

# Gestión de residuos sólidos urbanos: lecciones para la medición del retorno social de la inversión en la región

## Urban solid waste management: lessons for measuring the social return on investment in the region

Nancy Hochstrasser Castillo

Carlos Gabriel Borbon Morales

Isaías De la Rosa Gómez

Correspondencia: nycher@hotmail.com

Alumna de Postgrado de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Toluca. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9566-4181>

Correspondencia: cborbon@ciad.mx  
Profesor-Investigador. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6073-6672>

Correspondencia: kivodelarosa@yahoo.com  
Profesor-Investigador Titular C. Instituto Tecnológico de Toluca. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3572-5912>

**Fecha de recepción:**

19-mayo-2021

**Fecha de aceptación:**

08-noviembre-2021

### Resumen

A la hora de implementar modelos de desarrollo con base en empresas sociales, en el ámbito del medio ambiente y del territorio, es importante poseer una metodología que cumpla con la función instrumental de valorar, al menos de manera aproximada, el impacto de dichos modelos de gestión, brindando elementos para la toma de decisiones en la mejora de la política pública. Una vertiente de estos impactos en el medio ambiente es la generación y la gestión que eventualmente se hace de los residuos sólidos urbanos (RSU). Mientras en las economías desarrolladas redundan en la calidad de vida de sus habitantes, en los países en vías de desarrollo, las deficientes estrategias exhiben el deterioro del medio ambiente y problemas de salud pública. El objetivo de este artículo es evaluar de manera prospectiva el impacto económico, social y ambiental, de la instalación de una empresa social denominada Centro Integral de Residuos (CIR) en Mexicaltzingo, Estado de México. El Retorno Social de la inversión (SROI, por sus siglas en inglés), permite obtener un indicador positivo del retorno social de la inversión, que incluye principios de medición del valor extrafinanciero, mismo que conjunta el valor social, económico y el ambiental, respecto de las inversiones que se pretenden realizar.

**Palabras clave:** residuos, región, gestión, inversión.

### Abstract

When implementing development models based on social enterprises, in the field of the environment and the territory, it is important to have a methodology that fulfills the instrumental function of assessing, at least roughly, the impact of said models of management; providing elements for decision-making in the improvement of public policy. One aspect of these impacts on the environment is the generation and management that eventually becomes of urban solid waste (MSW). While in developed economies, it results in the quality of life of its inhabitants. In developing countries, poor strategies show deterioration of the environment and public health problems. The objective of this work is to prospectively evaluate the economic, social and environmental impact of the installation of a social enterprise called Integral Waste Center (CIR) in Mexicaltzingo, state of Mexico. The SROI (Social Return on Investment, for its acronym in English), allows to obtain a positive indicator of the social return on investment; that includes principles of measurement of the extra-financial value, same that combines the social, economic and environmental value, with respect to the investments that are intended to be made.

**Key words:** Waste, Region, Management, Investment.

## Introducción

### *La problemática de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)*

La generación de residuos sólidos urbanos en el mundo se estima en 2.01 mil millones de t/año, de los cuales solo una tercera parte se gestionan correctamente. De continuar esta tendencia, la cifra llegará a 3.4 billones de toneladas para 2050 (World Bank, 2018).

De ahí que la escasa gestión integral de residuos sea un problema que afecta la salud pública, el medio ambiente y las finanzas de los países. Su impacto se expresa en el agotamiento de recursos naturales, y en el cambio climático producto de emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros. En este sentido, un sistema avanzado de gestión de residuos se convertiría en un reductor neto de dichas emisiones. Un hecho que muestra la preocupación de la comunidad mundial incluye esta problemática en los objetivos de desarrollo sostenible en la agenda 20/30 de la ONU (Pon y Rica, 2019).

El informe sobre la economía del cambio climático exhibe escenarios nada halagüeños; de no frenar este fenómeno pernicioso, se puede llegar a la pérdida del 20% del PIB mundial anual (Caparrós, 2007). En este sentido, prácticamente se justifica cualquier sacrificio de la generación actual por un incremento en el bienestar de las generaciones futuras, denominado como equidad intergeneracional (Nordhaus, 2006; Dasgupta, 2007).

El tipo de composición de los RSU está determinado por factores tales como: nivel de desarrollo económico, normas culturales, territorio, fuentes de energía y clima, entre otros. Así, a medida que un país se urbaniza y las poblaciones incrementan sus niveles de ingreso, el consumo de materiales inorgánicos como plástico, papel y aluminio, también aumenta; mientras que la fracción orgánica disminuye relativamente (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). En consecuencia, para el World Bank (2018), los países de altos ingresos generan 32% de RSU mundiales de alimentos y desechos verdes, y 51% de desechos secos que podrían reciclarse, incluyendo plástico, papel, cartón, metal y vidrio. Así, los países de ingresos medios y bajos generan 56% de RSU provenientes de alimentos y desechos verdes, y 16% de los materiales secos.

Por otro lado, la experiencia de los países en desarrollo presenta escasas unidades de gestión como: centros de transferencia, plantas de reciclaje, y plantas de compostaje, por citar algunos ejemplos. Debido a que los procesos de reciclaje son relativamente costosos, y

evidencian poca sostenibilidad económica, la implementación del modelo de sustentabilidad se limita a la optimización de los costos (McDougall et al., 2001).

