproducto contaminado por otro, se usó el peso del componente de mayor densidad. Ej. Una bolsa de polietileno con capacidad volumétrica de dos litros, contaminada con residuo líquido de alimentos. La bolsa, cuando es nueva y seca, pesa alrededor de 2g. Por otra parte, a lo largo de la superficie de la bolsa, se pueden adherir fácilmente más de 2g de residuos líquidos de alimentos (Figura 3). En tal caso, la bolsa contaminada, se pesa y clasifica como residuo de alimento.
- Contar con un contenedor o estar cerca de un centro de transferencia para disponer de lo muestreado todos los días.
- En caso de lluvia, se acopian únicamente los RSUD que estén en bolsa cerrada, para evitar variaciones o ajustes por humedad.
- Separar sobre lonas plásticas o suelo impermeable para evitar pérdidas por escurrimientos.
- Líquidos confinados se clasificaron como “líquidos en general” aun cuando pudieran ser bebida grado alimenticio.



Figura 3. Materiales de baja densidad contaminados con materiales de mayor densidad. Bolsas y charolas contaminadas de comida, clasificados como residuos orgánicos. 17/10/19.

La categorización en 16 productos y 33 sub-productos, con algunos componentes que representan un ejemplo de cada caso, se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías, sub-productos y componentes de los RSUD.

Categoría	Sub-producto	Componente
Orgánicos	Cocina/Alimentos	Evidentemente provenientes de la elaboración y desaprovechamiento de alimentos.
	Poda/Jardín	Hojarasca, ramas, troncos, arreglos florales.
	Aceite Comestible	Evidente aceite comestible, color amarillo claro a café oscuro.
	Otros Orgánicos	Cadáveres de animales, huesos, excretas, evidente material orgánico que no podía ser reconocido.
Madera	Madera en general	Cortes, aglomerado, aserrín, etc.
Papel	Papel En General	Papel de colores, blanco, cuadernos, libros
Cartón	Tetrapack	De leche, vino, alimentos en general.
	Cartón en general	Corrugado, liso, blanco, impreso.
Líquidos	Líquidos no identificables	Contenidos en envases de vidrio con tapa, envases plásticos transparentes, latas, con o sin etiqueta.
Vidrio	Vidrio en General	Verde, transparente, cristal, ámbar.
Plásticos y derivados de petróleo	PET	Botellas de refresco, agua, jugos.
	PS	Contenedores desechables, vasos, bolsas.
	PP	Tapas, CDs, bolsas, juguetes.
	PVC	Tubería, herramienta, conexiones.
	PEBD	Bolsas, recipientes.
	PEAD	Contenedores, juguetes, envases.
	Llanta	Todo tamaño.
	Otros Plásticos	Número 7, evidente plástico, pero sin clasificación.
	Caucho/hule	Cámara de llanta, neopreno.
	Plástico compuesto >3 materiales	Plumas, juguetes, termos, carcasas de equipo electrónico.
Inertes	Plástico laminado metálico	Envolturas de medicamento, envolturas de "papas", galletas y otras golosinas.
	Tierra/polvo en general	Acumulado en banquetas, hogares, pelusas, cenizas, material pétreo >2cm, arena para gatos, arena.
Material No reconocible	Escombro	Concreto desquebrajado, yeso, cal.
	Finos <4cm	Pedacería de papel, plásticos pequeños, material pétreo, polvo, orgánicos, hojarasca.
Higiene humana	Higiene personal/sanitario	Papel sanitario, toallas femeninas, pañal infantil, pañal adulto, tubos de pasta dental, cepillos de dientes, rastrillos desechables, aplicadores.
Electrónicos	Residuos electrónicos	Equipo electrónico, tarjetas, pantallas, celulares, electrodomésticos, televisores, teclados, mouse.
	Foco/lámparas	Incandescentes, vapor de mercurio, halógeno, LED
Material Quirúrgico	Materiales toxico-infeccioso	Jeringas, medicamento, gasas, vendajes, bolsas con medicamento, bolsas para diálisis, bolsas de sonda.
Materiales peligrosos	Pilas	Alcalinas en general, A, AA, AAA, D.
	Trapos con Aceite	Trapos de taller, retazos textiles con aceite sintético
	Otros Peligrosos	Aserrín con aceite sintético, colillas de cigarro.
	Pilas de auto	Pila ácida para auto de diversas medidas.
Textiles	Textil general	Ropa, Retazos de tela, trapos, trapeador, bolsos.
	Calzado	Tenis, zapatos, sandalias.
Metales Ferrosos	Fierro	Tubería, alambre, conexiones.
	Latón	Lata de pintura, envase de alimentos.
Metales No Ferrosos	Aluminio	Contenedores de bebidas, papel aluminio, envases.
	Cobre	Herramientas, utensilios, conexiones.
	Bronce	Herramientas, utensilios, conexiones.
	Acero inoxidable	Herramientas, utensilios, conexiones.
	Lamina	Techumbre, molduras.
	Metal compuesto	Termos, piezas de mobiliario, utensilios de cocina.



## 2.2 Espacio de trabajo.

Para la clasificación de residuos, es necesario un espacio céntrico o de fácil acceso, ventilado o a cielo abierto, disponible todos los días de la semana. Para este proyecto, se trabajó en la parte inferior derecha del Bosque Urbano de la Ciudad de Torreón (Figura 4), que cumplió con dichos criterios. Se utilizó un área de 40 m<sup>2</sup> y para proveer espacio de sombra y protección a lluvias se instaló un toldo desarmable de 16m<sup>2</sup>.



Figura 4. Punto dentro del bosque urbano donde se realizó la clasificación de residuos. Imagen satelital de Torreón, Coahuila. 25°32'58.00"N 103°23'17.15"O (10 julio 2019, GoogleEarthPro).

## 2.3 Personal y equipo de seguridad operativo.

El personal operativo para este muestreo se integró con 6 personas; un jefe del proyecto y cinco ingenieros afines al área ambiental. Todos los miembros del equipo estuvieron involucrados tanto en la recolección como en la separación manual.

Se utilizó un overol de cuerpo completo, distintivo de servicio de limpieza, con logotipos de la administración del ayuntamiento. Protección ocular, mascarilla cubre bocas, guantes de látex, guantes de carnaza, sombrero/gorra y calzado de uso rudo (Figura 5). Se contó en todo tiempo con alcohol en gel para sanitizar.



Figura 5. Equipo de seguridad y toldo armable. 20 de octubre 2019, DGMA

## 2.4 Equipo de trabajo.

El equipo usado para en el presente proyecto fue:

- Una camioneta pickup compacta, Estrada Fiat para recolección y traslado.
- Se utilizaron seis contenedores de 220 L de PEAD para la recolección y medición.
- 15 cubetas de 20 L para trasladar, separar, pesar y hacer el cálculo de peso volumétrico de los residuos.
- 43 señalamientos enmicados para identificar el área de separación de los subproductos, montados en 43 estacas para los señalamientos (Figura 6).
- Mapas impresos a color, para la ubicación y planeación logística.
- En el espacio de vaciado y separación por categoría, se usaron 15 lonas recicladas grandes. Para manipulación y limpieza se usaron tres escobas, tres recogedores, tres palas planas y un pico. Para pesaje y cálculo volumétrico se utilizó una báscula digital 0.1kg – 500kg.



Figura 6. Señalización en el proceso de clasificación de residuos en Bosque Urbano de Torreón 20 de noviembre 2019, DGMA.



