

Title: Study of the dynamics of urban solid waste management considering the characterization of the collection routes in the municipality of Huatusco, Veracruz

Authors: ESPINOZA-CORTES, Claudia Sofía, VICHQUI-CALDERON, María Guadalupe, SOLIS-JIMENEZ, Miguel Ángel, CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio and TEJEDA-GARCIA, Rafael

Editorial label RINOE: 607-8695

BECORFAN Control Number: 2023-03

BECORFAN Classification (2023): 111213-0301

Pages: 13

RNA: 03-2010-032610115700-14

RINOE - Mexico

Park Pedregal Business. 3580-
Adolfo Ruiz Cortines Boulevard –
CP.01900. San Jerónimo Aculco-
Álvaro Obregón, Mexico City
Skype: MARVID-México S.C.
Phone: +52 1 55 6159 2296
E-mail: contact@marvid.org
Facebook: MARVID-México S. C.
Twitter: @Marvid_México

www.rinoe.org

Holdings

Mexico	Peru
Bolivia	Taiwan
Cameroon	Western
Spain	Sahara

Introducción

Desde la década de los años noventa la secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009) del gobierno Federal ha reconocido que México enfrenta grandes desafíos en el manejo integral de los residuos sólidos, esto a causa de:

- Altos costos asociados al funcionamiento de los sistemas de limpia pública
- Falta de conocimiento de parte de los encargados
- Desinterés de la ciudadanía
- Aumento de los índices de producción de residuos sólidos
- Consumo desmesurado
- Reducción de la vida útil de los productos, entre otros.

La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) es un tema sensible para las autoridades encargadas de su manejo, en la medida que representa un servicio indispensable para la población dadas sus repercusiones en la salud pública, el ambiente y la economía.

Introducción

La complejidad del sistema procede de las implicaciones sociales, económicas, tecnológicas y medioambientales que se relacionan con este.

En lo referente a la ciudad de Huatusco, Veracruz, se sabe que el incremento poblacional que ha tenido en los últimos años tiene como consecuencia el aumento en la generación per cápita de basura, esto empieza a ser un problema para los habitantes.

El presente proyecto se lleva a cabo con la finalidad de caracterizar el sistema de recolección de Residuos sólidos urbanos y con ello plantear propuestas a partir de un modelo dinámico de manera que del análisis de la información se puedan identificar posibles áreas de mejora en este sistema.

Introducción

Rutas de recolección.



Frecuencia de recolección



Programación de los horarios por zona



Insuficiente flota de vehículos recolectores



Elevados costos de operación

Se ha observado en distintos trabajos de investigación que el proceso con mayor incidencia es el que comprende las rutas de recolección.

Ruta 1 Cabecera Municipal



Ruta 2 Cabecera Municipal



Ruta 3 Zona Norte



Metodología

Trabajo de campo.

- I. Verificar el tipo y cantidad de unidades móviles encargadas de realizar la recolección de residuos y cotejar el mapa de rutas (en caso de tenerlo) o los registros relacionados al funcionamiento y costos de mantenimiento del sistema.
- II. Determinar la capacidad de carga de los vehículos.
- III. Configurar los GPS de manera correcta para un óptimo desempeño durante los recorridos e instalarlos debidamente en las unidades.
- IV. Identificar las rutas de recolección por medio de la plataforma de monitoreo digital correspondiente al dispositivo rastreador.
- V. Registrar la información recabada en una base de datos de Excel.

Obtención de datos

Ruteo con dispositivos de posicionamiento global (GPS)



Muestreo



Semana 1

Semana 2

Indicadores a obtener



Macrorutas y microrutas



Kilometraje



Consumo de diésel

RESULTADOS

Días y horarios
de recolección

Zona
comercial

Zona
Rural

Puntos
Rojos

Servicio continuo en
zona urbana de Lunes a
Domingo
Horario promedio de
6:00 a.m. a 15:00 p.m.



Recorrido vespertino
por las avenidas 1 y 2



Rutas los días
miércoles, viernes y
sábado.



Puntos focales en los que
comerciantes y habitantes
depositan sus residuos
después de que pasa el
camión recolector.



Resultados

Debido a que es una ciudad con un gran número de colonias y por ende de habitantes, la recolección se sectorizó en grandes zonas, estas zonas fueron delimitadas por el encargado del sistema de Limpia Pública y se logró corroborar su cumplimiento esto con base a los datos obtenidos por medio de los dispositivos GPS. Para fines ilustrativos se presentan las macro rutas y micro rutas de 2 días que representa mejor la operación del sistema de recolección actual.