En México, se han realizado esfuerzos para avanzar en la GIRSU. En el ámbito jurídico se tiene un marco normativo, que involucra dos leyes: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); y Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos (LGPGIR). En ellas se legisló sobre la reducción, separación desde el origen y valorización de los residuos, con el propósito de minimizar el impacto en el medio ambiente y la salud humana (SEMARNAT, 2019).

No obstante a estos progresos, la misma SEMARNAT (2019) advierte que aún se requiere fortalecer el marco normativo; sobre todo incorporar instrumentos económicos que motiven la valorización integral de los recursos naturales, y las materias primas reciclables; articular los tres órdenes de gobierno para fomentar la gestión, capacitación e infraestructura; evaluar y monitorear el desempeño de los proyectos; responsabilizar al productor de los desechos de los productos; sensibilizar y concientizar a la ciudadanía; así como cumplir los requerimientos normativos para la disposición final de los RSU.

En México, según SEMARNAT (2020), se producen 120,128 t/día, más de la mitad de RSU provienen de desperdicios de alimentos y restos de jardines, y casi una tercera parte son plástico, vidrio, papel, cartón, textil y metal. Debido a su composición: 31.5% son reciclables, 46.4% orgánicos y 22.0% son no aprovechables. Se estima que se generan casi 1 kg/hab-día, donde 0.7 es de origen domiciliario, y 0.3 se origina fuera de los hogares. Cabe señalar que la entidad federativa que aporta más RSU es el Estado de México, con 16,739 t/día; es decir, casi 14% del total nacional; seguido de la Ciudad de México (CDMX) con 9,552 t/día, que representa 8% de país. De acuerdo a Hochstrasser et al. (2020), para el caso de Mexicaltzingo, uno de los municipios más contaminados del Estado de México, sus RSU se clasifican en: orgánicos 69%, inorgánicos 22%. Para el World Bank (2018), el reto de prevenir y/o reducir la generación de residuos debe ser la parte angular de una GIRSU, mejorando la calidad de estos, favoreciendo la reducción, reúso, reciclaje y recuperación de RSU. Para esta institución, el proceso debe iniciar con elaboración de diagnósticos y diseño de estrategias, que orienten el buen manejo de residuos.

### *Elementos conceptuales de la empresa social*

En el ámbito del desarrollo regional, los programas o proyectos ya sea conducidos por el gobierno, empresas u organizaciones no gubernamentales, llevan la finalidad de obtener impactos positivos. Al respecto, existen esfuerzos por dimensionar el valor en los ámbitos financiero, social y/o ambiental, ya sea por separado o colectivamente.

Al respecto, es importante argumentar que, de acuerdo con Teasdale (2012), la empresa social es un concepto que se utiliza para describir organizaciones que prestan servicios públicos, siendo pues organizaciones que combinan objetivos económicos, empresas con ánimo de lucro con conciencia social y empresas comunitarias que abordan los problemas sociales. Para Peattie y Morley (2008), las características definitorias de las empresas sociales descansan en la primacía de los objetivos sociales, la centralidad del comercio y el grado de control y propiedad democráticos.

De acuerdo con Mishra (2018), el término empresa social (ES) tiene múltiples definiciones en todo el mundo, pero hay tres temas comunes: una ES tiene un modelo de generación de ingresos, y su propósito principal es el bien social y ambiental, además de reinvertir las ganancias en la causa por la cual la empresa existe. El bien social y la sostenibilidad de la empresa están interrelacionados y son interdependientes, y deben coexistir para generar impacto social.

### *Centro Integral de Residuos (CIR): empresa social para el manejo de los RSU*

De acuerdo con las normas NTEA-20-SeMAGEM-RS-2019 y NTEA-21-SeMAGEM-RS-2019, el Gobierno del Estado de México impulsa la estrategia de instalar Centros Integrales de Residuos (CIR), a modo de una empresa social, con la finalidad de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, que provocan el cambio climático. Asimismo, promover el uso de tecnologías que mitiguen emisiones de metano permiten el aprovechamiento, tratamiento y la generación de energía eléctrica a partir de dichas emisiones.

De acuerdo con las normas arriba mencionadas, solo se podrán instalar CIR en municipios de más de 100,000 mil habitantes, salvo que, por considerarse técnicamente adecuado para la operatividad de las Regiones Ambientales, lo determine la Secretaría. La

operación deberá considerar preferentemente un enfoque intermunicipal o regional para maximizar el aprovechamiento de la infraestructura que se instale, atendiendo los criterios de economía de escala y de proximidad.

Se espera que, para el caso del municipio de Mexicaltzingo, los productores de chicharrón y carne del municipio estén integrados al CIR, con el fin de utilizar sus residuos cárnicos con para generar gas natural y aprovechar los sub-residuos como los huesos y la sangre para alimento de ganado. Además de fomentar la cooperación con los Centros de Acopio locales y de Compostaje Regional a fin de reducir los envíos a los Rellenos Sanitarios RESA y poder diversificar los beneficios locales para emprendedores, lo que propiciaría la generación de nuevos empleos. En este sentido, por cada tonelada de residuos frescos de matadero se puede producir el biogás equivalente a 87 litros de gasóleo (TECNIO, 2010).