## 2.5 Recolección

El recorrido de recolección se hizo considerando el itinerario de recolección de PASA (Anexo 1). Ruta norte: lunes, miércoles y viernes; ruta sur: martes, jueves y sábado. Los domingos no se hizo recolección, este día PASA atiende ejidos y el polígono sur de la ciudad. Se muestrearon ocho manzanas por día. Los puntos de recolección se muestran en la Figura 7.



Figura 7. Puntos de muestreo en color rojo. Imagen satelital de Torreón, Coahuila. Imagen capturada usando programa GoogleEarthPro al 10 de julio de 2019.

## 2.6 Análisis estadístico

Los resultados se expresan como valores promedio de 86 réplicas, su correspondiente desviación estándar (DS), coeficiente de variación (CV) e intervalo de confianza al 95%(IC95%). El procesamiento estadístico de las observaciones inició con una primera fase en la que se obtuvo la estadística descriptiva de todas y cada una de las variables para su organización y clasificación. Una vez confirmada la normalidad de los datos la segunda fase consistió en obtener las asociaciones estadísticas entre variables, que se evaluaron por análisis de varianzas (ANOVA) unifactorial. Los análisis estadísticos se ejecutaron con el programa Sigma Plot 12.0 (Systat Software, Inc) y las diferencias se consideraron significativas solo cuando  $p < 0.05$ .

### 3. RESULTADOS

El muestreo duró 29 días operativos, inició el 02 de octubre de 2019 y finalizó el 23 de noviembre de 2019. Se generó un registro de cada día de recolección y caracterización; desde el inicio del muestreo hasta su finalización. Al inicio de cada muestreo, el punto de reunión fue en el edificio de presidencia ubicado en Plaza Mayor. Cada evento diario, tomó entre 4 y 5 horas desde recolección hasta limpieza del espacio de trabajo.

En este periodo otoñal, hubo cinco festividades importantes en la ciudad; Día de San Judas, Halloween, Día de Todos los Santos, Día de Muertos y la celebración del Día de la Revolución Mexicana. El periodo corresponde a la temporada de lluvias dentro del cual, solo se presentaron dos días de llovizna, 12 y 13 de noviembre. En dichos días únicamente se recolectaron RSUD que estuvieran en bolsas cerradas, sin necesidad de aplicar algún factor de corrección al peso de los mismos. Esto de acuerdo a lo recomendado en diversos trabajos similares de caracterización de RSU donde se advierte sobre la influencia que las precipitaciones pluviales pueden tener en el peso de los residuos, sin embargo, se ha demostrado que los residuos tienen un rango amplio de humedad (20% a 70%), por lo que, calcular o estimar un factor de corrección en días de lluvia es impráctico (Durán et al. 2012, Ledesma, Saucedo y Tovar, 2014, Ozcan et al., 2016).

Se muestrearon 223 manzanas distribuidas de forma aleatoria, siempre y cuando no fueran terrenos baldíos, comercios o espacio industrial.

En cada uno de los puntos, se tomó una muestra de aproximadamente 220 litros. En total se realizaron 86 eventos de recolección y con ello, la visita a más 370 domicilios en 119 colonias, equivalentes al 22.2% (enlistadas en anexo 2) de las 535 colonias registradas en Torreón (Unidad Catastral Municipal / Dirección de Ingresos, 2019).

Se acopiaron 49.06m<sup>3</sup> de RSUD, cuyo peso total fue de 5,478.04kg. Aproximadamente el 1% de las 559.16 a 575.89 toneladas generadas diariamente (DSP-TRC, 2016, 2017, 2018).

Tras la separación, se obtuvo la composición relativa con base al peso, por categoría y sub-producto (Figura 6). Así mismo, la composición relativa dentro de la categoría de Orgánicos y la de Plásticos y Derivados del Petróleo se ilustra en las Figuras 7 y 8 respectivamente.

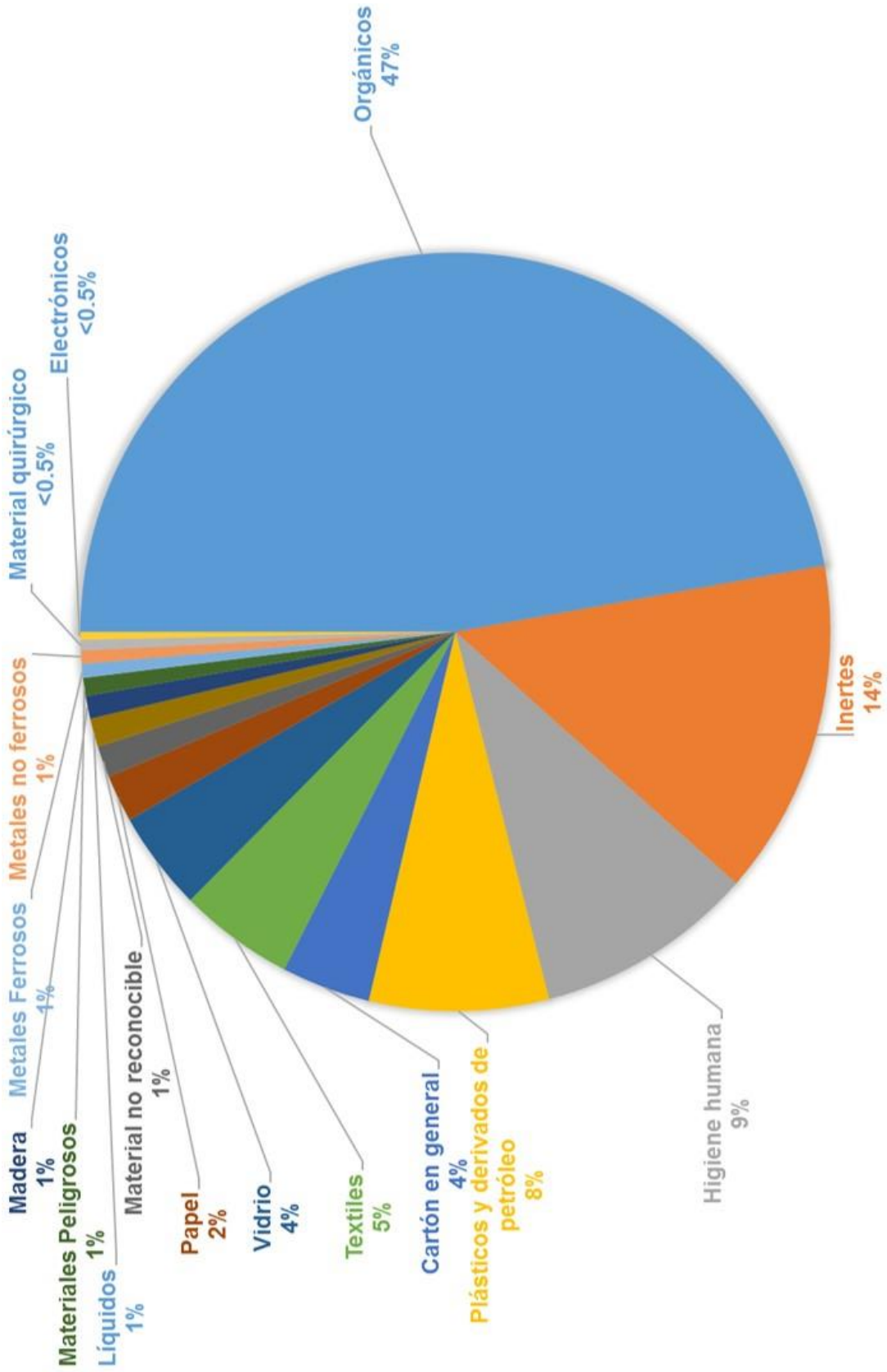


Figura 6. Composición relativa de los RSUD por categoría.

