



GUÍA PRÁCTICA CHATARRIZACIÓN PARA TOMADORES DE DECISIÓN

PROGRAMA TRANSPORTE SUSTENTABLE

Esta publicación fue financiada en el marco del proyecto de cooperación bilateral “Programa Transporte Sustentable (PTS) entre el Gobierno Estatal de Jalisco y el Gobierno de Alemania, a través de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ), que trabaja por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Primera edición 2023
Elaborado en México

Publicado por
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Dag- Hammarskjöld- Weg 1 - 5
65760 Eschborn/Alemania
T +49 61 96 79 -0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ en México

Torre Hemicor, PH, Av. Insurgentes Sur 826,
Col. del Valle, Juárez, 03100, Ciudad de México
México.

T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I <https://www.giz.de/en/worldwide/33041.html>

Proyecto

Programa Transporte Sustentable

D.R. ©2022 Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Coordinación Institucional
Cooperación Alemana al Desarrollo
Sustentable (GIZ) en México

Stephanie Hartmann

Directora Programa Transporte Sustentable (PTS)

Karen Martínez López

Asesora técnica Programa Transporte Sustentable (PTS)

Banco alemán de Desarrollo (KfW)

Fabiola Gomez

Coordinadora Senior de Programas en la oficina de representación en México de KfW

Nacional Financiera (NAFIN)

Ivan Cornejo Villalva

Director de Organismos Financieros

Siddharta Flores Villegas

Subdirector Proyectos Financiados Por Ofis

Consultores

Aleix Pons

Julieta Leo

Derechos de autor

Se permite la reproducción, total o parcial, por razones educativas o sin ánimo de lucro de esta publicación, sin la autorización especial del portador de los derechos de autor, siempre y cuando la fuente sea citada.

Forma de citar

NAFIN-KfW-GIZ (2023). GUÍA PRÁCTICA CHATARRIZACIÓN PARA TOMADORES DE DECISIÓN

Deslinde de responsabilidad

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en este documento están basados en la metodología y recopilación de insumos facilitadores por la GIZ México y sus consultores. No obstante, GIZ México no puede ser responsable del contenido de este documento ni garantiza la precisión o integridad de la información por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

Por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Índice

Introducción	4
01 Marco regulatorio y normativo en materia de VFVU	6
02 Elementos del proceso de chatarrización Términos, definiciones y simbología	11
03 Inversión y financiamiento	14
04 Esquema de negocio y economía circular	17
05 Beneficios ambientales y sociales	23
Recomendaciones	25
Acrónimos	27
Anexos	28
Bibliografía	36

Introducción

Esta “Guía práctica para la chatarrización de vehículos al final de su vida útil (VFVU)” se enmarca en los modelos de negocios circulares (CBM por sus siglas en inglés), los cuales se diseñan sobre el paradigma de la economía circular (EC), y se caracterizan por proponer un nuevo modelo de producción y consumo que implica compartir, arrendar, reutilizar, reparar, restaurar y reciclar materiales y productos exis-

tentes durante el mayor tiempo posible. De esta forma, se alarga el ciclo de vida de los productos y se reduce su impacto ambiental.

El proceso de chatarrización de un vehículo consiste en su desintegración física total, y bajo los CBM tiene como objetivo no solo retirar de la circulación a los vehículos que no cuentan con las

FIGURA 1. CENTRO DE DESTRUCCIÓN VEHICULAR EN LEÓN, GUANAJUATO



¹Propuesta de SESMAN Recycling [1] para incluir en el alcance de los procesos de los Centros de Destrucción Vehicular (CDV), los objetivos de la economía circular.

disposiciones para circular o han cumplido su vida útil; también busca desarrollar estrategias de recuperación y reciclaje de componentes y materiales. En este sentido, el modelo de negocio circular en la industria automotriz involucra a los clústers de armadoras de vehículos, pero también a los centros autorizados de tratamiento (CAT) de VFVU¹ y a las empresas del sector del tratamiento y reciclaje, cuyo papel es central para la valorización de los VFVU y la reincorporación de sus materiales al ciclo productivo.

Para ello, es indispensable alentar el desarrollo y correcto funcionamiento de estos actores clave del nuevo modelo de econo-

mía circular en la industria automotriz. En el marco de la Ley General de Economía Circular, aún en proceso de discusión, esta Guía está dirigida a los gobiernos subnacionales que buscan integrar cadenas de valorización a partir de los VFVU, facilitando la comprensión de las dinámicas necesarias para hacer realidad la circularidad de los materiales empleados en la producción de vehículos automotores, y también identificando los retos administrativos, normativos y de mercado que deben abordarse en este proceso.



1. Marco regulatorio y normativo en materia de VFVU

Marco regulatorio nacional mexicano y subnacional sobre VFVU

El marco regulatorio nacional mexicano sobre el manejo integral de los VFVU está integrado por dos leyes generales y sus reglamentos: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente (LGEEPA) y Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR); trece Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y un Plan de Manejo de Vehí-

culos al Final de su Vida Útil (PMVFVU). Adicionalmente, la discusión y próxima publicación de la Ley General de Economía Circular (LGEC), deberá incorporarse como parte del marco normativo aplicable. A continuación se sintetizan dichos instrumentos regulatorios nacionales para la disposición final de VFVU.

TABLA 1. INSTRUMENTOS REGULATORIOS NACIONALES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE VFVU

Instrumento	Descripción
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente (LGEEPA)	<ul style="list-style-type: none">• Facultades entidades federativas: regular el manejo integral de los VFVU (art. 7, fracción VI) y fomentar la prevención de la generación de VFVU mediante reúso y reciclaje (art. 134, fracción III).• Criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo: generación, manejo y disposición final de VFVU y autorizar el manejo (art. 135, fracción III).• La generación, manejo integral de VFVU debe sujetarse a las NOM que expida la SEMARNAT (art. 140). Está prohibida la importación de residuos para confinamiento, almacenamiento, incineración o cualquier tratamiento para su destrucción o disposición final (art. 142).
Reglamentos de la LGEEPA	<ul style="list-style-type: none">• Si bien ninguno de los siete reglamentos regula a los VFVU, los residuos del desmantelamiento de los VFVU pueden regularse por éstos, particularmente los residuos peligrosos (RP).

Instrumento	Descripción
<p>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGP-GIR)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Considera como residuos de manejo especial (RME) a los residuos tecnológicos provenientes vehículos automotores que al transcurrir su vida útil, requieren de un manejo específico (art. 19, fracción VIII). • Las entidades federativas registrarán planes de manejo (PM) y programas para sitios de disposición final (SDF) y los someterán a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (art. 9, fracciones VI y XVIII). • Las autoridades elaborarán inventarios de residuos y sitios donde se han abandonado clandestinamente residuos de diferente índole (art. 39). • Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) establecerán los requisitos para ubicar, construir y operar los SDF de VFVU (art. 97).
<p>Reglamento de la LGPGIR para RME</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Este reglamento no contiene artículos relacionados con la disposición final de los RME, sin embargo, especifica los requisitos para el manejo integral de los residuos peligrosos.
<p>NOM-083-SE-MARNAT-2003</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones para seleccionar, diseñar, construir, operar, monitorear, clausurar y obras complementarias de un SDF de VFVU. Es obligatorio en todo el territorio nacional regular la disposición final de los VFVU. En la práctica no se confinan VFVU en estos sitios, en cambio, en ocasiones, se depositan residuos de la industria de autopartes, por ejemplo: guanteras, molduras, alfombras, etc.
<p>NOM-161-SE-MARNAT-2013</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios para clasificar a los RME y determinar cuáles están sujetos a PM.
<p>Plan de Manejo de vehículos al final de su vida útil (PMVFVU)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guías para el desmantelamiento y destrucción de VFVU formuladas para cuatro clasificaciones de los CDV: depósito, desmantelador, triturador y centro autorizado de recepción de VFVU para su reciclaje o destrucción.
<p>Ley General de Economía Circular (LGECE) *en proceso de aprobación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Obliga a presentar un plan de economía circular; asimismo establece las bases para que la federación, los estados y los municipios transiten hacia una economía circular. • Impulsa la política de reutilización, reciclaje y aprovechamiento. • Establece metas progresivas de reciclaje. • Obliga a personas y empresas que fabrican, elaboran, manufacturan, producen y distribuyen aparatos eléctricos y electrónicos, a presentar un plan de manejo de residuos [2] [3] .