En consecuencia, el objetivo del presente artículo es determinar el retorno social de la inversión del programa de limpia pública; como instrumento de evaluación prospectiva de la rentabilidad extrafinanciera del Centro Integral de residuos sólidos, municipio de Mexicaltzingo, Estado de México, para el periodo de 2022 a 2026. Este documento está integrado por tres secciones: la primera se destina al método de prospección SROI, utilizado para estimar los costos futuros, y el cálculo de lo que representa invertir recursos monetarios actuales, recurso humano y organización social; para mitigar el problema de contaminación futura en el municipio en cuestión. En la segunda se presentan los resultados, contabilizando: inversiones en infraestructura, mano de obra, insumos, materiales, y demás actividades que se podrían realizar, a fin de lograr el cambio social en pro de la mejora en la gestión de los residuos. En la tercera sección se especifican las conclusiones y recomendaciones

## **1. Metodología**

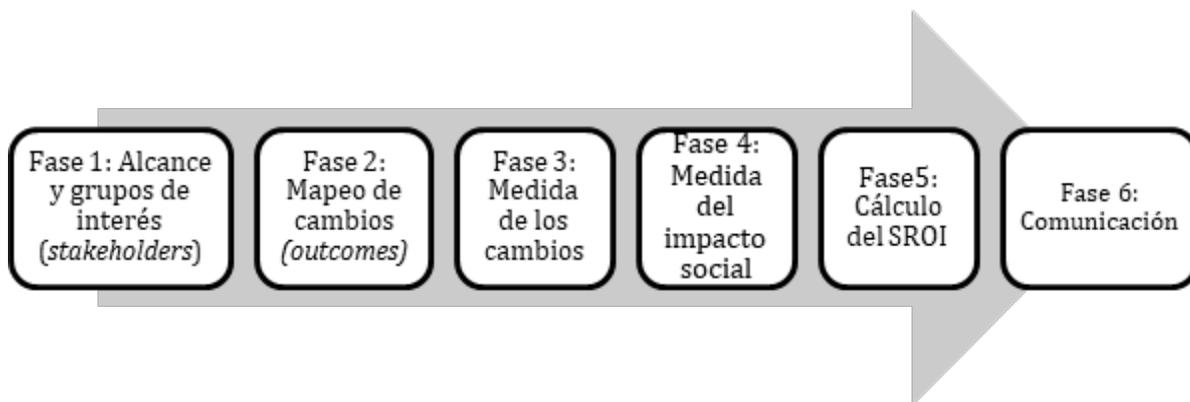
Comprender el impacto social, económico y ambiental es una labor ardua y no tiene una definición única. Existen varios métodos para medir el impacto en todo el mundo; sin embargo, ninguno de ellos es de naturaleza universal. En consecuencia, se requiere avanzar en la aplicación de metodologías incluyentes, donde confluyan la contabilidad de costos financieros y extrafinancieros, como los sociales y medioambientales.

En este caso se utiliza la herramienta SROI, la cual permite valorar elementos económicos, sociales y ambientales. La información de índole cualitativa se obtuvo mediante

entrevistas abiertas, realizadas a diversos actores involucrados: funcionarios públicos, organizaciones no gubernamentales, hogares, contratistas privados, empresas de reciclaje, organizaciones del sector informal, y microempresas. Por su parte, los datos cuantitativos se recolectaron mediante la aplicación de cédulas de información a la población del municipio en 2019.

La muestra consistió en 154 hogares, que representan el 7.1% de las 2,167 viviendas del municipio de Mexicaltzingo. El instrumento de 45 reactivos se compone de dos secciones: características atributivas del hogar y formas de gestión de sus residuos sólidos urbanos. Además, se realizaron talleres focales con grupos de interés, con el objetivo de detectar indicadores *proxy* de costos. Para alcanzar el objetivo de esta investigación, se realizó un análisis prospectivo siguiendo las etapas indicadas en el SROI, mismas que se presentan en la Figura 1, con base en Nicholls et al. (2009):

**Figura 1. Fases para la construcción del diseño y cálculo del SROI**



Fuente: Nicholls et al. (2009).

- Fase 1. Alcance y grupos de interés (*stakeholders*): la identificación de estos agentes o grupos implica que ellos puedan encabezar un cambio, positivo o negativo, para la GIRSU, así como la descripción de sus resultados (*outputs*) y las inversiones (*inputs*) que están dispuestos a realizar.
- Fase 2. Mapeo de cambios (*outcomes*): esta etapa comprende la descripción de los cambios que han experimentado los *stakeholders*, gracias a la ejecución de las actividades y acciones del programa de limpia pública.

- Fase 3. Medida de los cambios: de acuerdo con la guía de Nicholls et al. (2012), se identificó un indicador para medir los cambios, a fin de saber qué proxy financiero es útil para valorar el cambio y darle un valor monetario.
- Fase 4. Medida del impacto social: de acuerdo con los cambios propuestos, estos se dividen en costos e ingresos, los cuales tienen un porcentaje de variación de acuerdo con el peso muerto, atribución y decrecimiento, a fin de conocer el real impacto total. Cabe enfatizar que los mismos grupos de interés fueron quienes sugirieron estos porcentajes y opciones de cambio, a fin de estimar el valor actual de los impactos estructurados en este estudio.
- Fase 5. Cálculo de SROI: implica calcular los valores descontados y con esta información estimar el retorno social de la inversión, dividiendo el valor actual neto entre la inversión total.
- Fase 6. Comunicación de resultados: uno de los aspectos es la comunicación de resultados. La finalidad de este documento es presentar los resultados a la sociedad.