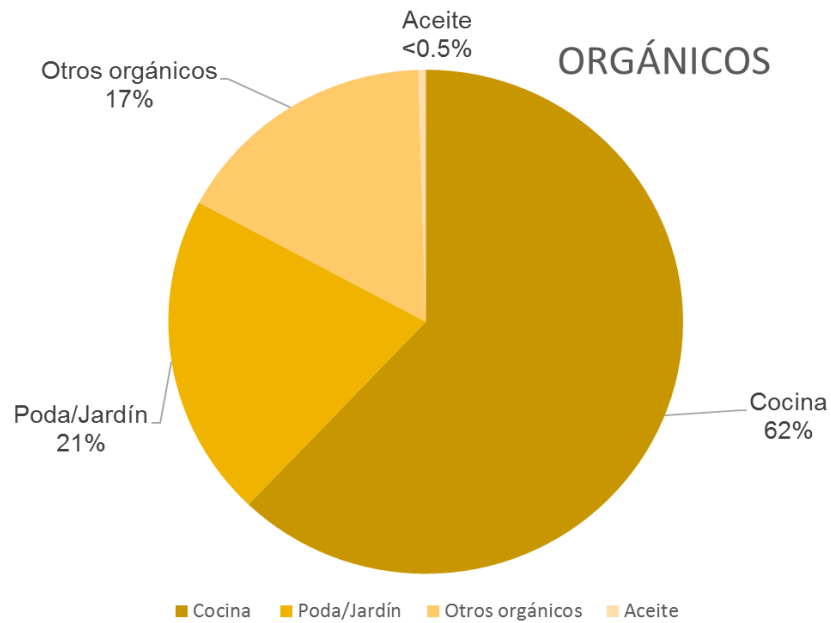


Figura 8. Composición relativa de la categoría de Orgánicos.

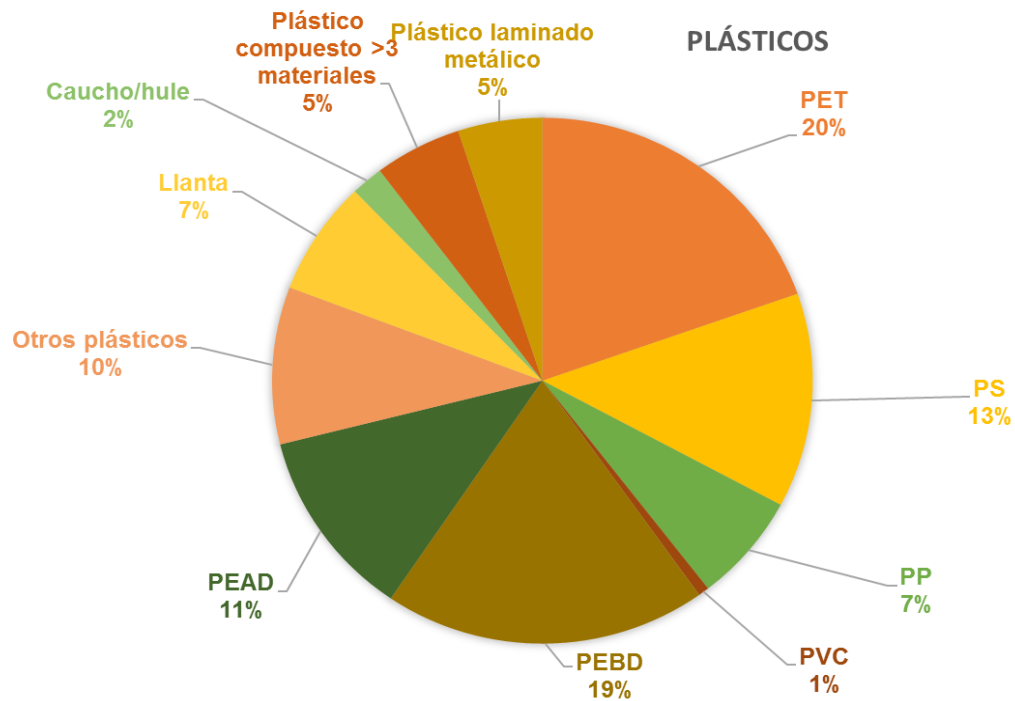


Figura 9. Composición relativa de la categoría de Plásticos y Derivados del Petróleo



Seguido de la separación y pesaje de cada sub-producto, se obtuvo la proporción relativa de cada uno (Tabla 2). No se encontró diferencia significativa en lo generado en los días festivos ni en los dos eventos con llovizna respecto al resto, por lo que estos datos fueron considerados también dentro de la siguiente tabla.

Tabla 2. Composición relativa de RSUD por sub-producto con base al peso.

<b>Composición de RSUD*</b>	<b>-IC95%</b>	<b>Media</b>	<b>+IC95%</b>	<b>±(DS)</b>
Peso(kg) por tambo 220 L	23.54	<b>24.78</b>	26.07	9.36
Cocina	26.5%	<b>29.3%</b>	32.2%	13.32%
Poda/Jardín	8.7%	<b>11.0%</b>	13.3%	10.64%
Aceite	0.0%	<b>0.2%</b>	0.6%	1.60%
Otros Orgánicos	7.3%	<b>8.8%</b>	10.4%	7.27%
Madera	0.5%	<b>1.0%</b>	1.4%	2.03%
Papel	1.5%	<b>2.0%</b>	2.6%	2.51%
Cartón y similares	0.8%	<b>0.9%</b>	1.0%	0.49%
Líquidos en general	2.4%	<b>2.9%</b>	3.5%	2.57%
Tetrapack	0.9%	<b>1.2%</b>	1.5%	1.26%
Vidrio	3.3%	<b>4.3%</b>	5.2%	4.54%
PET	1.3%	<b>1.5%</b>	1.7%	0.98%
PS	0.9%	<b>1.0%</b>	1.2%	0.63%
PP	0.4%	<b>0.5%</b>	0.6%	0.58%
PVC	0.0%	<b>0.1%</b>	0.11%	0.14%
PEBD	1.3%	<b>1.5%</b>	1.7%	1.00%
PEAD	0.7%	<b>0.9%</b>	1.1%	0.74%
Otros plásticos	0.6%	<b>0.7%</b>	0.9%	0.92%
Llantas	0.0%	<b>0.5%</b>	1.1%	2.76%
Caucho/hule	0.0%	<b>0.1%</b>	0.3%	0.61%
Plástico compuesto >3 materiales	0.2%	<b>0.4%</b>	0.6%	0.82%
Plástico laminado metálico	0.3%	<b>0.4%</b>	0.5%	0.34%
Tierra/polvo en general	9.4%	<b>12.1%</b>	14.8%	12.47%
Escombros	2.0%	<b>2.3%</b>	4.3%	9.44%
Material No reconocible	0.9%	<b>1.3%</b>	1.8%	2.06%
Higiene humana	8.2%	<b>9.5%</b>	10.7%	6.00%
Residuos electrónicos	0.2%	<b>0.3%</b>	0.4%	0.56%
Foco/lámparas	0.0%	<b>0.1%</b>	0.1%	0.16%
Materiales toxico-infeccioso	0.2%	<b>0.5%</b>	0.7%	1.31%
Materiales peligrosos	0.0%	<b>0.8%</b>	1.7%	4.51%
Textil general	2.9%	<b>4.0%</b>	5.1%	4.99%
Calzado	0.3%	<b>1.0%</b>	1.6%	2.91%
Metal Ferroso	0.5%	<b>0.6%</b>	0.7%	0.57%
Metales No ferrosos	0.3%	<b>0.6%</b>	0.8%	1.04%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>		

\*N=86. IC95%: Intervalo de confianza al 95%. DS: Desviación Estándar.