Figura 1 Macro rutas lunes, Fuente *Google Earth*



Figura 2 Macro rutas Zona Urbana Viernes, Fuente *Google Earth*

Resultados

El sistema del servicio de limpia pública opera de manera cotidiana realizando la recolección mixta de los residuos, además se efectúa un barrido por las principales calles de la ciudad y posteriormente realiza la disposición final de los residuos recolectados en un relleno sanitario.

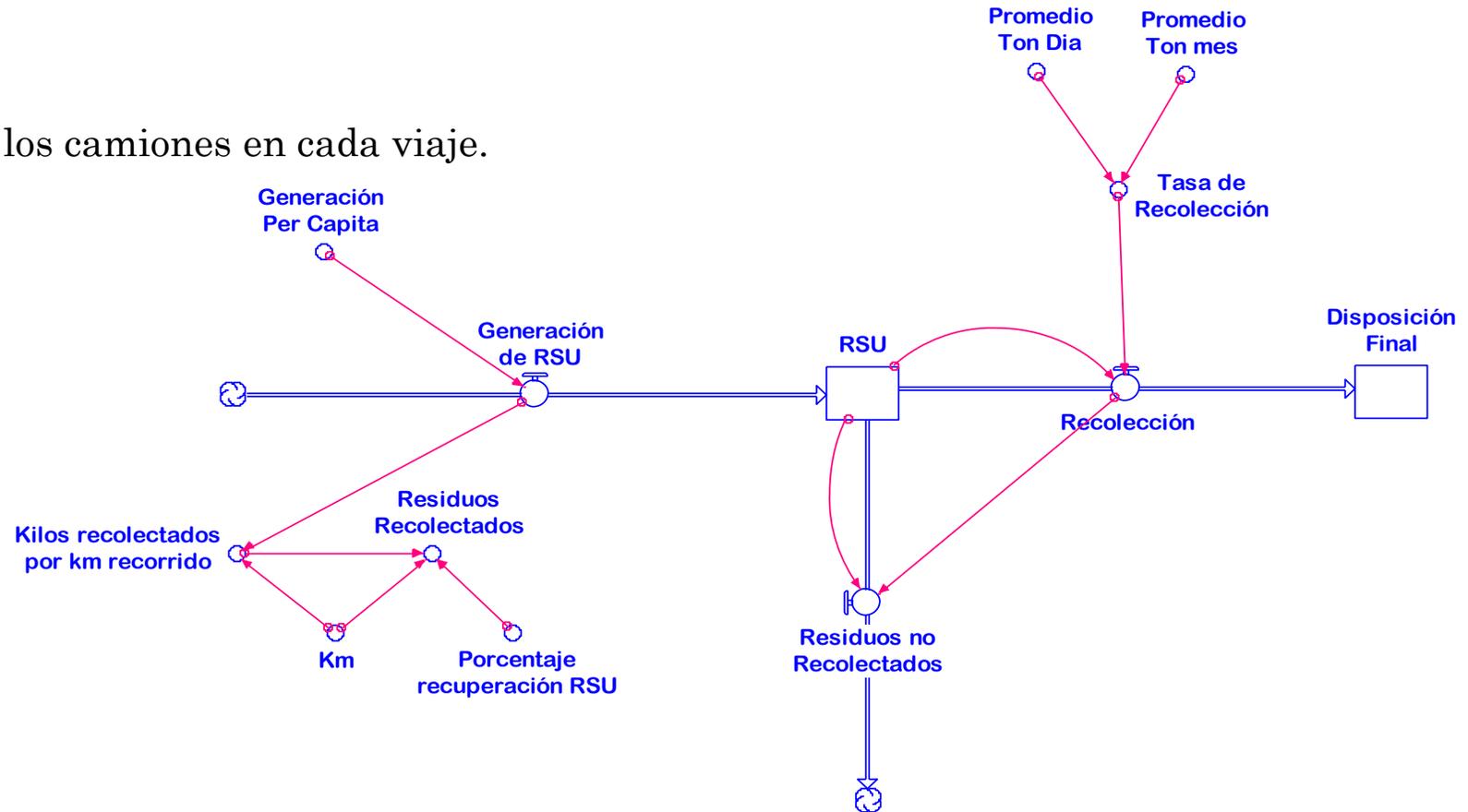
La propuesta de mejora contempla la separación de los residuos desde el origen, es decir se analiza que pasaría si se separa en residuos orgánicos e inorgánicos, considerando los diferentes tipos de residuos, así como los porcentajes que se están generando en el municipio, de manera que, con esta información se pueda ver el impacto que estas acciones puedan tener.