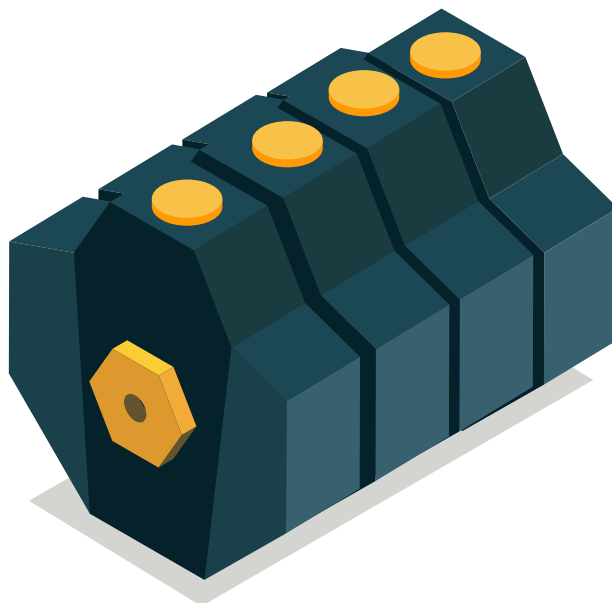
Fuente: Modificado de Chávez Vasavilbaso (2020).

Si bien los VFVU están clasificados como RME, es importante no olvidar que este tipo de “residuo” contiene componentes que están clasificados como residuos peligrosos (gasolina y otros combustibles, gas refrigerante, aceites y sus filtros, anticongelante y líquido de frenos, baterías de arranque, interruptores de mercurio, catalizadores y acumuladores), por lo que los estándares en el proceso del desmantelamiento deben considerar el control y eliminación de estos componentes, cumpliendo con los estándares existentes que están estipulados para tal caso entre ellos los definidos en las NOM del Anexo 1.

No obstante las disposiciones citadas, no existen estándares para los CAT en México, la mayoría de los cuales han funcionado al amparo de la informalidad, sin

un riguroso control de su funcionamiento y apego al cumplimiento de los procedimientos que aseguren un correcto desmantelamiento sin que se ocasione daño a la salud de los empleados, a la población y al ambiente. En este sentido, el Anexo 2 pone a disposición una propuesta de Lista de verificación en materia de normas ambientales y de seguridad para CAT, desarrollada como parte de la Cooperación Financiera Oficial entre México y Alemania [4].

A nivel local, la operación de los CAT se enmarca en las legislaciones de residuos estatales, en lo referente a los RME, y establecen que el prestador de servicios de manejo integral debe obtener autorización en materia de impacto y riesgo ambiental, así como presentar sus PM.



Buenas prácticas

- Desarrollar un Sistema de Información Pública de Economía Circular, que tenga por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir información en materia de economía circular. Estos sistemas pueden tener un alcance regional o nacional, reconociendo que el intercambio de los residuos postindustriales responde a lógicas de mercado que no necesariamente se corresponden con los límites político-administrativos. Estos sistemas permiten identificar a los actores participantes en la cadena de valorización de materias primas de segunda mano.

La Ley de Economía Circular de la Ciudad de México, publicada el 28 de febrero de 2023, define la creación de un sistema en el que destacan los siguientes atributos (art. 32) :

- Proveer información básica sobre definición, principios, enfoques de diseño, estrategias y los modelos de negocio de Economía Circular;
- Publicar datos sobre modelos de negocio circulares más representativos;
- Publicar información y ubicación sobre centros de reparación, restauración y remanufactura de bienes; así como de acopio y reciclaje de residuos, entre otros;
- Difundir emprendimientos, micro, pequeñas y medianas empresas, así como grandes empresas, que se han sometido a la Evaluación de Circularidad y sus resultados;
- Generar un listado de proyectos y actividades científicas, técnicas, académicas y de difusión, basadas en la economía circular [1].

- Crear un Sistema de responsabilidad extendida del productor (EPR) permite asegurar mayores tasas de recuperación de componentes de los VFVU, y facilitan su valorización. Además, se crean incentivos para que la recuperación y reciclabilidad de componentes y materiales se considere dentro del propio proceso de diseño del vehículo.

El sistema EPR o sistema de obligación de devolución, impone la responsabilidad de recolectar y asegurar el tratamiento de los residuos, como los vehículos o sus componentes, a los actores que los ponen en el mercado a través de un impuesto de recuperación ambiental o “eco-tasa” que es transferido a los consumidores a través de un incremento en el precio del producto. Este esquema, aplicable por ejemplo a los neumáticos, es común en como la Unión Europea y también es utilizado por Brasil, Corea del Sur y Rusia. Generalmente, implica la creación de una Organización de Responsabilidad del Productor (PRO por sus siglas en inglés), sin fines de lucro que gestiona la recolección y recuperación de componentes y materiales. En contraste con los sistemas donde la autoridad es responsable de su recuperación, obtiene tasas más altas de recuperación y reciclaje, con un menor impacto sobre las finanzas públicas [5]. En el caso de la Unión Europea, esto se refleja en la End of Life Vehicle Directive, que fija una meta de reciclaje del 85% del peso vehicular, y una meta del 95% de recuperación de sus materiales [6].

- Crear regulaciones específicas para la recuperación y reciclaje de baterías de vehículos eléctricos. Asegurar una segunda vida a las baterías de vehículos eléctricos, así como reciclar minerales críticos como litio, cobalto y níquel será clave en los próximos años en la medida que el vehículo eléctrico penetre en el mercado.

La propuesta de Reglamento de la UE [7] sobre baterías sostenibles establecerá los requisitos de sostenibilidad, seguridad y etiquetado de las baterías, así como los requisitos para la gestión del final de su vida útil. Una declaración de huella de carbono y una etiqueta serán obligatorias para las baterías de vehículos eléctricos y otras aplicaciones de baterías. Los requisitos sobre el contenido reciclado, el rendimiento y la durabilidad se introducirán gradualmente a partir de 2024. Además, la regulación introduce requisitos para garantizar que las baterías se puedan quitar y reemplazar fácilmente, lo que facilitará la reutilización de las baterías de los vehículos eléctricos para una segunda vida (por ejemplo, como sistemas estacionarios de almacenamiento de energía o integración en las redes eléctricas). La propuesta también establece objetivos cada vez más estrictos sobre tasas de recolección, eficiencias de reciclaje y recuperación de materiales, particularmente para materiales valiosos como cobre, cobalto, litio, níquel y plomo. Se introducirán herramientas informáticas específicas, como el pasaporte de baterías, para aumentar la transparencia del mercado de baterías y la trazabilidad de las baterías grandes a lo largo de su ciclo de vida.

2. Elementos del proceso de chatarrización

Actualmente, los automóviles son uno de los productos de consumo más efectivamente recuperados y reciclados, con sus componentes siendo usadas nuevamente en vehículos, en un ejemplo claro del reciclaje de circuito cerrado (closing the loop), o para otros fines. Los metales usados en su manufactura son rutinariamente recuperados, reusados y reciclados a altos niveles. El reto actual está

en recuperar las partes no metálicas y poderlas reusar acorde con los requerimientos ambientales.

En el proceso de reciclado de los VFVU (ver Figura 1) se identifican las siguientes etapas: 1) Recolección/Recepción, 2) Descontaminación, 3) Desmantelamiento, 4) Trituración, 5) Clasificación y 6) Reciclaje y Confinamiento.

1. **Recolección / Recepción:** La recolección es el traslado de los vehículos abandonados envía pública o acopiados en los depósitos vehiculares, los cuáles pueden recibir un proceso de “pre-chatarrización”, que consiste en su descontaminación y compactación. La recepción es el registro de la documentación del vehículo y de sus condiciones de funcionamiento para asegurar la propiedad del vehículo y el cumplimiento de registros de control vehicular. En el caso de ser un programa para la renovación vehicular, es necesario asegurar que se trata de vehículos en circulación que deben cumplir con las siguientes características para la emisión del certificado de chatarrización y posterior trámite del bono para acceder a un crédito en la compra de un nuevo vehículo:

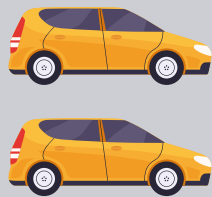
- El ingreso a los CAT deberá ser con la unidad vehicular rodando y el motor en marcha.
- El vehículo deberá presentar los siguientes componentes: llantas o neumáticos completos, motor en funcionamiento y ambas placas de circulación delantera y trasera.
- El vehículo deberá estar libre de residuos o materiales que no correspondan al vehículo.
- El propietario del vehículo deberá presentar el certificado de aprobación del programa de renovación expedido por la autoridad correspondiente.

FIGURA 2. PROCESO DE CHATARRIZACIÓN

Se estima que en 2025 se generarán 1.1 millones de VFVU en México^[1].