Simultáneamente a la medición del peso proporcional, se calculó la densidad volumétrica (DV) de los residuos. Los RSUD mezclados, sin compactación y sin retirar bolsa o contenedor en el que se recolectaron, en promedio, mostraron una DV de 0.113 ton/m<sup>3</sup>

$\pm 0.043 \text{ ton/m}^3$ . Por otra parte, posterior a la clasificación, una vez libres de bolsas o contenedores, los RSUD mezclados mostraron una DV promedio de  $0.214 \text{ ton/m}^3 \pm 0.082 \text{ ton/m}^3$ . Los valores por sub-producto se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Densidad volumétrica de los RSUD por sub-producto:

Densidad Volumétrica RSUD en ton/m <sup>3</sup> . N=86	-IC95% ton/m <sup>3</sup>	Media ton/m <sup>3</sup>	+IC95% ton/m <sup>3</sup>	±(dS) ton/m <sup>3</sup>
RSUD con bolsa	0.107	<b>0.113</b>	0.118	0.043
RSUD SIN bolsas	0.142	<b>0.214</b>	0.308	0.082
Cocina sin retirar impurezas	0.192	<b>0.205</b>	0.218	0.059
Cocina libre de impurezas	0.378	<b>0.424</b>	0.471	0.047
Poda/Jardín	0.113	<b>0.134</b>	0.156	0.101
Aceite contenido	0.036	<b>0.050</b>	0.065	0.069
Otros Orgánicos	0.198	<b>0.221</b>	0.244	0.105
Madera	0.145	<b>0.168</b>	0.190	0.106
Papel	0.044	<b>0.062</b>	0.080	0.084
Cartón y similares	0.037	<b>0.044</b>	0.051	0.033
Tetrapack	0.031	<b>0.035</b>	0.038	0.016
Líquidos en general	0.208	<b>0.246</b>	0.284	0.177
Vidrio	0.287	<b>0.322</b>	0.357	0.163
PET	0.028	<b>0.032</b>	0.036	0.018
PS	0.013	<b>0.015</b>	0.017	0.008
PP	0.043	<b>0.054</b>	0.065	0.050
PVC	0.118	<b>0.150</b>	0.181	0.147
PEBD	0.018	<b>0.021</b>	0.024	0.014
PEAD	0.040	<b>0.048</b>	0.055	0.034
Otros plásticos	0.074	<b>0.101</b>	0.129	0.128
Llantas	0.170	<b>0.175</b>	0.180	0.024
Caucho/hule	0.145	<b>0.183</b>	0.221	0.177
Plástico compuesto >3 materiales	0.100	<b>0.128</b>	0.157	0.131
Plástico laminado metálico	0.014	<b>0.016</b>	0.019	0.011
Tierra/polvo en general	0.443	<b>0.496</b>	0.549	0.223
Escombro	0.416	<b>0.740</b>	1.064	0.431
Material No reconocible	0.121	<b>0.139</b>	0.157	0.084
Higiene humana	0.080	<b>0.090</b>	0.099	0.043
Residuos electrónicos	0.162	<b>0.202</b>	0.242	0.184
Foco/lámparas	0.110	<b>0.135</b>	0.159	0.115
Materiales toxico-infeccioso	0.101	<b>0.131</b>	0.161	0.138
Materiales peligrosos	0.155	<b>0.188</b>	0.221	0.152
Textil general	0.098	<b>0.109</b>	0.121	0.053
Calzado	0.158	<b>0.178</b>	0.199	0.097
Metal Ferroso	0.181	<b>0.204</b>	0.226	0.105
Metales No ferrosos	0.132	<b>0.164</b>	0.197	0.152

\*N=86. IC95%: Intervalo de confianza al 95%. DS: Desviación Estándar.

En materia de política pública, es de gran interés destacar si existe un sector particular de la sociedad que pueda tener influencia en las variables de medición y que por tanto pudiera

requerir de acciones o estrategias particulares, para garantizar el resultado deseado de un determinado proyecto. Al comparar la composición relativa de residuos entre Rangos de Pobreza, así como entre Valores Catastrales (1-\$100/m<sup>2</sup>, \$101-\$200/m<sup>2</sup>, \$201-\$300/m<sup>2</sup>, \$301-\$400/m<sup>2</sup>, \$401-\$500/m<sup>2</sup>, \$501-\$600/m<sup>2</sup>, \$601-\$1000/m<sup>2</sup>, \$1001-\$2000/m<sup>2</sup>, más de \$2001/m<sup>2</sup>), no se encontró diferencia ( $p < 0.05$ ) por categorías, ni por sub-productos en ambos casos (Las pruebas estadísticas no se muestran en el presente documento). Por lo que, de acuerdo con estos datos, no hay evidencia suficiente que indique que sea necesario sectorizar campañas de educación ambiental en materia de generación de residuos. El número de colonias muestreadas aleatoriamente, asociadas al valor catastral se enlista en la Tabla 4.

Tabla 4. Colonias muestreadas, asociadas al valor catastral.

Número de colonias	Valor catastral*
5	\$1.00 - \$100.00 por m <sup>2</sup>
17	\$101.00 - \$200.00 por m <sup>2</sup>
18	\$201.00 - \$300.00 por m <sup>2</sup>
11	\$301.00 - \$400.00 por m <sup>2</sup>
13	\$401.00 - \$500.00 por m <sup>2</sup>
19	\$501.00 - \$600.00 por m <sup>2</sup>
8	\$601.00 - \$800.00 por m <sup>2</sup>
7	\$801.00 - \$900.00 por m <sup>2</sup>
11	\$901.00 - \$2000.00 por m <sup>2</sup>
10	> \$2,001.00 por m <sup>2</sup>

\*Valores catastrales tomados de Unidad Catastral Municipal / Dirección De Ingresos 2019.



Disposición de residuos, al final de cada evento de separación. DGMA.

### 3.1 Registro y evidencias.

A la par de cada evento de muestreo, se llenó una bitácora de recolección en la que se anotó horarios de recolección, colonia y eventos destacables durante el proceso del muestreo. (La bitácora y hojas de muestreo se encuentran en archivo físico en la DGMA y no se muestran en este documento)

### 3.2 Otros eventos de caracterización

Este proyecto de caracterización de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Torreón, no es el primero en realizarse. Se tiene registro y documentación de dos eventos más.

El primero, fue en septiembre del 2009, a cargo de la empresa “SUSTENTA, Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos A.C” en colaboración con la Universidad Ibero-americana campus Laguna y R. Ayuntamiento de Torreón, en la administración 2005-2009 de José Ángel Pérez Hernández, militante del PAN.

Este estudio se realizó con los residuos generados en 3 colonias; Moderna, Estrella y San Isidro, las cuales se consideraron como muestra representativa de un estrato socioeconómico bajo, medio y alto respectivamente. Aunado a estas 3 colonias, también se tomó muestra del Mercado Juárez. El muestreo se llevó a cabo del 17 al 18 de septiembre del 2009. De las colonias se acopió una muestra de 117.54kg y del mercado una muestra de 50.72kg.

El segundo evento de caracterización de residuos del que se tiene registro se hizo poco después de finalizar el presente trabajo, en diciembre del 2019. Este evento se realizó por la empresa ECOCE A.C., que es una empresa dedicada a crear y difundir programas educativos ambientales, campañas de comunicación, rescates ecológicos (jornadas de limpieza) y eventos informativos para prevenir la disposición incorrecta de los residuos de manejo especial y aprovecharlos en el reciclaje. Esta compañía fue creada por un grupo de empresarios dedicados a la industria del plástico, por lo que el enfoque de ECOCE obedece a los intereses de dicho grupo. En este caso, el muestreo se hizo dentro del Relleno Sanitario de PASA que da servicio a la ciudad de Torreón, ubicado en la autopista Matamoros-Saltillo.