## **2. Resultados**

### *1.- Grupos de interés, inversión y cambios esperados*

El estudio de campo con los grupos de interés permitió recabar información sobre su quehacer, conocer cómo lo realizan, y registrar sus intenciones de cambio. En la Tabla 1 se presentan los grupos de interés que se seleccionaron como los principales actores, y posteriormente se describe para cada uno de ellos los cambios más importantes que estarían dispuestos a realizar, para coadyuvar a la GIRSU municipal.

**Tabla 1. Grupos de interés y sus alcances para mejoras de la GIRSU**

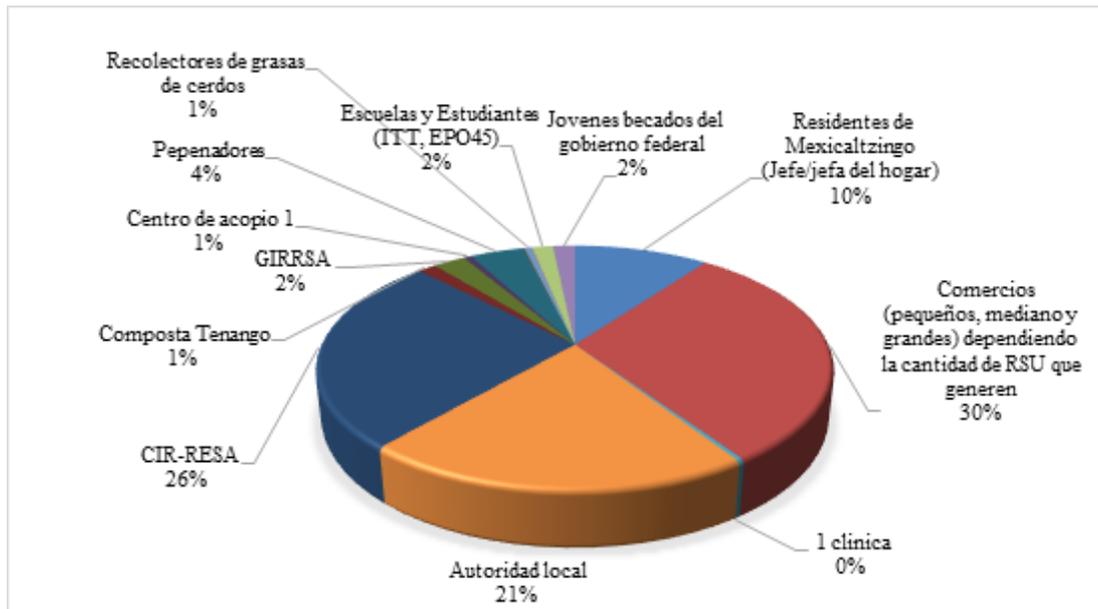
<b>Grupos de Interés</b>	<b>Cambios Principales</b>	<b>Inversión USD</b>
Residentes de Mexicaltzingo	- Pago de la cuota anual para tener un mejor servicio que incluya el tratamiento de RSU. - Pagar multas por mal manejo de RSU	62,034.05
	- Separación de residuos reciclables	
	- Capacitación en temas ambientales y separación de sus RSU	
	- Integración con el gobierno	
Pequeñas, medianas y grandes empresas	- Pago al ayuntamiento por servicio de recolección de sus RSU	185,549.03
	- Pago de multas por mal manejo de RSU - Los productores de chicharrón hacen un Centro de Valorización de residuos cárnicos	
Tianguis, mercados y restaurantes	- Separación y entrega al ayuntamiento de sus residuos orgánicos	1,146.84
	- Pago de multas por mal manejo de RSU	
Iglesia y/o Asociaciones	- Labor social	47.78
Clínica de salud	-El Centro de Salud paga por su colecta de RSU.	
Autoridad local	- Elaboración y aplicación de reglamento de limpia pública y programa de Gestión	126,660.03
	- Otorga incentivos para los trabajadores	
	- Publicidad del Programa de Gestión para separar los RSU	
	- Envíos de RSU al relleno sanitario RESA	
	- Administrar de manera funcional sus recursos humanos - Educación ambiental hacia el reciclaje	
CIR-RESA	- Creación de un CIR, que: separa, distribuye y comercializa los residuos - Incorporar empresas especializadas en RSU al CIR. -Se hace un solo gasto regional para procesar los residuos orgánicos	159,900.45
	- Generación de nuevos empleos	
	- Compra de maquinaria y tecnología para reciclar	
	- Supervisión e inspección de los trabajadores	
	-Recolección de residuos de manejo especial (electrónicos, muebles, etcétera)	
Centro de Composteo Tenango	- Se genera una empresa compostera -Costos de producción -Renta de terreno	8,397.21
Empresa de poli eliminación	-Recuperación de plásticos para hacer biodiesel -Intercambio de bono por diésel de residuos plásticos.	14,932.80