1 Recolección / Recepción



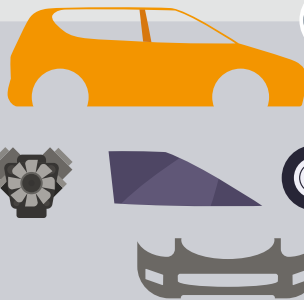
Recolección de los vehículos o la recepción de los mismos en las instalaciones del CDV.

2 Descontaminación

Retiro de materiales y componentes peligrosos que son almacenados y preparados para su tratamiento, reciclaje o confinamiento.



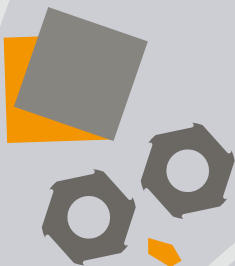
3 Desmantelamiento



Remoción y preparación de componentes con alto valor en el mercado para ser reciclados o reutilizados.

4 Trituración

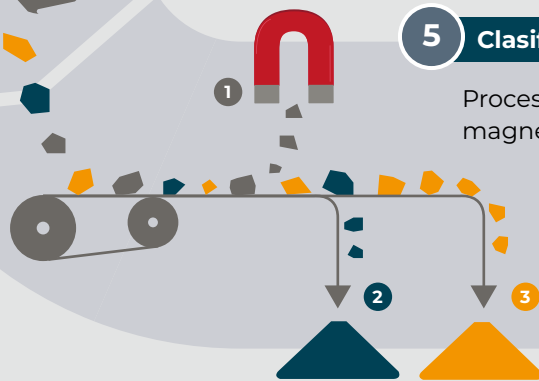
Trituración de componentes restantes.



5 Clasificación

Procesos de separación magnético o por densidad de:

- 1 ferrous,
- 2 non-ferrous metals and
- 3 other residues.



6 Reciclaje

Reciclaje de materiales. Incineración o confinamiento de residuos no valorizables.



Fuente: Modificado de: Heinrich-Böll-Stiftung, European Movility Atlas 2021.

-
- El propietario del vehículo deberá firmar la autorización para realizar la desintegración física total, que será proporcionada por el CAT [8].
2. Descontaminación: es el retiro de partes, componentes y sustancias con materiales peligrosos, como fluidos mecánicos, baterías, gas refrigerante, bolsas de aire, espumas, etc.
 3. Desmantelado: Es la remoción de componentes o partes con alto valor en el mercado, cuyo estado de funcionamiento se verifica y después se venden como repuestos usados (reúso). Los materiales reciclados se pueden procesar inclusive en ciclos de producción diferentes al automotriz, por ejemplo, los metales. Las estructuras restantes de los vehículos se prensan en carcasas para su trituración.
 4. Trituración: Se refiere al corte y molienda del material compactado, denominado residuo triturado automotriz (RTA) que es transportado en bandas para su separación y clasificación usando procesos de separación magnéticos o por densidad.
 5. Clasificación: El RTA se clasifica en dos fracciones; 1) pesados o materiales ferrosos (fundición, acero y aleaciones) y metales no ferrosos (aluminio, cobre, latón); y 2) livianos, que consiste en una mezcla de otros materiales (fibras, plásticos, vidrio, polímeros y otros residuos). También se descartan residuos como los textiles, esponjas, plásticos y cristales [9].
 6. Reciclaje: La recuperación implica el reúso, reciclado y recuperación de energía/térmica. Incluye la recolección mecánica de materia prima y recuperación de energía, que en algunas ocasiones se refiere a combustión en procesos de incineración (por ejemplo, llantas trituradas) en calderas industriales, hornos de cemento y pirolisis. Otras operaciones de recuperación son el reclamado/reciclado de metales y componentes metálicos, regeneración de ácidos y bases, refinado de aceites y otros reúsos de aceites.
 7. Confinamiento: Al final del proceso de chatarrización, menos del 5% son residuos no reciclables, resultantes del proceso de triturado y que se dispone en vertederos o SDF regulados, mientras que otros son combustionados o incinerados, por ejemplo, en plantas de cemento para recuperar energía [10]. Dado que la composición del RTA es compleja, es importante una planeación y desarrollo tecnológico adecuados en las instalaciones del CAT para la separación eficiente del RTA. Los desechos se deben disponer sin poner en peligro la salud humana o dañar al medio ambiente por ningún tipo de proceso o método. A nivel global la disposición legal o ilegal de RTA es cada vez más restrictiva, por lo que se requiere desarrollar nuevas tecnologías para su tratamiento y reciclaje.

3. Inversión y financiamiento

Al revisar los CAT existentes, es posible ver que en su mayoría procesan otro tipo de residuos industriales que no involucran necesariamente el manejo de RP. Se hace necesario realizar inversiones adicionales en instalaciones y equipamiento como los señalados en la Tabla 2.

TABLA 2. EQUIPAMIENTO REQUERIDO PARA UN CAT DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL

Área	Cubierta	Suelo impermeable	Trampa para aceite o líquidos	Drenaje pluvial	Equipamiento	Equipo contra incendios
Recepción y registro	✓	✓			Detectores de radiactividad y báscula	
Desmantelamiento	✓	✓	✓	✓	Herramientas de taller mecánico	✓
Almacenamiento de materiales y RP	✓	✓	✓	✓	Contenedores por tipo de material y RP. Máquina, accesorios y cilindros para la recuperación y almacenamiento de gases refrigerantes.	✓
Almacenamiento de autopartes usadas	✓	✓	✓	✓	Contenedores de piezas y componentes, y para piezas contaminadas por aceites o grasas	✓
Compactación	✓	✓	✓	✓	Grúa con poligrafa, compactadores.	

Área	Cubierta ^a	Suelo impermeable ^b	Trampa para aceite o líquidos ^c	Drenaje pluvial ^d	Equipamiento	Equipo contra incendios
Trituración		✓		✓	Molino triturador, máquinas de corte, cizalla, bandas transportadoras y tambores magnéticos de separación, y contenedores de metales ferrosos, no ferrosos y residuos de trituración.	

^a Para evitar la emisión de ruido, olores o desplazamiento de cualquier material fuera del área de trabajo. ^b Como pavimento o concreto. ^c Para contener los fluidos lleguen a derramarse como aceites de motor, transmisión, líquidos de frenos o refrigerantes, grasas, ácidos de baterías, agua de enfriamiento. ^d Para capturar y desviar las aguas pluviales. Fuentes: SEMARNAT (2012) y Chávez (2020).

Debe tenerse en cuenta contar con un predio de dimensiones suficientes, de entre media a 5 hectáreas para realizar maniobras, definir espacios de seguridad, y contener todas las áreas operativas y de almacenaje; así como una barda perimetral, cercado o delimitación de cualquier tipo, que evite el acceso de personas no autorizadas.

También se recomienda realizar un análisis costo-beneficio de la instalación de un CAT, teniendo en cuenta la inversión a realizar para el cumplimiento de los requerimientos de Ley y la utilidad esperada respecto a la cantidad de vehículos a chatarrizar. De acuerdo con estudios previos[11], la captura de valor promedio por vehículo, es de \$16,000 MXN por la venta de los productos de chatarrización. Bajo el escenario en cual los costos de proce-

samiento corresponden al 50%, se capturarían \$8,000 MXN; por lo que si tienen que hacer inversiones para cumplimiento de Ley de \$1,000,000 MXN en un CAT existente, y suponiendo \$0 de utilidad, la cantidad de vehículos que deberían chatarrizar es de 125 unidades.

En promedio, el monto de las inversiones que permitirán mejorar la operación de los CAT, de acuerdo con la normatividad ambiental van desde los \$700,000 pesos (en CAT ya existentes) hasta los \$12,000,000 de pesos (para la creación de un nuevo CAT), en función del nivel de equipamiento e instalaciones previas [11].

El número de vehículos chatarrizados en los CAT es muy variable, depende de los contratos específicos con empresas ensambladoras o los gobiernos, por ejem-

plo para destrucciones fiscales o la chatarrización de parque vehicular obsoleto o abandonado. Un CAT con una alta capacidad de procesamiento de VFVU ronda los 1,200 vehículos al mes. En promedio, del volumen del total de residuos procesados en los CAT, entre el 20 y 25% corresponde a VFVU.

Con respecto a la financiación de las inversiones requeridas, es importante señalar que mayormente se trata de MIPYMES, que pueden requerir apoyos

para la adecuación de instalaciones o la adquisición de maquinaria. Por ello, se recomienda actualizar los criterios para otorgar financiamiento, público o privado, con objetivos sustentables, a los CAT, así como a todas aquellas personas y empresas que participan en la valorización de los componentes de los VFVU, por ejemplo, las vinculadas a la trituración de neumáticos para su reciclaje o uso como material combustible en hornos cementeros.