Figura 10. Método de separación y clasificación practicado por ECOCE. 08 de diciembre 2019, DGMA.

El muestreo se hizo del 7 al 8 de diciembre. La metodología que se empleó, aún no está publicada (Figura 10). Se sabe que como muestra, se usó el contenido total de 4 camiones de carga trasera del servicio de recolección. La caracterización fue particularmente enfocada a residuos derivados del petróleo, cartón, papel, metales ferrosos, metales no ferrosos y vidrio, el resto se clasificó como “no valorizables”. En esta última categoría, se mezclaron subproductos como inertes, orgánicos, madera por mencionar algunos.



Los resultados descritos en este documento difieren con los trabajos antes descritos. Esta situación puede estar relacionada con el tipo de metodología empleada, particularmente en el tamaño, la representatividad estadística y distribución de la muestra, aunado a las consideraciones particulares, por lo que realizar una comparación entre trabajos resulta difícil. Cualquier comparación que quisiera realizarse deberá primero considerar el análisis detallado de la metodología empleada en todos los estudios para delimitar puntos de incertidumbre.

## 4. CONCLUSIÓN

La cantidad de residuos acopiados, la extensión territorial cubierta, el número de muestras y el escrutinio metodológico, aseguran que este proyecto genera información más precisa, con robustez estadística, que puede ser usada para plantear proyectos en materia de Gestión Integral de Residuos, mismos que pueden resultar en una toma de decisiones más racional que beneficie al ambiente y a la sociedad, aunado a un ahorro al erario publico.

### 4.1 ¿Qué sigue?

De lo descrito en este documento, llama la atención que, entre 44.1% y 50.4% de los residuos generados a nivel doméstico en la ciudad de Torreón, están compuestos por residuos orgánicos, es decir, residuos de alimentos, poda, excretas, cadáveres de animales, aceites comestibles, entre otros.

Una importante proporción entonces de los residuos sólidos urbanos puede ser valorizada a través del tratamiento de residuos orgánicos con procesos biológicos de menor demanda tecnológica como lo es la digestión aerobia, también conocida como compostaje. Esta estrategia de tratamiento de residuos usualmente requiere de poca inversión, espacios extensos a cielo abierto, alejados de la urbe, pero con fácil acceso. La tecnificación puede ser gradual y requiere de relativamente poco personal operativo.



Figura 11. Camión descargando residuos orgánicos en planta de composta Bordo Poniente de la Ciudad de México. Trabajo en campo, 28/11/2016.

Ciudades como la Ciudad de México (Figura 11), Jalisco, Mérida, Jalapa, Cuernavaca, Querétaro, Aguascalientes y Toluca, han optado por el compostaje de residuos orgánicos a nivel municipal, ya que es una tecnología ampliamente desarrollada en la actualidad y ha probado ser una alternativa que, de llevarse a cabo de forma efectiva, resulta en un beneficio ambiental y económico para la sociedad que lo genera.

El tratamiento exitoso de residuos sólidos urbanos a escala municipal, depende de la separación en fuente en al menos dos fracciones; orgánica e inorgánica.

Es necesario iniciar con un programa permanente de separación en fuente de RSUD en toda la ciudad. A la par, se deben establecer acuerdos con la empresa PASA para coordinar la recolección alternada de residuos separados, es decir, días alternados para la recolección de la fracción orgánica e inorgánica.

La DGMA ya cuenta con un plano estructurado para la instalación y operación de una planta de compostaje por aireación forzada a nivel municipal con capacidad de tratar hasta 2000 ton/mes. Es escalable de forma modular por lo que se puede iniciar a escala piloto (Figura 12).

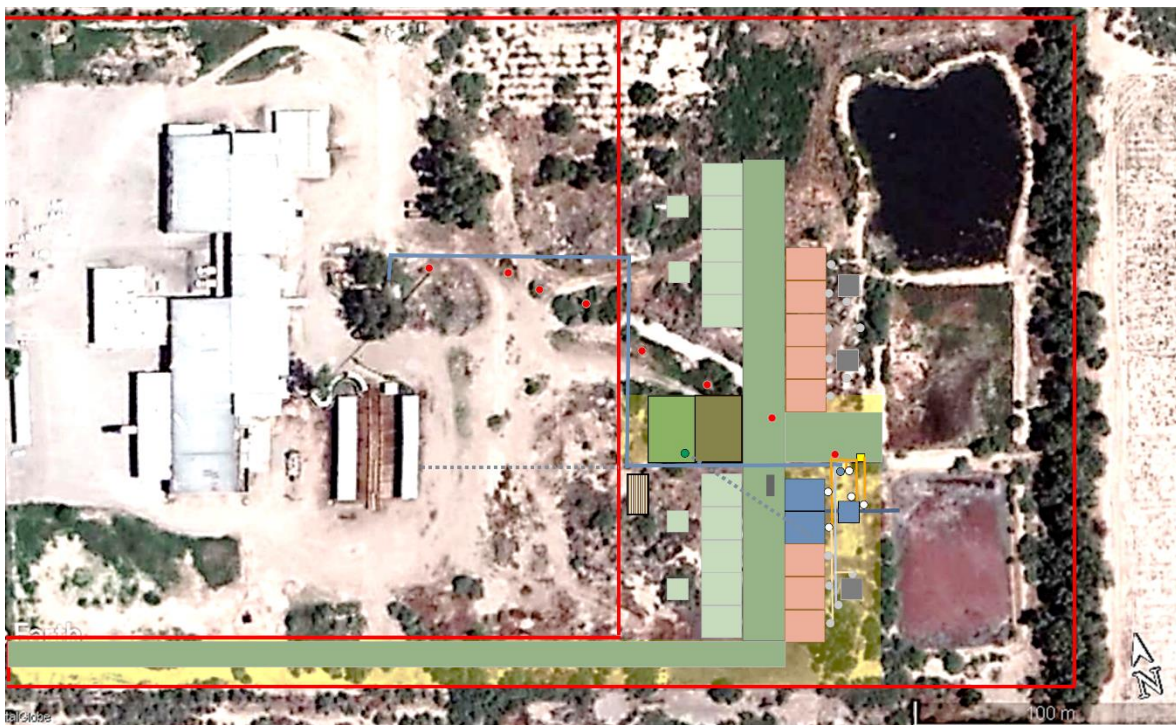


Figura 12. Proyección de Planta de Composta, capacidad de 2000 ton/mes. Rastro Municipal de Torreón. 2018, DGMA.

Los beneficios de una planta de composta en la ciudad no son solo ambientales y económicos, también mejora radicalmente la imagen pública y posicionamiento a nivel nacional.

#### 4.2 ¿Qué hay del resto?

Otros residuos como el PET, metales ferrosos y no ferrosos, son fácilmente valorizables en el mercado del reciclaje. En el caso particular de Torreón, estos representan el 1.5%, 0.6% y 0.6% del total de los residuos, respectivamente. Si se separase en fuente, en las dos fracciones descritas anteriormente, con una eficiencia del 50% del total de los residuos generados, resultaría fácil justificar la instalación de una planta separadora, sin embargo, no siempre es este el caso, por lo que otra opción, económicamente viable, es la instalación de una planta para la generación de Combustible Derivado de Residuos Municipales e



Industriales (CDR). El CDR es comúnmente utilizado para la fabricación de cemento, particularmente en los hornos de Clinker (Figura 13). Esto mediante el aprovechamiento del poder calorífico inferior de varios residuos como neumáticos usados, lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, aserrín, madera, textiles, papel, cartón y productos derivados del petróleo. Así mismo, se pueden usar combustibles líquidos, aceites minerales, aceites comestibles usados, solventes, pinturas, barnices entre otros.