Centros de acopio	- Se formalizan en el manejo de RSU	3,571.93
Segregadores	- Incorporación y formalización al proceso de manejo	25,136.88
Recolectores de orgánicos	-Recolectores independientes de residuos orgánicos para ganado	373.32
Recolectores de grasa de cerdo	-Recolectores independientes de grasa para fabricación de jabones	3,235.44
PROPAEM	- Inspección a los centros de acopio u otra organización	358.39
Escuelas	- Estudiantes de servicio social hacen la labor de capacitar a la población	9,457.44
	-Escuelas para que separen sus RSU y sean centros de acopio	
Jóvenes becarios del gobierno Federal	- Becarios del gobierno Federal, Programa Jóvenes Construyendo el Futuro, apoyan al departamento de limpia pública en áreas administrativas y actividades de campo	10,156.69
Total de inversión		\$610, 958.28

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de la inversión se hizo gracias a la información que cada *stakeholders* compartió, resultando un total de \$610,958.28 USD (ver Tabla 1), lo que representa las participaciones de todos los grupos de interés, para poder realizar el programa de limpia pública, los comercios grandes, medianos y pequeños invierten 31%, el CIR 24%, la autoridad local 21%, los residentes de Mexicaltzingo 10%, entre otros (ver Gráfica 1).

**Gráfica 1. Porcentaje de participación por grupo de interés**



Fuente: elaboración propia.

Cabe distinguir que ciertos grupos de interés como el CIR-RESA, los Centros de Acopio, la Empresa productora de diésel a partir de plásticos, y la PROPAEM, no son exclusivos a Mexicaltzingo; por lo que su inversión se dividió entre sus clientes potenciales.

### *Ingresos totales*

Se identificaron los ingresos totales que los agentes de cambios pueden atribuir en su conjunto, de acuerdo con los porcentajes propuestos en peso muerto, atribución y decrecimiento (ver Tabla 2).

**Tabla 2. Ingresos totales descontados en USD**

Cambios	Peso Muerto (%)	Atribución (%)	Decrecimiento (%)	Impacto Total
	¿Qué habría sucedido sin la actividad?	¿Quién más contribuiría al cambio?	¿Decrecerá el outcomes en años futuros?	Cantidad multiplicada por Proxy financiero, menos peso muerto, desplazamiento y atribución
<b>Respeto a las leyes</b>				
La población paga la multa	0	0	0	1,393.73
Los comercios pagan la multa	100	0	0	238.92
La autoridad hace respetar las leyes de limpia local	0	0	0	1,110.00
<b>Pagos de ciudadanos y comercios</b>				
Pago al ayuntamiento por colecta de residuos a ciudadanos	0	0	0	29,238.43
Pago al ayuntamiento por colecta de residuos comerciales de PYMES	0	60	0	7,225.09
Pago por colecta por residuos 5 comercios de gran escala y 1 clínica	100	100	0	2,090.59
Disminución de residuos orgánicos al RESA	60	60	0	33,933.30
<b>Beneficios económicos para ciertos sectores vulnerables y generación de empleo en el sector de residuos</b>				
El personal de la iglesia separa sus RSU	0	0	0	22.89
La autoridad permite la comercialización de residuos reciclables	90	90	10	8,601.29
Venta por recolectar RSO y grasa de animal	0	60	0	48,119.46

Los segregadores se incorporan al proceso de manejo de RSU y generan su propio empleo	0	60	0	9,556.99
<b>Incorporación de la industria</b>				
Cantidad de gas producido para uso vehicular	0	0	0	84,185.17
La autoridad permite intercambio de bonos por biodiésel con una Empresa	0	0	0	84,668.99
Generación de electricidad con el CIR	0	0	0	53,112.99
<b>Generación de nuevos empleos y horas de servicio</b>				
Horas de servicio a estudiantes	0	0	0	16,575.41
El programa de jóvenes construyendo el futuro, es un instrumento de apoyo para limpia pública y educación de la ciudadanía	0	0	0	10,156.69
<b>Los mercados, tianguis y restaurantes se integran para separar los residuos orgánicos (hacer composta)</b>				
El Centro de compostaje comercializa composta	0	0	0	100,796.42
Ingreso total				491,026.36

Fuente: elaboración propia.

Los rubros de cambios propuestos por los *stakeholders* están sujetos a tres criterios: lo que habría ocurrido sin necesidad de implementar el proyecto; el efecto de factores externos que al proyecto; y las previsiones de cómo disminuirán los cambios con el tiempo. Al respecto, si este proyecto no se lleva a cabo, se observa que tanto los comerciantes, las instituciones y el gobierno, realizarían esfuerzos, aunque desconectados, para la gestión de residuos sólidos urbanos.

Por otro lado, otros aspectos que contribuyen al cambio serían: el estímulo para el reciclaje, la formalización de los segregadores, la venta de RSU y grasa animal, y los pagos por la colecta por parte del municipio. Se prevé que la autoridad municipal sea la principal promotora, pues si esta promoción decae con el tiempo, afectará al proyecto. En este sentido, el municipio podría ahorrarse hasta 55% de envíos al RESA; esto representaría un ahorro de

33,933.30 USD anuales. Recurso que estaría disponible para el municipio y especialmente para el departamento de Servicios Públicos.

### *Costos totales*

En la Tabla 3 se presentan los costos totales que los agentes de cambios pueden atribuir en su conjunto; con los ajustes por peso muerto, atribución y decrecimiento.

