



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

## **Logística inversa y economía circular: elementos clave para la competitividad empresarial**

*Glenda Marisa Chávez-Gallegos<sup>1</sup>*

*Carlos Francisco Ortiz-Paniagua\**

*Joel Bonales-Valencia\*\**

### **Resumen**

La logística inversa (LI) constituye un mecanismo de gestión dentro del paradigma de la economía circular y para la sostenibilidad. En el presente artículo se examina los factores que impactan en la implementación de las políticas empresariales de LI del sector electrónico en México. Se utiliza la lógica difusa para conocer los efectos olvidados, en la perspectiva de los expertos/académicos señalando los factores que suponen éxito a la hora de implementar la LI. Los resultados revelan los elementos no considerados desde el principio afectan y limitan de manera significativa la eficiencia en implementación de la logística inversa, por tanto en la competitividad en las empresa del sector electrónico en México.

***Palabras clave:*** logística inversa, economía circular, desarrollo sustentable

### **Abstract**

Reverse logistics (RL) is a management mechanism within the paradigm of the circular economy to sustainability. This article examines the factors that impact the implementation of RL business policies in the electronics sector in Mexico. Fuzzy logic is used to know the forgotten effects, in the perspective of experts / academics pointing out the factors that suppose success when implementing the RL. The results reveal the elements not considered from the beginning affect and significantly limit the efficiency in the implementation of

---

<sup>1</sup> \*\*\*Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

reverse logistics, therefore in the competitiveness of companies in the electronics sector in Mexico.

**Keywords:** reverse logistic, circular economy, sustainable development

## Introducción

En los últimos años, la gestión de la cadena de suministro ha prestado especial atención a los procesos de recuperación de productos que finalizan su vida útil y/o, que son desechados por los consumidores, pero que aún se puede ser recuperar valor mediante su reutilización, reciclaje o refabricación. De esta manera, se ha desarrollado una línea de investigación sobre estos procesos de recuperación de productos, que se enmarca dentro del concepto de logística inversa o gestión de la cadena de suministro cerrada (Dekker et al., 2004; Flapper et al., 2005).

Históricamente, las empresas han mostrado una tendencia a centrarse en el producto, las economías de escala estaban centralizadas, porque los beneficios eran principalmente un reflejo de la cuota de mercado. El resultado de ese enfoque puede verse en un medio ambiente dañado y en la aparición de nuevas teorías como la economía circular y estrategias como la logística inversa para ayudar a mitigar la contaminación actual o incluso cambiar el rumbo actual (Rogers y Tibben-Lembke, 2011). Por ello, emerge la necesidad de tener un proceso globalizado distinto, bajo la lógica de la economía circular bajo una nueva forma de hacer logística y, como consecuencia, una nueva tendencia para el escenario económico actual.

Bajo las premisas de reutilización, reciclaje, reducción, rediseño, recuperación, renovación y reparación, se integra una forma de economía más eficiente que atienda los procesos de reducción de residuos, aprovechando al máximo los recursos materiales y energéticos (Geisendorf y Pietrulla, 2018; Geisendorf, 2017). Poco a poco gana popularidad este paradigma y los procesos de economía circular y una de sus vertientes prácticas que es la debido a 1) la creciente preocupación por la sostenibilidad medioambiental; 2) las empresas se ven cada vez más presionadas para minimizar sus residuos; 3) la demanda de algunos mercados por reducir su huella de carbono y la huella ecológica; 4) Aumenta la confianza del cliente; 5) mejora la imagen de la empresa; 6) aumenta la probabilidad de

incursionar en otros mercados; 7) reducen los inventarios; (Cure, et al., 2006; Geisendorf, 2017).

Cuando se gestiona eficientemente la logística inversa en las empresas, se obtienen diversos resultados positivos y se mantiene la competitividad en cada sector al reducir el uso de recursos y redistribuir los recursos utilizados para maximizar su uso (Phoosawad P., 2019). Una vez realizado un análisis del desempeño económico, se ha demostrado competentemente que la implementación de la logística inversa ha tenido resultados positivos en materia de desempeño económico, por lo que es posible afirmar que, al implementar la logística inversa, el impacto de la empresa en la sociedad es positivo y significativo, tanto, en la rama económica como ambiental (Huang Y., 2012).

Uno de los sectores con mayor potencial de emplear la LI en la industria electrónica, como se puede apuntar que para 2018 se generaron más de 50 millones de toneladas de residuos electrónicos; equivalente a 125,000 aviones jumbo o 4,500 torres Eiffel provenientes de computadoras, electrodomésticos, teléfonos, baterías y solo una pequeña parte son reciclados. Con lo que se aprecia el elevado potencial para generar valor económico, empleos y reducir el impacto ambiental (ONU, 2019). Por lo que el objetivo de la investigación es: identificar los factores que impactan en la implementación de la Logística Inversa en la industria electrónica en Querétaro.

Para abordar este objetivo, el capítulo se organiza de la siguiente manera. Tras la sección introductoria, se presentan los fundamentos teóricos de la logística inversa y la economía circular, así como su evolución conceptual. En el siguiente apartado, se presentan los criterios de selección y análisis y las técnicas metodológicas empleadas, para continuar con el análisis de los resultados en la última parte y las conclusiones, destacando las aportaciones más significativas de este estudio.