Para poder analizar mejor lo antes dicho se desarrolló un modelo de Forester representando la situación actual y un modelo donde se presentan las posibles mejoras que puede tener el sistema.

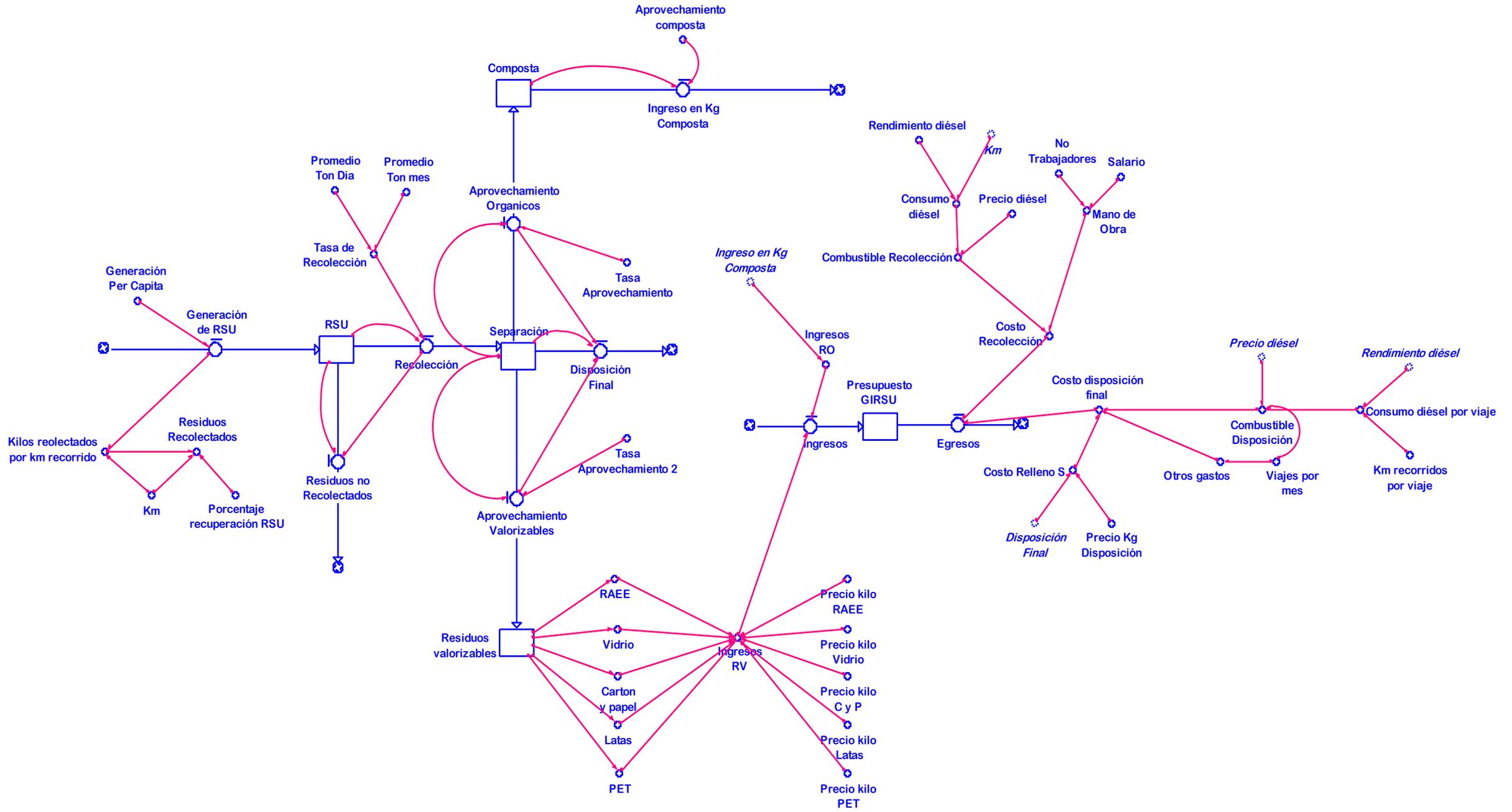
Resultados

El primer modelo se utilizó como información para alimentarlo, los datos con que cuenta actualmente el sistema de recolección de residuos sólidos:

- Kilos recolectados por kilómetros,
- Porcentaje de recuperación,
- Kilómetros recorridos,
- Toneladas que se recolectan
- Capacidad de carga con la que cuentan los camiones en cada viaje.