Es posible realizar convenios con empresas cementeras de la región para la instalación y operación de plantas de CDR, que resulten en el aprovechamiento de una fracción valorizable de los RSUD, que ocupa más del 20% del total.

La información descrita en este documento es la base para tener un primer acercamiento a proyectos y acciones municipales dirigidas a una gestión integral de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Torreón.



Figura 13. Planta prensadora de residuos sólidos para la generación de CDR. Descarga el 16/01/20. Recuperada de <https://img.gruporeforma.com/imagenes/elementorelacionado/5/473/4472047.jpg>





Personal operativo del muestreo de RSUD 2019-2020. DGMA.

## REFERENCIAS

CONAPO (2019). Proyecciones de población en Zona Metropolitana. Recuperado de: [www.conapo.gob.mx/imagenes/Proyecciones\\_de\\_Poblacion\\_ZM](http://www.conapo.gob.mx/imagenes/Proyecciones_de_Poblacion_ZM). Consultado el 02/12/19

CONEVAL (2015). Medición de Pobreza a nivel municipio 2010 – 2015. Recuperado de: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipal.aspx>. Consultado el 02/03/19

Durán, A., Garcés M., Velasco A., Marín J., Gutiérrez R., Gutiérrez A. & Delgadillo N. (2012) Mexico City's Municipal Solid Waste Characteristics And Composition Analysis Rev. Int. Contam. Ambie. 29 (1) 39-46, 2013.

Edjabou, M. E., Jensen, M. B., Götze, R., Pivnenko, K., Petersen, C., Scheutz, C., & Astrup, T. F. (2015). Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. Waste Management, 36, 12-23. doi: 10.1016/j.wasman.2014.11.009

European Commission (2004). Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool) - User Version. 5th Framework Program, EU, Vienna. Recuperado de [www.swa-tool.net](http://www.swa-tool.net). Consultado el 05/02/19.

INEGI, 2015. Encuesta Intercensal (2015). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015>. Consultado el 21/04/19.

Ledesma Velásquez, M. T., Saucedo Castañeda, G., & Tovar Gálvez, L. R. (2014). Composición y Generación de Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de México durante 2008-2009. Incluye los Generados en la Central de Abasto del D. F (2nd ed.). México City, México: UAM, UNAM, IPN.

Nordic Innovation Center (1995). Solid Waste, Municipal: Sampling and Characterisation Nordtest Method Nt Envir 001". Recuperado de: <http://www.nordtest.info/index.php/methods/item/solid-waste-municipal-sampling-and-characterisation-nt-envir-001.html>. Consultado el 05/03/19.

Ozcan, H., Guvenc, S., Guvenc, L., & Demir, G. (2016). Municipal Solid Waste Characterization According to Different Income Levels: A Case Study. Sustainability, 8(10), 1044. doi:10.3390/su8101044

## ANEXO 1 Itinerario de recolección de PASA

RUTA SUR	COLONIAS	HORARIO
1 sur	Cerro de Cruz	7:00
	Torreón Viejo	7:00
	20 de noviembre	10:00
	Miguel Hidalgo	10:00
	Victoria	13:00
	La Libertad	12:50
	La Maclovio Herrera	13:00
	Martínez Adame	10:00
	Aquiles Serdán	12:00
	Plan de Ayala	12:00
	Col. Ana	9:00
Anna	9:30	
2 sur	Antigua Aceitera	7:00
	Compresora	9:00
	Constancia	14:00
	San Joaquín	11:00
	Jacobo Meyer	11:00
	Caleras Solares	9:00
	Duranguña	10:00
	Vista Hermosa	10:00
Caleras Martínez Guadalupe	9:00	
3 sur	Diana María Galindo	13:00
	Nueva Creación	13:00
	Francisco I. Madero	8:00
	Zacatecas	12:00
	Col. Metalúrgica	10:00
	Vicente Guerrero	9:00
Braulio Fdez. Aguirre	13:00	
4 sur	Fuentes del Sur	7:00
	La Fuente	7:00
	Amp. Fuentes	7:00
	Impulso Comunal	9:00
	Bellavista	9:00
	Rancho La Merced	7:00
5 sur	Primera Rinconada	7:00
	Col. Rinconada	7:00
	Segunda Rinconada	8:00
	Nueva Creación	13:00
	La Morelos	11:00
	Polvorera	10:00
	José Ramírez Mijares	11:00
	Camilo Torres	11:00
	Buenos Aires	12:00
	La Fe	12:40
	Nvo. México	13:00
	Fco I. Madero	13:00
	Primero de mayo	12:00
Justo Sierra	12:00	
Diana Ma. Galindo	13:00	
6 sur	Vencedora	7:00
	Nva. Aurora	8:00
	Luis Echeverría	10:00
7 sur	Eduardo Guerra (de la Calle M a Paseo del Ángel)	9:00
	Valle Dorado	12:00
8 sur	Miguel Alemán	7:00
	Jesús Ma. Del Bosque	7:00
	Eduardo Guerra	9:00
9 sur	Las Julietas	7:00
	Amp. Las Julietas	7:00
	Villas La Merced	9:00
	Obispado	9:00
	Residencial Los Cedros	7:00
10 sur	La Merced	7:00
	Amp. Nueva Merced	9:00
	Lázaro Cárdenas	7:00
	Amp. Lázaro Cárdenas	9:00
11 sur	Santiago Ramírez	12:00
	Amp. Santiago Ramírez	12:00
	La Merced	7:00
	Las Flores Cooperativa	7:00
	La Merced	7:00
	Rincón De La Hacienda	9:00
	Hacienda Oriente	9:00
Residencial La Hacienda	9:00	
Residencial Tecnológico	12:00	

12 sur	Fovisste la Rosita	7:00
	Los Portales	7:00
	Quinta Isabela	7:00
	Casa Blanca	7:00
	Ángeles Residenciales	13:00
	Rincón Aurora	13:00
	Res. Florida Blanca	13:00
	Ex hacienda Antigua A	07:00
	Villas Residenciales	14:00
	Rincón La Rosita	14:00
	Provitec	12:00
13 sur	Amp. La Rosita	7:00
	Fovisste	7:00
	Residencial La Rosa	7:00
14 sur	Residencial Las Misiones	13:00
	Fracc. Roma	13:00
	Lucio Blanco	7:00
15 sur	Jardines de California	9:00
	Torreón Jardín	7:00
	Villas La Rosita	9:00
16 sur	Torreón Jardín	7:00
	Camp. La Rosita	7:00
	Palmas La Rosita	7:00
17 sur	Torreón Residencial	14:00
	Carmen Romano	6:30
	Lucio Cabañas	7:00
	Villas del Valle	7:00
	Res. Rincón del Desierto	7:00
	Residencial del Valle	9:00
	Rincón Del Valle	9:00
	San José	10:00
	Britania	10:00
	Quintas Del Desierto	10:00
	Nva. Corona	12:00
División del Norte	14:15	
Ex Hacienda La Merced	14:00	
18 sur	Sol de Oriente	9:00
	Viñedos De La Joya	9:00
	Joyas de Torreón	9:00
	Fracc. Joyas Del Bosque	9:00
	Joyas del Oriente	9:00
	Rincón De La Joya	9:00
	Villas Universidad Oriente	9:30
	Joyas del Desierto	10:00
	Villas De La Huerta	10:00
	Valle Oriente	6:30
19 sur	Residencial del Nazas	11:30
	Polígono Cd. Nazas 30 y 27	12:00
	Rincón de las Noas	14:00
20 sur	Frac. El Diamante	7:00
	Frac. El Castaño	7:00
	Frac. Villas San Diego	8:00
	Frac. Villas San Ángel	8:00
	Ejido La Joya	12:15
	Oscar Flores Tapia	12:30
	La Joya	12:15
Loma Real I y II	10:40	
21 sur	Prados del Oriente	9:00
	Villas la Merced	9:00
	Rincón la Merced	9:00
	La Rosita	7:00
	María Mercado de López Sánchez	12:15
22 sur	Santa Fe	13:00
	Cerradas Esmeralda	13:00
	Monte bello	14:00
	Residencial Linda vista	11:00
	Residencial del Norte	11:00
	Rincón la Merced	9:00
Mayran	16:30	