**Tabla 3. Costos totales descontados en USD**

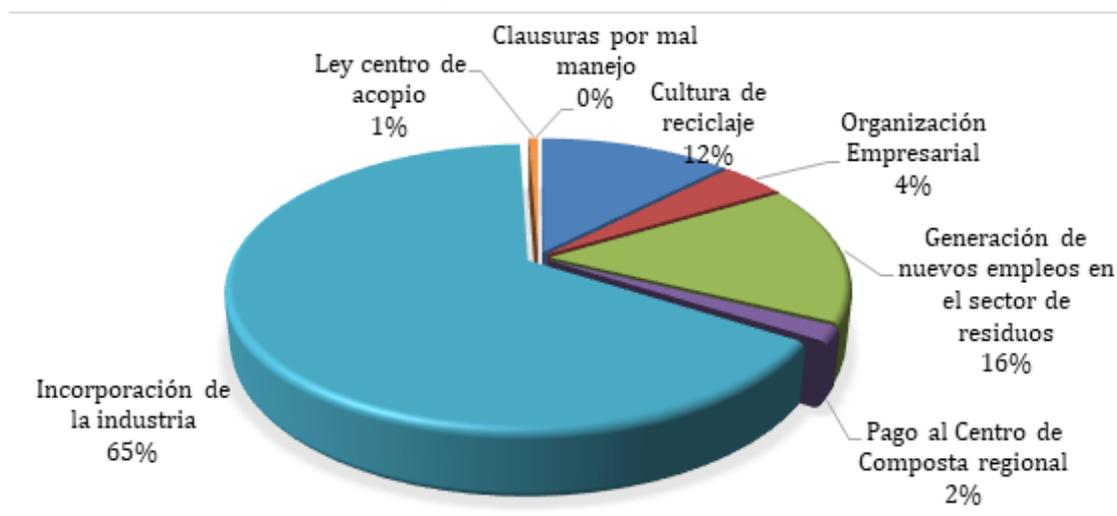
Conceptos/ Porcentajes	Peso Muerto	Atribución	Decrecimiento	Impacto total
<b>Integración, sensibilización de la población y creación de la cultura de reciclaje</b>				
Los bonos intercambiables son un incentivo para el fomentar el reciclaje en los hogares	0	0	0	10,393.23
Los residentes de los hogares capacitados separan los RSU y barren sus calles	0	0	0	7,466.40
La población separa sus RSU	0	0	0	63.54
Los trabajadores de comercios se capacitan para separar RSU	0	0	0	3,235.44
Educación ambiental hacia el reciclaje, casa por casa	0	0	0	9,955.20
<b>Organización Empresarial</b>				
La administración de recursos humanos es funcional para el manejo de RSU mediante capacitación	0	0	0	398.21
Existe supervisión del manejo de RSU	0	0	0	4,778.49
Se agrega al departamento de publicidad del municipio un apartado para tener la ciudad limpia y fomentar la separación de RSU	0	0	0	4,977.60
<b>Generación de nuevos empleos en el sector de residuos</b>				
El CIR genera nuevos empleos por atender un municipio	0	0	0	32,553.51
Los productores de chicharrón pagan dos salarios para producir biogás	0	0	0	7,167.75
<b>Pago al Centro de Composta regional</b>				
Pago por compostear residuos orgánicos de tianguis	0	0	0	4,300.65
<b>Incorporación de la industria</b>				
Precio por la planta de valorización de plásticos por un municipio	0	0	0	14,932.80

Precio de la planta de producción de gas vehicular de residuos cárnicos	0	0	0	149,328.02
<b>Formalización del sector RSU</b>				
Centro de acopio cumple con Ley	0	0	0	1,493.28
<b>Respetar legislación ambiental</b>				
La PROPAEM clausura empresas por mal manejo de RSU.	90	90	20	9.95
<b>Costos totales</b>				<b>251,054.07</b>

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la gráfica 2, los dos rubros principales del costo total son los que corresponden al capital fijo y al capital variable por concepto de salarios. El primero representa las dos terceras partes del costo, y el segundo poco más de la décima parte. Es de resaltar que el rubro de capacitación también participa con el 10 por ciento.

**Gráfica 2. Participación de los rubros en el costo total**



Fuente: elaboración propia.

Respeto a los costos, el rubro que mayormente impacta es el que compete a la creación de la industria con más de las dos terceras partes; seguido del pago de los empleos nuevos, con poco más de la décima parte; la capacitación para la cultura del reciclaje representaría otro 10%; y los otros rubros no alcanzan el 8%.

### *Cálculo del SROI*

Una vez calculados los ingresos y los costos totales, se realizó la proyección financiera para el periodo 2020-2024. En la Tabla 4 se desglosan los ingresos y los costos de los principales cambios en cinco años, con una tasa de descuento del 3%, propuesta por el economista Nicholas Stern (Stern, 2007).