Resultados



Conclusiones

De los resultados alcanzados en esta investigación de acuerdo con los objetivos planteados se concluye que la obtención y análisis de la información es clave para apreciar el desempeño del sistema de recolección y ajustarlo oportunamente de acuerdo con las cambiantes necesidades del municipio que experimente a lo largo de su crecimiento tanto poblacional como comercial.

Por lo anterior al emplearse este tipo de dispositivos GPS se logra interactuar con un gran número de parámetros que tradicionalmente no son considerados como los efectos del tráfico en las distintas vialidades, el cambio del tipo de vehículos, el kilometraje en cada ruta que representa el gasto en combustible y dentro de los más importantes el cambio del método de recolección empleado con todas sus implicaciones, entre otros.

Una principal recomendación es la creación y divulgación de procesos y protocolos adecuados para la disposición y, cuando sea necesario, el manejo de los residuos que generan, de igual forma a través de este tipo de estrategias se pueden ofrecer alternativas para la disposición de los residuos tales como la creación de depósitos para residuos valorizables, formación de programas que enseñen el manejo de composta, entre otros.

Agradecimientos

Agradecemos al alcalde de la ciudad de Huatusco, Sr. Ventura Demuner Torres, por las facilidades otorgadas a través del departamento de Limpia Pública para la obtención de los datos para el desarrollo del proyecto.

De Igual forma, Agradecer al Tecnológico Nacional de México, así como al Gobierno del Estado de Veracruz quien a partir de la Convocatoria 2023: Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, brindaron el financiamiento para el desarrollo del proyecto.

Referencias

- Benitez Bravo, R., Gomez Gonzales, R., Rivas Garcia, P., & Botello Álvarez, J. E. (2017). Modelado Logístico y Ambiental de la Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos en el Área Metropolitana de Monterrey. Obtenido de <http://www.amica.com.mx/issn/Tabasco/AMI-118.pdf>
- Bravo Figueroa, V. L. (Agosto de 2021). Implementación de un modelo óptimo de recolección de desechos sólidos del cantón Milagro, Ecuador. Obtenido de Issuu: https://issuu.com/unigis_latina/docs/105079
- García, J. M. (2017). Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas: Dinámica de Sistemas con VENSIM PLE.
- Hernández Navarro, J. L. (2019). Sistema para Optimización de Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos Implementando Algoritmos Genéticos. Tesis, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas UPIIZ, Zacatecas, Zacatecas. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/28771/HERNANDEZ%20NAVARRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Márquez Benavides, L. (2011). ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Liliana-Marquez-Benavides/publication/308057682_Residuos_Solidos_Un_enfoque_multidisciplinario_Vol_I/links/57d853d708ae0c0081edfdf1/Residuos-Solidos-Un-enfoque-multidisciplinario-Vol-I.pdf
- Medina Bermúdez, Clara I. (1999). Manejo de residuos Sólidos. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Vol 8, no. 1 Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5313908>
- Pérez Arriaga, E., Racero Moreno, J., & Villa Caro, G. (2007). Los sistemas de recolección de residuos sólidos (los métodos y sus aplicaciones). CienciaUAT, 1(4), 58-60. Obtenido de <https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/472>
- Racero Moreno, J., & Pérez Arriaga, E. (Septiembre de 2006). Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios (Ecoeficiencia). Obtenido de Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización - ADINGOR: <http://adingor.es/congresos/web/articulo/detalle/a/804>
- Rondón T. E., Szató N. M., Pacheco J. F., Contreras E., Gálvez A., (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales de la CEPAL. Publicación de las Naciones Unidas ISSN 2518-3923 LC/L.4198 LC/IP/L.343 Copyright © Naciones Unidas, julio 2016. Todos los derechos reservados Impreso en Naciones Unidas, Santiago S.15-00804
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). Informe de la situación del medio ambiente en México: Compendio de estadísticas ambientales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://books.google.com.mx/books?id=cZrRQwAACAAJ>
- SEDESOL. (s.f.). Manual Técnico Sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales. Secretaría de Desarrollo Social. Obtenido de <http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf>
- Viñamagua Carrión, J. B., & Lucero Pastás, J. E. (Octubre de 2016). Diseño de un sistema de rutas de recolección de residuos sólidos en el cantón Cayambe. Obtenido de DSpace: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7518>



© RINOE-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of RINOE-Mexico., E: 94-443.F: 008- (www.rinoe.org/booklets)