<b>23 sur</b>	Nva. Rosita	14:00
	Ejido Los Arenales	14:00
	Los Monasterios 1 Etapa	14:00
	Santa Sofía	9:00
	Frac. Las Isabeles	10:00
	Ex hacienda La Perla I, II, III Etapas	12:30
	Perla Mar del Norte	
	Ejido La Perla	12:30
Frac. La Perla	13:00	
<b>24 sur</b>	Monterreal	11:30
	Campo Nuevo Zaragoza II	9:30
	Zaragoza Norte	10:00
	Ejido Zaragoza	11:30
	Hacienda Santa María	10:00
<b>25 sur</b>	Las Dalias	7:00
	Amp. La Dalia	8:00
	La Dalia Oriente	8:00
	Las Luisas	10:00
	Las Brisas	12:00
<b>26 sur</b>	Campo Nuevo Zaragoza	7:00
	Rincón del Bosque	9:00
	La Rosita	7:00
	Los Periodistas	9:00
	Frac. Los Sauces	13:30
	Los Sauces	13:30
	Los Agaves	13:30
	La Latino	10:45
Conjunto Punta Diamante	7:00	
Cerrada Las Flores I y II	9:00	
<b>27 sur</b>	La Amistad	11:00
	Valle del Nazas	11:30
	Amp. Valle del Nazas	11:30
	Residencial los Secretos	12:00
	El Kiosco	12:00
	Chapultepec I, II, III Etapas	7:00
	Arboledas	12:00
	Quintas Laguna	12:00
	Frac. Chapultepec	7:00
	Rincón de los Nogales	7:00
Quintas del Nazas	10:00	
<b>28 sur</b>		9:00
	Villas Universidad I, II, y III Etapas	
	Villas Universidad Oriente I, II y III	9:00
	Sol de Oriente	
	Sol de Oriente III	9:00
	San Eduardo	9:00
	Sol de Oriente II, III	11:00
	Recintos Villas Universidad	9:00
	Quintas los Nogales	9:00
José de las Fuentes	7:00	
Veredas de la Joya	7:00	
	9:00	
<b>29 sur</b>	Amp. Zaragoza Sur	7:00
	Luis Donald Colosio	7:00
	Cuca Orona	9:00
	Jesús García Corona	9:00
	Amp. Nueva Merced	9:00
	Nueva Merced	9:00
	J. Luz Torres	11:00
	La Estrella	9:00
	El Pensador	11:00
Zaragoza Sur	7:00	

<b>30 sur</b>	Prados del Oriente	7:00
	Residencial del Norte	7:00
	Santa Elena	8:00
	El Oasis	8:30
	Quintas la Merced	8:50
	Santa Anita	8:50
	Villas de la Hacienda	10:00
	Lomas del Campestre	10:00
	La Orquídea	11:30
	Secc. 38	12:00
	Amp. Secc. 38	12:00
Parque Industrial Oriente	14:00	
<b>31 sur</b>	Quintas Monterreal	11:30
	Quintas la Perla	12:30
	Perlas del Oriente	12:30
	Villas de la Perlas	12:30
	Monterreal	11:30
Torres Zaragoza	9:00	
Villas Zaragoza	9:00	
<b>32 sur</b>	Campo Militar	6:30
	Ejido el Águila	7:00
	Jardines Universidad	7:00
	Villas del Sol	14:00
	Rancho Alegre	13:00
	Residencial Rancho	13:00
Alegre 1er. Etapa	14:00	
Nuevo Mieleras	14:00	
<b>33 sur</b>	Frac. sol de oriente	9:00
	Frac. joyas del bosque	9:00
<b>34 sur</b>	Col Zaragoza sur	8:30
	Col la Colosio	10:00
	Col J. luz torres	11:00

RUTA NORTE	COLONIA	HORARIO
<b>1 norte</b>	Col. Ampliación los Ángeles	07:00
	Col Ana	13:00
<b>2 norte</b>	La Moderna	07:00
	El Arenal	09:00
	Fco. Villa Pte.	10:00
	Esparza	11:00
	Eugenio Aguirre Benavides	12:00
<b>3 norte</b>	Nazario Ortiz Garza	14:00
	Las Margaritas	07:00
	Villa Jardín	09:00
	Nva. Los Angeles	10:00
<b>4 norte</b>	Granjás San Isidro	13:00
	San Isidro	07:00
	Nva. San Isidro	07:00
	Las Quintas	12:00
	Residencial Cumbres	11:00
	El Fresno	12:00
	Residencial El Fresno	12:00
	Quintas San Isidro	12:00
Residencial los Fresnos	12:00	
<b>5 norte</b>	Residencial Galerías	12:00
	El Tajito	07:00
	Palmas San Isidro	09:00
	San Luciano	11:00
<b>6 norte</b>	El Fresno Nte	12:00
	Jacarandas	07:00
	Los Nogales	07:00
	Amp. Los Nogales	07:00
	Leandro Rubirosa Wade	09:00
<b>7 norte</b>	Amp. Rubirosa Wade	09:00
	Las Alamedas	07:00
<b>8 norte</b>	Amp. Las Margaritas	13:00
	El Roble I y II	07:00
	Pról. Los Nogales	09:00
	Vila Jacarandas	10:00
	Paraíso del Nazas	12:00
<b>9 norte</b>	Universidad	13:00
	Moctezuma	07:00
	Abastos	10:00
<b>10 norte</b>	Tierra y Libertad	12:00
	Navarro	07:00
	La Estrella	09:00
<b>11 norte</b>	Santa María	11:00
	Las Magdalenas	07:00
	La Estrella	11:00
<b>12 norte</b>	Bocanegra	13:00
	Los Angeles	07:00
	Calz. Colon a Comonfort	09:00
<b>13 norte</b>	Bldv. Revolución a Blvd. Independencia	11
	Calz. Cuauhtémoc a Calle La Opinión	07:00
<b>14 norte</b>	Bldv. Revolución a Diag. Reforma	11:00
	Comonfort a Calz. Cuauhtémoc	09:00
<b>15 norte</b>	Bldv. Revolución a Blvd. Independencia	11:00
	Calle La Opinión a Calz. Juanbelz	09:00
<b>16 norte</b>	Bldv. Revolución a Diag. Reforma	11:00
	San Marcos	07:00
	Nvo. Torreón	09:00
<b>17 norte</b>	Tierra y Libertad	07:00
	Carolinas	09:00
	Francisco Villa	11:00
<b>18 norte</b>	Allende Salvador	07:00
	Elsa Hernández	09:00
	Carolinas	09:00