4. Esquema de negocio y economía circular

FVU como insumos del modelo de negocio

La ausencia de programas permanentes y generalizados de chatarrización ha ocasionado que los CAT no sean numerosos en todo el país, y que en general sean centros de procesamiento de otros residuos industriales. En la práctica, la chatarrización de VFVU representa solo entre el 20 y 25% del volumen total de los residuos manejados por CAT.

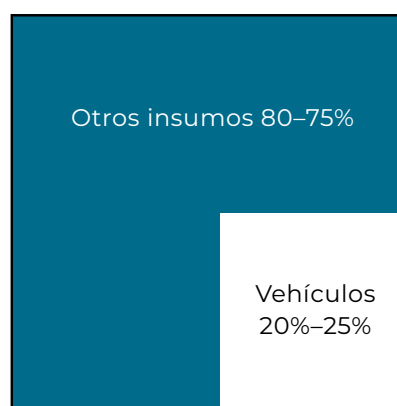


TABLA 2. COMPOSICIÓN APROXIMADA DE LOS RESIDUOS GENERADOS A PARTIR DE LA CHATARRIZACIÓN VEHICULAR

Tipo de material	Rango de composición aproximada
Material Ferroso	60% - 80%
Material No Ferroso	10% - 13%
Productos no aprovechables	4% - 40%
Otros residuos (vidrios, neumáticos, baterías, algunos plásticos)	1% - 2%
Residuos Peligrosos	2% - 3%

Fuente: GIZ, 2022.

El principal producto del proceso de chatarrización vehicular es el material ferroso, siendo el de mayor volumen, y menor complejidad en su proceso de obtención, además de tener un mercado más establecido.

El segundo material con mayor representación agrupa a los productos no ferrosos, para los cuales existe un mercado identificado, sin embargo, su volumen de comercialización es menor y su proceso de obtención es más complejo, además

su precio de venta final, depende de los requerimientos de cada cliente con el que es comercializado.

En el resto de los productos, se identifica una mayor incertidumbre, un mercado menos definido y, por ende, costos variables en el caso de aquellos que pueden ser comercializados. En la Figura 2 se define el destino de los diferentes componentes de los VFVU, y permite identificar los retos y áreas de oportunidad para impulsar modelos de negocios circulares.

Actores del proceso de chatarrización de VFVU

El mapa de actores que integra la chatarrización de los VFVU, revela múltiples actores de acuerdo con las distintas etapas de su manejo integral, la fragmentación de los distintos procesos en más de un CAT, así como la interacción de actores informales. Adicionalmente, la visión a futuro de un CBM para los VFVU deberá incorporar la creación de cadenas de valorización para alcanzar progresivamente mayores porcentajes de reciclaje, mediante el rediseño de los vehículos y el desarrollo de prácticas de circuito cerrado. En la Figura 3 se presenta el diagrama general del manejo integral de los VFVU.



FIGURA 3. DESTINO DE LOS COMPONENTES DE LOS VFVU EN MÉXICO

Comercialización en el mercado nacional

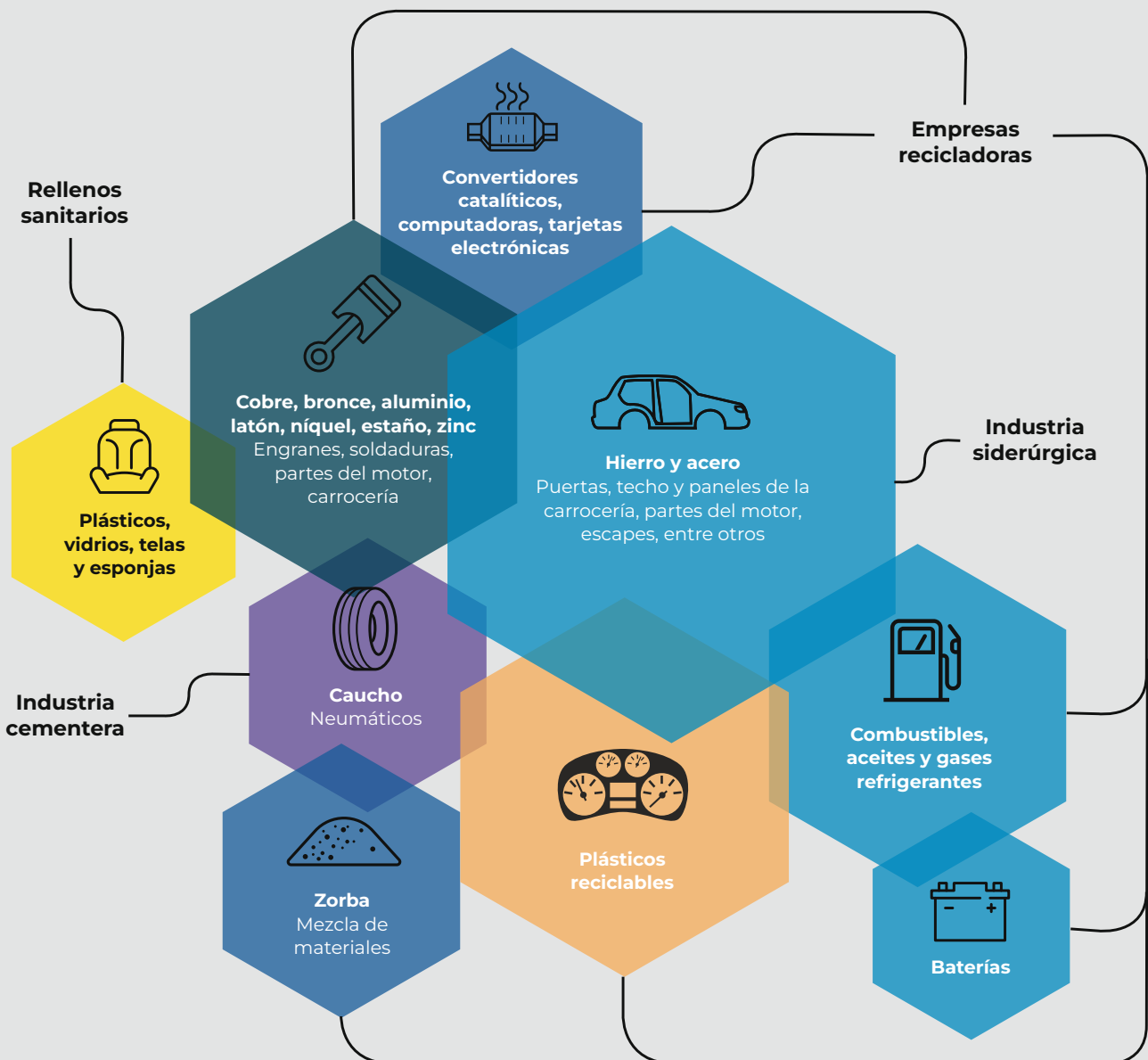
Comercialización en el mercado internacional