**Tabla 4. Cálculo del SROI a cinco años**

Ingresos	Cálculo del Retorno Social (USD) (tasa de descuento 3% STERN)				
	2022	2023	2024	2025	2026
Respeto leyes locales	5,027,636.69	4,881,200.67	4,739,029.78	4,600,999.78	4,466,990.08
Los ciudadanos y comercios son responsables	1,193,128.45	1,158,377.14	1,124,638.00	1,091,881.55	1,060,079.18
Disminución de envíos al RESA	2,365,729.28	2,296,148.91	2,228,614.84	2,163,066.88	2,099,446.64
Beneficios para sec. vulnerables	12,813,744.22	12,440,528.37	12,078,182.88	11,726,391.15	11,384,845.78
Incorporación de la Industria	753,371.69	708,907.87	666,395.06	625,757.33	566,311.65
Servicio social jóvenes	2,587,446.44	2,512,083.92	2,438,916.43	2,367,880.03	2,298,912.65
Hacer composta con RSO	8,758,755.29	8,503,645.91	8,255,966.90	8,015,501.85	7,782,040.63
<b>Ingresos totales</b>	<b>806,362.63</b>	<b>769,302.96</b>	<b>733,718.04</b>	<b>699,553.40</b>	<b>666,756.49</b>
<b>Costos</b>					
Cultura de reciclaje	30,859.99	29,961.16	29,088.50	28,241.26	27,418.70
Organización empresarial	9,858.55	9,571.41	9,292.63	9,021.97	8,759.19
Nuevos empleos	38,564.32	36,765.46	35,038.67	33,381.29	31,790.72
Pago por compostear residuo orgánico de tianguis	83,883.50	81,440.29	79,068.24	76,765.28	74,529.40
Incorporación de la industria	231,965.86	202,688.62	174,920.06	148,597.14	103,049.33
Formalización del sector RSU	1,449.79	1,407.56	1,366.56	1,326.76	1,288.12
Legislación ambiental	-9.67	-9.38	-9.11	-8.85	-8.59
Cantidad pagada al CIR-RESA	31,605.35	30,684.80	29,791.07	28,923.37	28,080.94
<b>Costos totales</b>	<b>348,469.58</b>	<b>315,123.40</b>	<b>283,424.09</b>	<b>253,304.01</b>	<b>204,088.20</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la Tabla 5, se obtuvieron los valores descontados de los ingresos totales, menos los costos totales en cada año para obtener el VAN (Ec.1), resultando de 228,558.98 USD. Finalmente, el SROI de 1.35 se obtuvo dividiendo el VAN entre la inversión total que fue de 612,750.22 USD (Ec.2).

**Tabla 5. Retorno Social de la Inversión \$ MX**

Años	2020	2021	2022	2023	2024
Valores Descontados	\$ 124,041.39	\$ 143,625.12	\$ 161,962.83	\$ 179,110.47	\$ 215,731.69
VAN					\$ 824,471.50
Retorno Social					1.35

Fuente: elaboración propia.

El retorno social de la inversión indica que, por cada dólar invertido, se recuperarán 35 centavos USD. El cociente debe ser mayor a 1 y mayor a la tasa propuesta por Stern (2007) de 0.3. El SROI obtenido para el Programa de limpia pública del municipio de Mexicaltzingo con apoyo de otros actores locales y regionales, es ampliamente sustentable financiera, social y ambientalmente. Conforme a lo anterior, es importante invertir en este tipo de sectores para que las generaciones futuras no se vean afectadas.

## Conclusiones

Este estudio logró estimar una aproximación al valor social del Programa de limpia pública de Mexicaltzingo, Estado de México, para el periodo 2022 a 2026. Aplicando el SROI para la valoración social, se identificaron cambios a través de indicadores y variables *proxy*, que permiten la medición de ingresos y costos que antes no se podían cuantificar. Esto redonda en que los diseñadores de política, administradores públicos y evaluadores del sector social para programas similares posean elementos fiables para la mejor toma de decisiones. El SROI prospectivo a cinco años con una tasa de descuento de 3%, resultó en 1.38. Estos datos revelan que, por cada dólar invertido en el proyecto, se recuperan más de 38 centavos USD. Por lo que el SROI prospectivo en el proyecto de limpia pública de Mexicaltzingo, es ampliamente sustentable social, financiera y ambientalmente.

Así, esta metodología permite avanzar en el planteamiento de mecanismos, estrategias y tecnologías capaces de aminorar el problema, y poder articular a los agentes de cambio en la gestión territorial de los RSU. Esto resulta en una herramienta manejable para que los gobiernos puedan medir el valor social y poder identificar, adjudicando un valor monetario en lo social, económico y ambiental, los ingresos y costos creados por una o varias organizaciones.

Los grupos de interés propuestos son: los residentes de Mexicaltzingo, los comercios (pequeños, medianos y grandes), el tianguis, las asociaciones (iglesias), la clínica, la autoridad local, el CIR-RESA, el centro de compostaje, la empresa productora de diésel a partir de plásticos, el centro de acopio local, los segregadores informales, los recolectores de orgánicos y de grasas de cerdo, la PROPAEM, escuelas, estudiantes, y los jóvenes becados por el Gobierno Federal, quienes se integran al proyecto y en conjunto realizan actividades para lograr los cambios principales de acuerdo a diferentes enfoques, para lograr el desarrollo de la GIRSU desde el punto de vista de gobernanza, económico, social y ambiental.

De acuerdo a las actividades y los resultados en el mapa de cambios, se pueden destacar: respeto a legislación ambiental, organización empresarial, generación de nuevos empleos, incorporación de la industria, mayor responsabilidad del manejo de los residuos por parte de los ciudadanos y comercios, creación de la cultura del reciclaje, formalización del sector, beneficios para mejorar ciertos sectores vulnerables, integración de la juventud, disminución de envíos de RSU al RESA, producción y pago de composta, así como la colecta de residuos altamente contaminantes.