<b>20 norte</b>	Elsa Hernández	07:00
	Palmas Aeropuerto	08:00
	Nva California	09:00
	Col. California	10:00
	Villa California	10:00
<b>21 norte</b>	Fracc. Nva. California	11:00
	Las Torres	07:00
	Las Torres II	09:00
	Felipe Ángeles	11:00
<b>22 norte</b>	Fracc. Nva. California	12:00
	Frac. Las Lomas	08:40
	Frac. Loma Real	10:40
	San Felipe	11:00
	Nva. California	07:00
<b>23 norte</b>	Las Torres I y II	09:00
	Gustavo Díaz Ordáz	09:00
	Satélite	07:00
	Puerta Real	09:00
	Res. Los Portones	09:00
	Rincón San Salvador, Los Portones	10:00
	Residenciales II y III	
	Quintas San Antonio II y III	
	Puerta de Hierro	
	Ejido San Antonio de los Bravos	12:00
Fidel Velázquez	12:00	
<b>24 norte</b>	Res. Santiago	12:35
		13:00
		14:00
	Satélite 1 Y 2	07:00
	Nvo Allende	09:00
	Torreón 2000	10:00
	El siglo	10:00
	Ejido Allende	10:45
	Zona Industrial	07:00
	Ejido Ana	09:30
Magisterio Ibero	10:00	
<b>25 norte</b>	Ejido Los Rodríguez	10:00
	Fracc. Villas de la Ibero	12:00
	Rincón San José	12:00
	Fracc. Las Isabeles	07:00
	Country Frondoso	07:00
	Villa Florida	07:00
	Nva Laguna Norte	13:00
	Nva. Laguna Sur	13:00
	Fracc. Frondoso	07:00
	Fracc. Las Quintas	07:00
Bugambilias	07:00	
<b>26 norte</b>	Quintas Anna	07:00
	Villas Santorini	07:00
	Fracc. Rincón San Ángel	09:00
	Residencial Santa Bárbara I, II, III	09:00
	San Marino	08:00
	Fracc. Residencial la Ibero	09:00
	Quinta Isabela	10:00
	Ejido Unión	10:00
	Fracc. La Muralla	06:30
	Fracc. La Cima	09:00
El Campanario	09:00	
Ejido El Ranchito	10:00	

<b>27 norte</b>	Ejido Albia	06:30
	Villas del Renacimiento	07:00
	Club de Golf Azulejos	07:00
	Ejido La Concha	06:30
	Fracc. Lagos 1ra. Etapa	10:00
	Flores Magón	10:00
	La Arboleda	10:00
	Paso del Águila	11:00
	Res. Senderos I, II	12:15
	Fracc. La Ciénega	12:15
	Campañas Iberias	12:15
	Amp. Senderos	12:15
	Hacienda el Rosario	13:00
<b>28 norte</b>	Jardines del Sol	08:00
	Fracc. Ana	09:30
	Fracc. La Paz	03:45
	Ejido Providencia	03:45
	Ejido El Perú	09:30
	Ejido la Palma	11:00
	La Partida	10:00
Ejido El Pacífico	09:30	
<b>29 norte</b>	Ejido San Luis	12:45
	Los Virreyes	12:45
	Los Laureles	13:00
	Quintas Campestre	13:00
	Villas de los Pinos	13:00
	Ejido La Libertad	09:00
	Los Viñedos	09:00
	Cerrada las Palmas II	10:00
	Oyamel	10:00
	Real San Agustín	09:00
	Ejido San Agustín	12:15
	San Agustín I Y II	12:15
	Residencial Palma Real	10:00
Villas San Agustín	09:00	
Los Alebrijes Residencial	08:30	
<b>30 norte</b>	Valle Verde	08:00
	La Mina	08:00
	Valle Revolución	10:00
	Las Cortinas	11:00
	Fracc. La Amistad	11:00
<b>31 norte</b>	Pedregal del Valle	09:00
	El Pedregal	09:00
	Villas de la Joya	09:00
	Villas Centenario	07:00
	Las Aves I y II	09:00
	Residencial Victoria	13:00
	Rincón del Pedregal	09:00
Polígono 24 Ciudad Nazas	12:00	
<b>32 norte</b>	Polígono 24ª Cd. Nazas	12:00
	Villas Centenario	07:00
	Hacienda La Noria	08:00
	Fracc. La Noria	08:00
	Ex hacienda La Joya	12:30
	Ejido Santa Fe	13:00
	Villas del Sol I Y II	14:00
	Real del Sol	15:30
	San Amando	14:00
	San Armando II	14:00
Viñedos de la Vega	14:00	
<b>33 norte</b>	Col jardines del sol	08:00
	Fracc los Alebrijes	10:00
	Ejido el rancho Anna	09:30



## ANEXO 2 Colonias Visitadas

1ra de Cobián	Eugenio Aguirre Benavides	Residencial Las Torres Sec 2
1ra de mayo	Ex hacienda La Perla	Residencial Santa Bárbara
28 de abril	Felipe Ángeles	Residencial Victoria
2da de Cobián	Fidel Velázquez	Rincón de las Noas
3ra de Cobián	FOVISSSTE la Rosita	Rincón La Merced
Abastos	Fraccionamiento Las villas	Rocío Villarreal
Alamedas	Fraccionamiento Alebrijes	Roma
Ampliación la Joya	Fraccionamiento Las Lomas	San Felipe
Ampliación Senderos	Francisco I Madrero	San Isidro
Ampliación Valle de Nazas	Francisco Villa	San Joaquín
Ampliación Las Margaritas	Francisco Villa Poniente	San Marcos
Ana	INFONAVIT Nueva California	Santa Fe
Antigua Aceitera	Jacarandas	Santa Lucia
Braulio Aguirre	Jardines de California	Santa María
Caleras Solares	Jardines del Sol	Santiago Ramírez
Camilo Torres	Jardines Universidad	Santiago Ramírez
Campestre La Rosita	José Luis Torres	Segunda Rinconada La Unión
Campo Nuevo Zaragoza	Joyas de Oriente	Senderos
Campo Nuevo Zaragoza II	La Amistad	Tercera de Cobián
Carmen de López Portillo	La Constancia	Torreón Jardín
Carolinas	La Merced	Torreón Nuevo
Cerro de la Cruz	La Mina	Torreón Residencial
Col. Nueva los Ángeles	Laguna Sur	Valle de Nazas
Compresora	Las Margaritas	Valle Oriente
Dalias	Las Orquídeas	Valle Revolución
Dalias Oriente	Las Villas	Vicente Guerrero
Diana Galindo	Lázaro Cárdenas	Villa Centenario
División del Norte	Loma Real	Villa Florida
Eduardo Guerra	Loma Real II	Villa San Agustín
Ejido Allende	María Mercado de López	Villa Zaragoza
Ejido Ana	Moctezuma	Villas de la Huerta
Ejido El Tajito	Moderna	Villas la Merced
Ejido La Joya	Navarro	Villas Universidad
Ejido La Paz	Nueva California	Zaragoza
Ejido La Unión	Nueva los Ángeles	Zaragoza Sur
Ejido San Agustín	Oscar Flores Tapia	
Ejido St. Ant. de Los Bravos	Palmas San Isidro	
Ejido San Luis	Primera Rinconada La Unión	
Ejido Zaragoza	Primitivo Cobián	
El Fresno	Quinta San Isidro	
El Secreto Residencial	Real del Sol	
Estrella	Residencial Camp. la Rosita	



DIRECCIÓN GENERAL  
DE MEDIO AMBIENTE.



**Torreón**  
CIUDAD EN EQUIPO  
ADMINISTRACIÓN 2019-2021



DIRECCIÓN GENERAL  
DE MEDIO AMBIENTE.