Comercialización en los mercados nacional e internacional

Confinamiento y coprocesamiento de baja escala

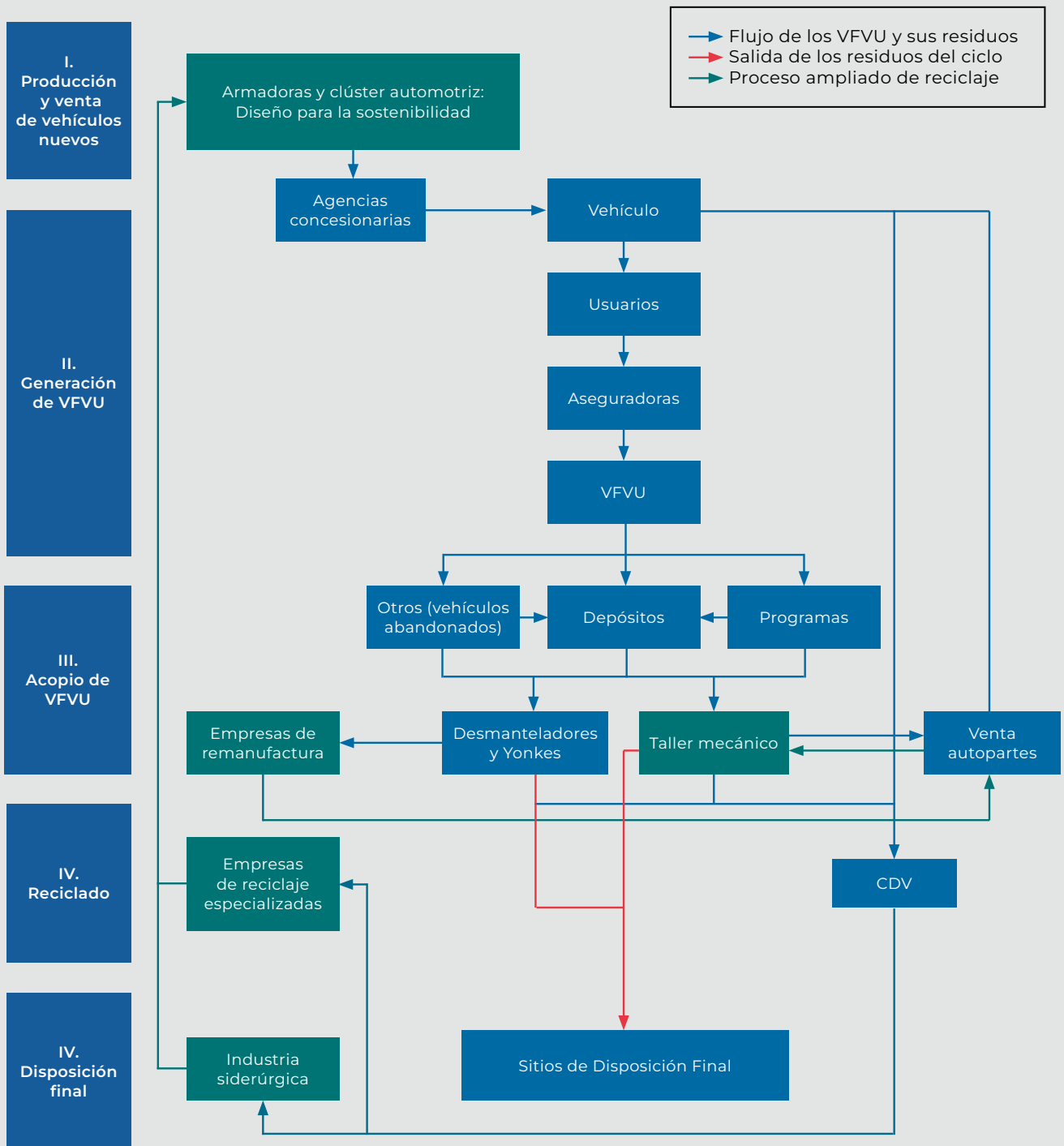
Comercialización en mercados internacionales inestables

Confinamiento



Fuente: Elaborado a partir de GIZ (2022).

FIGURA 4. DIAGRAMA GENERAL DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS VFVU BAJO EL ESQUEMA DE UN MODELO DE NEGOCIOS CIRCULAR



Fuente: Modificado de Chávez Vasavilbaso (2020). Nota: las flechas azules representan el flujo de los VFVU y sus residuos a través del ciclo de manejo integral; las flechas rojas indican la salida de los residuos del ciclo, es decir su disposición final; y las flechas verdes, el proceso ampliado de reciclaje a partir de un modelo de negocios circular.

Aspectos clave del modelo de negocio

Se identifican los siguientes elementos clave para la sana operación de los CAT:

1. Distancias para la recolección de VFVU y de clientes potenciales.

Si bien es posible emplear maquinaria móvil para realizar partes del proceso de chatarrización en los depósitos de VFVU, es importante considerar que su transportación a los CAT genera costos adicionales y repercute en los beneficios económicos de la cadena de valorización. Por otro lado, la localización de los clientes es de gran relevancia en la cadena de suministro de los productos de los CAT. La distancia también influye en los costos de disposición de los residuos no aprovechables.

2. Ingresos por la chatarrización.

Las ganancias percibidas están en función de múltiples variables como: precios internacionales de referencia de los residuos, el tipo y tamaño del cliente, la época de año, y la prestación de servicios adicionales por parte de los CAT.

3. Procesos de valorización.

Los procesos operativos de cada CAT se definen de acuerdo con las necesidades de los clientes, que abarcan desde la recolección de la materia prima, hasta el procesamiento del residuo y el esquema de entrega.

4. Estrategias para añadir valor al producto.

Algunas prácticas que mejoran la comercialización de los productos derivados de la chatarrización son la mejora de los procesos de separación, clasificación, limpieza y preparación de los productos finales, a partir de las demandas de los clientes, el servicio puerta a puerta tanto para la recolección de residuos como la entrega de productos.

5. Precio de compra por vehículo a chatarrizar.

Depende del tipo de vehículo, dado que sus dimensiones y año modelo influyen en el contenido de material aprovechable, y de los servicios adicionales requeridos, como la destrucción o certificación de la destrucción. De acuerdo con estudios previos [11], las empresas pagan un rango de \$1,500 a \$5,000 pesos por tonelada de vehículo.

6. Costo por disposición final residuos peligrosos/no valorizados.

Si bien los residuos no valorizables no rebasan el 1% del volumen total de un vehículo, su almacenamiento y traslado a un SDF genera costos adicionales a los CAT. El costo de traslado está en función del tipo de material que determina la tarifa (por peso o flete). Aproximadamente, se

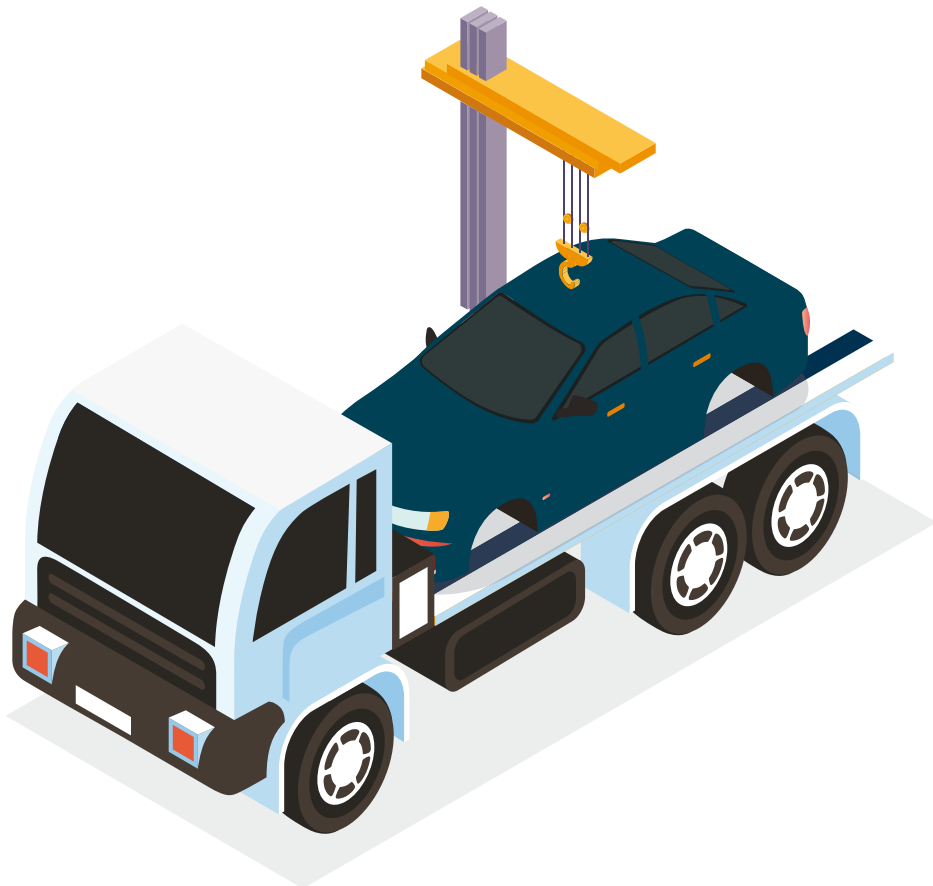
pagan \$285 pesos por tonelada, y \$400 pesos por flete en el caso de residuos en general. Con relación a las llantas, el costo aproximado es de \$700 pesos por tonelada, o bien, \$4,000 pesos por flete [11].

7. Clientes potenciales y cadenas de valorización.

Los principales clientes son la industria siderúrgica y de materiales no ferrosos, así como empresas especializadas en el reciclaje de baterías, catalizadores y otros componentes. No obstante, en México se requiere avanzar en la creación de cadenas de valorización para los siguientes componentes:

Plásticos de alta tecnología (Policarbonatos con retardantes anti-fuego) que no pueden ser reciclados (tabletos o faros) y gases refrigerantes.

- Telas y esponjas de asientos.
- Cristales de ventanas y parabrisas.
- Neumáticos que enfrentan altos costos de traslado y preprocesamiento para su uso energético o para el desarrollo de otros productos.