La metodología de Retorno Social de la Inversión (SROI) es ampliamente recomendada para futuros proyectos sobre todo con impacto ambiental y de salud pública, donde la sustentabilidad cubre importancia para la realización de proyectos de carácter público y privado. Es importante enfatizar en tener una tasa de descuento baja sobre todo para países en vías de desarrollo. Los CIR deben tomar importancia en diferentes regiones, por lo que es necesario encontrar inversionistas quienes inviertan en este sector de gran importancia, ya que la contaminación está en crecimiento. Además, se debe invitar a los comerciantes de diferentes escalas a participar en este tipo de proyectos que pueden traer ganancia.

### *Limitantes del trabajo*

Una de las limitantes de este estudio es que no se explican aspectos como la gobernanza entre los agentes involucrados, tampoco se especifica el origen de los recursos para la instalación y el manejo del modelo de gestión. Estas asignaturas pendientes quedarán a cargo de los gobiernos y los ciudadanos organizados.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen el apoyo y facilidades brindadas por el H. Ayuntamiento de Mexicaltzingo, Estado de México; y a los apoyos financieros y de recursos humanos aportados por el Instituto Tecnológico de Toluca, el CONACYT y el Proyecto 263315 CONACYT-SEMARNAT.

### **Referencias bibliográficas**

- Caparrós (2007, enero). El Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático. *ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16 (1), 124-125. [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7695/1/ECO\\_16\(1\)\\_15.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7695/1/ECO_16(1)_15.pdf)
- Dasgupta, S. P. (2007). Commentary: The Stern Review's Economics of Climate Change. *National Institute Economic Review*, (199), 4-7. <http://qed.econ.queensu.ca/pub/faculty/garvie/econ443/debate/dasgupta%20commentary%20stern%20review.pdf>
- Hochstrasser, N., De la Rosa, I., Hernández, M. y Borbón-Morales, C. G. (2020). *Acopio y recuperación de los Residuos Sólidos Urbanos en la Cabecera Municipal de Mexicaltzingo, Estado de México*. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos A.C. <http://www.somers-ac.org/paginas/encuentros/Encuentro13.pdf>
- Hoornweg, D. y Bhada-Tata, P. (2012, enero). A global review of solid waste management. *Urban Development Series Knowledge Papers*, 1-116. <https://www.researchgate.net/publication/306201760>
- McDougall, R., White, P., Franke, M. y Hindle, P. (2001). *Integrated Solid Waste Management: A life cycle inventory*. Blackwell Science.

- Mishra, B. (2018). Social Impact Measurement and Investment: Methods, Limitations and Challenges. *Transcience*, 9(1), 20-47.
- Nicholls, J., Lawlor, E., Neitzert, E. y Goodseed, T. (2009). *A guide to Social Return on Investment*. Cabinet Office of Third Sector. [https://neweconomics.org/uploads/files/aff3779953c5b88d53\\_cpm6v3v71.pdf](https://neweconomics.org/uploads/files/aff3779953c5b88d53_cpm6v3v71.pdf)
- Nordhaus, W. D. (2007). A Review of the Stern Review in Climate Change. *Journal of Economic Literature*, XLV, 686-702. <http://piketty.pse.ens.fr/files/Nordhaus2007b.pdf>
- NTEA-20-SeMAGEM-RS-2019. Norma técnica estatal ambiental para la instalación y operación de los Centros Integrales de Residuos en el Estado de México.
- NTEA-21-SeMAGEM-RS-2019. Norma técnica estatal ambiental para para Centros Integrales de residuos o instalaciones que usen como combustible materiales provenientes de residuos sólidos urbanos o manejo especial ubicadas en territorio Mexiquense.
- Peattie, K. y Morley, A. (2008). Eight paradoxes of the social enterprise research agenda. *Social Enterprise Journal*, 4(2), 91-107. <https://doi.org/10.1108/17508610810901995>
- Pon, J. y Rica, C. (2019). *Taller Regional: Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo Contenidos*. [https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion\\_de\\_residuos\\_-\\_jordi\\_pon.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion_de_residuos_-_jordi_pon.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2019). *Visión Basura Cero: Líneas de implementación*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463684/Vision\\_Basura\\_Cero\\_-\\_Lineas\\_de\\_Implementacion\\_\\_13\\_03\\_2019\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463684/Vision_Basura_Cero_-_Lineas_de_Implementacion__13_03_2019_.pdf)
- \_\_\_\_\_ (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- Stern, N. (2007). *Stern Review: La economía del cambio climático*. [https://calentamientoglobal.files.wordpress.com/2007/02/stern\\_conclusiones\\_esp.pdf](https://calentamientoglobal.files.wordpress.com/2007/02/stern_conclusiones_esp.pdf)
- Teasdale, S. (2012): What's in a Name? Making Sense of Social Enterprise Discourses. *Public Policy and Administration*, 27(2), 99-119.
- TECNIO (2010). *El aprovechamiento de los residuos cárnicos en España permitiría producir el biogás equivalente a 40 millones de litros de gasóleo*. [https://www.3tres3.com/noticias\\_empresa/el-aprovechamiento-de-los-residuos-carnicos-en-espana-permitiria-produ\\_3010/](https://www.3tres3.com/noticias_empresa/el-aprovechamiento-de-los-residuos-carnicos-en-espana-permitiria-produ_3010/)

World Bank (2018). *What a Waste 2.0 Introduction*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329->