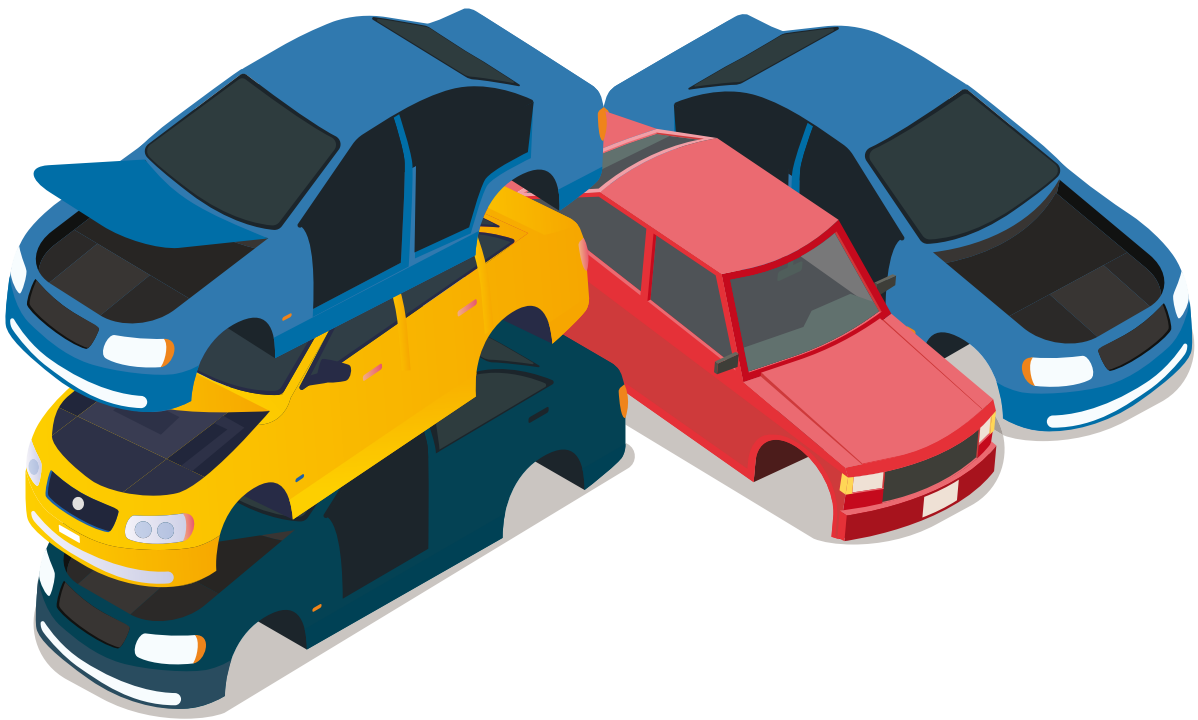


5. Beneficios ambientales y sociales

La destrucción de VFVU en México se ha ejecutado a través de programas con distintos objetivos: i) para mejorar la seguridad vial, ii) con fines fiscales, y iii) destruir vehículos de depósitos o abandonados en la vía pública y corralones. No obstante, la chatarrización de VFVU conlleva importantes beneficios ambientales y sociales, entre los que se pueden señalar los siguientes:

- **Reducción de emisiones de contaminantes al aire y de gases de efecto invernadero**, particularmente cuando se asocian a un programa de renovación del parque vehicular. Estos beneficios están en función de los vehículos a chatarrizar, y de las tecnologías de los nuevos vehículos; así como de la intensidad de uso de los vehículos a chatarrizar, por ejemplo, si se trata de vehículos de carga o de transporte público.
- En furgonetas, los vehículos de baterías (BEV) ofrecen una reducción neta de emisiones de GEI de entre 52% y 62%. Por su uso en repartos urbanos, la tecnología de híbrido enchufable (PHEV) ofrece también reducciones netas considerables del orden del 40% respecto al diésel convencional. De forma similar, en el caso de los camiones los BEV reducen las emisiones netas de GEI un 50% ya en 2020, con reducciones de mayor orden (70-95%) en 2030-2050 [12].
- En zonas urbanas, la **reducción del ruido** de vehículos, particularmente de vehículos pesados, es otro beneficio colateral de la transición a la electromovilidad.
- El enfoque de economía circular en un programa de chatarrización, **reduce los riesgos e impactos ambientales** al asegurar que las empresas que participen cumplan con la normatividad vigente, incluidas las metas de aprovechamiento que deberán definir las leyes federal y locales de EC.
- La creación y permanencia en el tiempo de programa de chatarrización, **promueve el desarrollo económico** a través de la incorporación de nuevos actores dentro del flujo de residuos de los VFVU, que repercute en la creación de nuevas empresas y empleos.

-
- El desarrollo del sector del reciclaje en el contexto de la economía circular, fomenta su **formalización y mejora de las condiciones laborales de los trabajadores.**
 - Los beneficiarios de un programa de renovación vehicular ligado a la charrización, mejoran sus **condiciones crediticias para la adquisición de un vehículo nuevo.**
 - La reutilización y el reciclaje de componentes en buen estado de los VFVU, o la restauración de piezas que garanticen de forma segura ampliar su ciclo de vida, mejoran su asequibilidad para la población, particularmente a la de menores niveles de ingreso.



Recomendaciones

Las siguientes acciones facilitarán el desarrollo e implementación exitosa de un modelo de negocios circular en torno a un programa o esquema local de chatarrización de VFVU a implementar por parte de los gobiernos estatales:

Mejoras regulatorias y desarrollo de políticas públicas

- Diseñar criterios claros para la acreditación de CAT de VFVU, que formalicen su funcionamiento. Puede dar origen a la creación de normas específicas para la creación y operación de los CAT.
- Desarrollar un marco normativo para promover la transición hacia una economía circular en la industria automotriz (Leyes Estatales de Economía Circular), estableciendo metas a mediano y largo plazo de recuperación de VFVU y reciclaje de sus componentes.
- Desarrollar estrategias que procuren la generación de flujos constantes de VFVU hacia los CAT, incluyendo medidas administrativas para liberar los vehículos en los depósitos estatales y municipales de vehículos, cuyo valor comercial sea menor a su valor como chatarra, y de los vehículos de servicio público con baja administrativa.
- Definir criterios para el comercio seguro de partes y refacciones usadas para automóviles, camionetas y camiones.

Financiamiento de modelos de negocios circulares

- Crear incentivos económicos (impuestos, subvenciones, créditos fiscales y fondos de inversión) para estimular la transición hacia una economía circular.
- Implementar y supervisar el adecuado funcionamiento de un sistema de responsabilidad extendida del productor (EPR) para componentes como los neumáticos, que facilite su valorización en la industria cementera y del caucho.
- Incluir a los CAT y sus necesidades de financiamiento en la cartera de proyectos sustentables, con la finalidad de ampliar sus posibilidades de financiamiento.

Estrategias de sensibilización y capacitación

- Difundir y capacitar a los CAT en los requerimientos de ley para participar en el programa.

- Informar y capacitar a los actores clave involucrados en la cadena de valor de los productos de la chatarrización y, solicitar su colaboración para cerrar brechas en cuanto a la comercialización de estos productos.
- Socializar los beneficios ambientales del reciclaje seguro de componentes de los VFVU entre la población.
- Colaborar con empresas relacionadas con el reciclaje, la industria y la academia, para desarrollar alternativas de valorización de componentes como el vidrio, los plásticos altamente procesados, las telas y esponjas.
- Desarrollar esquemas que potencien el mercado de los productos de la chatarrización como las bolsas verdes.

Alianzas para el desarrollo de cadenas de valorización

- Promover la colaboración de la industria automotriz, tanto de armadoras como de empresas proveedoras de autopartes, para el desarrollo y aplicación de políticas que diseñen para la sostenibilidad que faciliten la reincorporación de los componentes de los VFVU y una política de circuito cerrado.

Desarrollos tecnológicos

- Desarrollar una plataforma digital para registrar los vehículos chatarrizados, recuperar evidencia del proceso y emitir los certificados de chatarrización.



Acrónimos

CBM	Modelos de Negocios Circulares por sus siglas en inglés
CDV	Centros de Destrucción Vehicular
EC	Economía Circular
LGEC	Ley General de Economía Circular
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
PM	Planes de Manejo
PMVFVU	Plan de Manejo de Vehículos al Final de su Vida Útil
RME	Residuos de Manejo Especial
RP	Residuos Peligrosos
RTA	Residuo Triturado Automotriz
SDF	Sitios de Disposición Final
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
VFVU	Vehículos al Final de su Vida Útil

Anexos

Anexo 1. Normas Oficiales Mexicanas aplicables a los CAT

NOM	Objetivo
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-053-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.
NOM-055-SEMARNAT-2003	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios que se destinarán para un confinamiento controlado de residuos peligrosos previamente estabilizados.
NOM-056-SEMARNAT-1993	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-057-SEMARNAT-1993	Que establece los requisitos que deben observarse en el Diseño, construcción y operación de celdas de un Confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-058-SEMARNAT-1993	Que establece los requisitos que deben observarse en el Diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-004-SEMARNAT-2002	Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
NOM-133-SEMARNAT-2000	Protección ambiental.- Bifenilos policlorados (BPCS) – Especificaciones de manejo
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos y las especificaciones, su caracterización y remediación
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

Fuente: Chávez Vasavilbaso (2020).

Anexo 2. Lista de verificación en materia de normas ambientales y de seguridad para CAT

NOMBRE DE CENTRO DE DESTRUCCIÓN CAT			
DIRECCIÓN			
CORREO ELECTRÓNICO			
NOMBRE DEL VERIFICADOR			
FECHA DE LA VERIFICACIÓN			
NOMBRE DE QUIEN ATIENDE LA VERIFICACIÓN			
CARGO			
PROCESO DE DESTRUCCIÓN EMPLEADO		Capacidad Un. /día	
El nivel de cumplimiento se evalúa cuantitativamente para cada uno de los requisitos obligatorios (*) y no obligatorios que le sean aplicables, de acuerdo con la escala indicada. El resumen aparece al final.	<p>ESCALA DE EVALUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumple: 1 punto. • Cumple parcialmente: 0.5 puntos (no aplica para requisitos obligatorios*). • No cumple: 0 puntos. 		

1. DOCUMENTACIÓN OBLIGATORIA

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA (SI / NO)	CUMPLIMIENTO
1.1 GENERALES	1.1.1 Constancia del Registro Federal de Contribuyentes*		
	1.1.2 Registro ante el Instituto Mexicano del Seguro Social*		
	1.1.3 Cédula Informativa de Zonificación		
	1.1.4 Constancia de alineamiento y número oficial		
	1.1.5 Acta constitutiva de la empresa*		
	1.1.6 Acreditación de la propiedad/ tenencia del predio*		
	1.1.7 Seguro de riesgo ambiental / responsabilidad civil		
1.2.- FEDERAL	1.2.1 Cédula Operación Anual, en caso de ser regulados por la federación*		
	1.2.2 Registro como generador de residuos peligrosos*		
	1.2.3 Manifiestos de disposición / almacenamiento de RP*		
	1.2.4 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos*		
	1.2.5 Registro de descarga de aguas residuales		
	1.2.6 Licencia de funcionamiento o Licencia Ambiental Única*		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA (SI / NO)	CUMPLIMIENTO
1.3 ESTATAL	1.3.1 Manifiesto de Impacto Ambiental, Estudio de Riesgo y cumplimiento de condicionantes*		
	1.3.2 Licencia de Funcionamiento Estatal*		
	1.3.3 Registro del Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial*		
	1.3.4 Autorización como prestador de servicios para el manejo de RME*		
1.4 MUNICIPAL	1.4.1 Estudio de Impacto Urbano		
	1.4.2 Estudio y liberación de impacto vial		
	1.4.3 Licencia de uso del suelo actualizada*		
	1.4.4 Licencia de Funcionamiento Municipal*		
	1.4.5 Visto bueno de protección civil*		
	1.4.6 Acceso a servicios municipales		
	1.4.7 Acceso a servicios públicos		
1.5 ESPECIFICOS	1.5.1 Manual de operación y mantenimiento		
	1.5.2 Manual de seguridad e higiene		
	1.5.3 Manual de calidad		
	1.5.4 Plan de respuesta a emergencias*		
	1.5.5 Programa de capacitación y evidencias de capacitación *		

2. VERIFICACIÓN OCULAR DE LAS INSTALACIONES Y OPERACIÓN DEL SITIO

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
1.1 ALEDAÑA	1.1.1 ¿Existen mecanismos de comunicación e interacción (buzón de quejas) con la comunidad aledaña para ejercer la Responsabilidad Social Empresarial?		
	1.1.1 ¿Se localizan receptores sensibles colindantes (casas, escuelas, hospitales, iglesias, centros deportivos, parques públicos, etc.)?		
	1.1.2 ¿Existen sitios de interés ambiental/social que puedan ponerse en riesgo (cuerpos de agua, ANP, sitios de valor histórico, etc.)?		
	1.1.3 ¿Existen actividades externas que pueden representar un riesgo a la instalación (gasolineras, gaseras, calderas, etc.)?		
2.1 INSTALACIONES GENERALES	2.1.1 Instalación		
	i. Control administrativo y de documentación*		
	ii. Báscula*		
	iii. Suministro de agua potable		
	iv. Drenaje y alcantarillado		
	vi. Sistema de drenaje pluvial		
	vii. Tratamiento del agua residual*		
	viii. Suministro eléctrico		
	ix. Baños y vestidores con distinción de género		
	x. Servicio médico o botiquín de emergencia y capacitación del personal en primeros auxilios*		

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.1 INSTALACIONES GENERALES	xi. Comedores		
	xii. Almacén general y resguardo de herramienta		
	xiii. Servicios de seguridad e higiene		
	xiv. Barda perimetral*		
	xiv. Sistema contra incendio y explosión*		
	2.1.2 Operación		
2.1 INSTALACIONES GENERALES	i. Procedimiento de atención al público y control de documentación		
	ii. Restricción de acceso en todas las áreas a personas no autorizadas*		
2.2 RECEPCIÓN VFVU	2.2.1 Instalación		
	i. Capacidad de almacenamiento del área hasta 30 días		
	ii. Piso impermeable		
	iii. Área techada		
	iv. Detectores de radiactividad		
	2.2.2 Operación		
	i. Verificación de documentación de VFVU*		
	ii. Emisión de baja y certificado de destrucción*		
	iii. Registro y control de documentación *		

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.3 ALMACEN TEMPORAL DE VFVU	2.3.1 Instalación		
	i. Área suficiente		
	ii. Piso impermeable*		
	iii. Contención y control de escurrimientos *		
	iv. Trampas de grasas en drenaje*		
	2.3.2 Operación		
	i. Revisión de fugas de líquidos en VFVU almacenados		
2.4 DESCONTAMINACIÓN	2.4.1 Instalación		
	i. Área cubierta suficiente		
	ii. Piso impermeable*		
	iii. Regadera de emergencia		
	iv. Botiquín de primeros auxilios		
	v. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	vii. Recolección de derrames, trampas de grasa y almacenamiento*		
	viii. Instalación y equipamiento para la extracción de fluidos*		
	2.4.2 Operación		
	i. Uso de equipo de protección personal		
	ii. Eliminación de baterías *		
	iii. Extracción de combustible *		
	iv. Extracción de aceites de motor, diferencial y caja de cambios *		
	v. Extracción del líquido de frenos*		
vi. Extracción de líquido refrigerante y anticongelante *			

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.4 DESCONTAMINACIÓN	vii. Extracción de fluidos del sistema de aire acondicionado, tanque de gas licuado y cualquier otro fluido *		
	viii. Extracción de filtros de aceite y combustible*		
	ix. Eliminación de componentes y materiales que contienen plomo, mercurio, cadmio y / o cromo hexavalente *		
	x. Eliminación de catalizador *		
	xi. Eliminación y / o neutralización de bolsas de aire y supresores de cinturón de seguridad		
	xii. Recolección de derrames, decantadores y limpiadores		
2.5 ALMACENAMIENTO Y CONTENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	2.5.1 Instalación		
	i. Área cubierta suficiente (altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical, tener una capacidad mínima de 7 veces el volumen promedio de RP que diariamente se reciban)*		
	ii. Piso impermeable*		
	iii. Contenedores adecuados para almacenar baterías (No. ONU 2794, 2795 o 3028, P801 envases y embalajes exteriores rígidos; jaulas hechas con listones de madera; palets)*		
	iv. Depósitos separados de residuos líquidos*		
	v. Contenedores separados para otros residuos peligrosos*		
	vi. Señalización adecuada para identificar RP		
	vii. Diques de contención		
	viii. Delimitación de las áreas de seguridad*		
	ix. Dispositivos adecuados y suficientes contra incendio y explosión*		

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.5 ALMACENAMIENTO Y CONTENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	2.5.2 Operación		
	i. Almacenamiento de componentes sólidos (piezas de repuesto)		
	ii. Almacenamiento de componentes líquidos (aceites)		
	iii. Almacenamiento de componentes gaseosos (refrigerantes)		
	iv. Uso de contenedores adecuados para baterías (No. ONU 2794, 2795 o 3028, P801 envases y embalajes exteriores rígidos; jaulas hechas con listones de madera; palets)*		
	v. Neutralización en caso de accidente con baterías		
	vi. Almacenamiento de filtros de aceite		
	vii. Almacenamiento de condensadores PCB y PCT retirados		
	viii. Uso de recipientes adecuados para diferentes fluidos		
	ix. Dispositivos contra incendio y explosión*		
2.6 DESMONTAJE DE COMPONENTES	2.6.1 Instalación		
	i. Área Cubierta		
	ii. Piso impermeable*		
	iii. Recolección de derrames, trampas de grasa y almacenamiento		
	iv. Botiquín e implementos para atender primeros auxilios		
	v. Dispositivos contra incendio y explosión		

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.6 DESMONTAJE DE COMPONENTES	2.6.2 Operación		
	i. Uso de equipo de protección personal*		
	ii. Desmontaje de componentes y piezas destinados para su reutilización y reciclaje		
2.7 ALMACENAMIENTO DE COMPONENTES REMOVIDOS	2.7.1 Instalación		
	i. Área techada		
	ii. Piso impermeable*		
	iii. Almacenamiento con clasificación de piezas y componentes*		
	iv. Almacenamiento de llantas		
	v. Depósitos impermeables para almacenar piezas contaminadas con aceites o grasas		
	vi. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	2.7.2 Operación		
	i. Uso de equipo de protección personal*		
	ii. Almacenamiento de componentes para su reutilización		
2.8 ALMACENAMIENTO DE CARCASAS DE VFVU	2.8.1 Instalación		
	i. Delimitación de áreas de seguridad		
	ii. Piso impermeable		
	iii. Área suficiente para realizar maniobras		

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.8 ALMACENAMIENTO DE CARCASAS DE VFVU	iv. Espacio de apilamiento con capacidad para dos meses con estibamiento no mayor a tres carcasas		
	v. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	vi. Sistema de contención y tratamiento de escurrimientos pluviales		
	2.8.2 Operación		
	i. Uso de equipo de protección personal*		
	ii. Almacenamiento VFVU des-contaminados		
	2.9 COMPACTACIÓN Y/O TRANSPORTE DE CARCASAS	2.9.1 Instalación	
i. Piso impermeable			
ii. Espacio de apilamiento con capacidad para dos meses			
iii. Delimitación de áreas de seguridad*			
iv. Área suficiente para realizar maniobras			
v. Sistema de contención y tratamiento de escurrimientos pluviales			
2.9.2 Operación			
i. Uso de equipo de protección personal*			
ii. Estibamiento no mayor a tres carcasas			
iii. Remoción de agua pluvial con fluidos existentes en las carcasas			
iv. Compactación de las carcasas			

ZONA	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.10 TRITURACIÓN (CARCASAS COMPACTADAS O NO)	2.10.1 Instalación		
	i. Piso impermeable		
	ii. Molino fragmentador		
	iii. Mamparas de reducción de ruido		
	iv. Tambores magnéticos para separación de metales		
	v. Sistemas de succión para separación de materiales		
	vi. Drenaje para captura y desvío de aguas pluviales*		
	vii. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	2.10.2 Operación		
	i. Uso adecuado del equipo de protección personal*		
ii. Cumplimiento de las medidas de higiene y seguridad*			
iii. Trituración de carcasas compactadas			
2.11 ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES TRITURADOS	2.11.1 Instalación		
	i. Área cubierta (en función de la cantidad de material almacenado)		
	ii. Piso impermeable		
	iii. Sistema de contención y tratamiento de escurrimientos pluviales		
	iv. Almacenamiento en contenedores de las fracciones férrica, ligera y pesada*		
	2.11.2 Operación		
	i. Uso de equipo de protección personal*		
	ii. Cumplimiento estricto de las medidas de higiene y seguridad*		

3. VERIFICACIÓN DE MEDIDAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD, RESPUESTA DE EMERGENCIA Y CAPACITACIÓN

ASPECTO	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
3.1 HIGIENE Y SEGURIDAD	3.1.1 ¿Cuenta con un responsable y personal de HS? *		
	3.1.2 Procedimientos desarrollados e implementados de HS*		
	3.1.3 ¿Existe equipo de protección personal proporcionado? *		
	3.1.4 ¿Existen reportes de incidentes/accidentes? *		
	3.1.5 ¿Existen estudios de ambiente laboral? *		
	3.1.6 ¿Se aplican exámenes médicos al personal?*		
3.2 RESPUESTA A EMERGENCIAS	3.2.1 ¿Existe evidencia de respuesta a emergencias? *		
	3.2.2 Plano con la ubicación de equipos de respuesta a emergencias*		
	3.2.3 ¿Existe evidencia de capacitación en respuesta a emergencias? *		
	3.2.4 ¿Cuenta con suficientes dispositivos para respuesta a emergencias (extintores, botiquín, etc.)? *		

ASPECTO	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
3.3 CAPACITACIÓN 3.3 CAPACITACIÓN	3.3.1 ¿Existe un calendario de capacitación a la vista? *		
	3.3.2 ¿Existe registro de los cursos de capacitación impartidos? *		
	3.3.3 ¿Se realiza una Inducción y capacitación periódicamente? *		
	3.3.4 ¿Existe evidencia de capacitación? *		
	3.3.5 ¿Existe evidencia de la certificación del personal que imparte la capacitación? *		

*REQUISITOS OBLIGATORIOS

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN			
REQUISITOS	APLICABLES	PUNTOS OBTENIDOS	% (*)
OBLIGATORIOS	85		
DESEABLES	75		
TOTAL	161		

La acreditación requiere cubrir en su totalidad los 85 puntos obligatorios.

OBSERVACIONES

Bibliografía

[1] SESMAN Recycling (2023). GUIA GENERAL. Centros Autorizados de Tratamiento (CAT) para vehículos al final de su vida útil (VFVU).

[2] LECCDMX (2023). Ley de Economía Circular de la Ciudad de México, Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 28 de febrero de 2023. Recuperado de: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/640/775/796/640775796545e564034573.pdf>

[3] Infobae, «El decálogo para entender la economía circular y cómo se intenta plantear en México,» Infobae, 19 10 2021. [En línea]. Recuperado de: <https://www.infobae.com/america/mexico/2021/10/19/el-decalogo-para-entender-la-economia-circular-y-como-se-intenta-plantear-en-mexico/>. [Último acceso: 01 11 2021].

[4] Chávez Vasavilbaso, A. (2020). Consultoría para la evaluación, clasificación y verificación de potenciales centros de destrucción de vehículos al final de su vida útil para la implementación del Programa de KfW y Nafin para la consecución de los objetivos nacionales en materia de cambio climático (NDC) en el Sector Transporte en México. Suma + Ingeniería.

[5] WBCSD (2019). Global ELT Management – A global state of knowledge on regulation, management systems, impacts of recovery and technologies. World Business Council for Sustainable Development. Recuperado de: https://docs.wbcsd.org/2019/12/Global_ELT_Management%E2%80%93A_global_state_of_knowledge_on_regulation_management_systems_impacts_of_recovery_and_technologies.pdf

[6] CE (2021). Directive on end-of-life vehicles. Comisión Europea. Recuperado de: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles_es

[7] CE (2020). Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020 [COM/2020/798 final]. Recuperado de: EUR-Lex - 52020PC0798 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

-
- [7] ERTEL, J. y CRUZ-RIVERA, R. (2008). Acumulación de productos al final de su vida útil en México, el caso de los vehículos automotores, Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 24(3), 117-130, Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v24n3/v24n3a3.pdf>
- [8] GIZ-CMM (2022). Diseño de esquema de renovación y destrucción de vehículos de carga en Jalisco. Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable-Centro Mario Molina.
- [9] J. Kirchherr, D. Reike y M. Hekkert, «Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions» Resources, Conservation and Recycling, vol. 127, pp. 221-232, 2017.
- [10] N. Kanari, J. L. Pineau and S. Shallari, "End-of-Life Vehicle Recycling in European Union," Journal of the Minerals, Metals & Materials Society, vol. 55, no. 8, pp. 15-19, January 2003.
- [11] GIZ (2022). Esquema de negocio de economía circular para implementar en los centros de destrucción vehicular de Jalisco. Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable.
- [12] Ricardo, E4tech, ifeu. (2020). Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA.
- [13] Heinrich-Böll-Stiftung (2021). European Mobility Atlas 2021: Facts and Figures About Transport and Mobility in Europe. Recuperado de: <https://eu.boell.org/en/end-of-life-vehicles-final-destination>
- [14] SEMARNAT (2012). Plan de Manejo de Vehículos al Final de su Vida Útil 2012. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <https://www.gob.mx/amexcid/prensa/se-presenta-plan-de-manejo-de-vehiculos-al-final-de-su-vida-util>