### **Marco Teórico y Conceptual**

Con el crecimiento acelerado de la economía mundial, gran parte de la atención se centra en los recursos y su relación con el medio ambiente, que se han convertido en el principal obstáculo para el desarrollo de una economía sostenible. Cómo resolver los conflictos entre

el crecimiento económico y el elevado consumo de energía, así como la degradación del medio ambiente, se ha convertido en un reto para el mundo (Juan, 2011). La teoría basada en la sostenibilidad fundamenta sus conceptos en una transformación multidimensional para la modificación de procesos que promuevan el consumo y la producción sostenibles (Markard, et al, 2012,).

Uno de los objetivos en el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones aplicadas a la logística es contribuir positivamente a la preservación del medio ambiente. Carrion-Flores e Innes, mencionan que puede reducir los residuos y los daños medioambientales en el planeta, así como proporcionar mejores bienes y servicios a un mejor costo, además de crear puestos de trabajo para las personas (Garrette, et al, 2009, 1,). La economía circular representa un medio para lograr la aplicación de la cadena de suministro cerrada o logística inversa en los flujos de materiales en el sistema económico.

Continuando con el argumento de estos autores, Ivanova et al (2019) destacan la importancia de la logística inversa en la promoción de prácticas empresariales sostenibles y su impacto en diversas partes interesadas, incluidos los beneficios económicos, ambientales y sociales. La logística inversa contribuye a la sostenibilidad ambiental, ya que puede reducir significativamente los residuos mediante la recuperación y el reciclaje de materiales y productos que de otro modo podrían desecharse. Esto contribuye a un modelo empresarial más sostenible y ayuda a las empresas a cumplir sus compromisos medioambientales.

Diversos autores, como Srivastava (2019), Lai et al (2021), hacen un llamado a prestar atención sobre el posible daño que la logística inversa podría causar al medio ambiente. Aunque en general se considera una práctica sostenible, todavía son muchos los daños potenciales que podría causar al medio ambiente. En algunos casos, la refabricación o el reacondicionamiento de los productos devueltos puede requerir más recursos que la producción de un producto nuevo, lo que se traduce en un uso ineficiente de los recursos y un posible aumento del impacto medioambiental. Si los procesos de logística inversa no se gestionan correctamente, podrían dar lugar a una eliminación inadecuada de los productos, lo que provocaría daños medioambientales y contaminación. Las prácticas ineficaces o

inadecuadas de logística inversa podrían provocar la pérdida de biodiversidad debido a los daños causados a los hábitats naturales.

Por este motivo, la incorporación de conceptos de economía circular es especialmente importante. El concepto de economía circular es un tema de tendencia entre varios grupos académicos de interés como varias empresas, gobierno y académicos debido a su potencial para contribuir al desarrollo sostenible (Geissdoerfer, 2017). a lo largo de una serie de actividades conocidas como estrategias circulares que han demostrado ser eficientes y productivas (Ghisellini, 2016) para proporcionar una concepción de estas estrategias se puede mencionar la simbiosis industrial, que no es más que el uso por parte de una empresa de residuos, fluidos o emisiones generados por otra, incorporándolos a su proceso de producción.

Por último, varios autores analizan los posibles efectos sociales de la logística inversa. Ya que puede tener efectos tanto positivos como negativos en la economía. Por un lado, puede dar lugar a una mayor eficiencia de los recursos y un ahorro de costes, lo que puede beneficiar a empresas y consumidores (Guide y Van Wassenhove, 2009). Por otro lado, también puede suponer una pérdida de valor e ingresos para las empresas y un aumento de los costes para los consumidores (Rogers y Tibben-Lembke, 1998). Además, la implantación de prácticas de logística inversa puede conducir a la creación de empleo y al crecimiento económico (de Brito et al., 2003).

La logística inversa también puede tener efectos sociales, sobre todo en términos de comportamiento de los consumidores y satisfacción del cliente. Al ofrecer procesos de devolución sin complicaciones y reducir los residuos, la logística inversa puede contribuir a mejorar la satisfacción y la fidelidad de los clientes (Fleischmann et al., 1997). También puede contribuir a unos modelos de consumo más sostenibles fomentando la reutilización y el reciclado de productos (Tibben-Lembke, 2002).

Según el enfoque sólido del desarrollo sostenible, según el cual deben mantenerse la estructura y las características de los sistemas ecológicos de la Tierra, las funciones que sustentan la vida o las reservas de capital natural. Esta sostenibilidad ecológica debe representarse a través de los conceptos de estabilidad y resiliencia, siendo el primero la

capacidad de las poblaciones de especies de volver al equilibrio tras una perturbación, y el segundo el desarrollo sostenible y sus indicadores, que mide la propensión del ecosistema a volver a su estructura principal tras una perturbación o modificación.

En este caso, lo que se considera la principal perturbación de los ecosistemas son los impactos de las actividades humanas y el argumento para lograr la sostenibilidad es evitar impactos que reduzcan estas dos propiedades de los sistemas ecológicos (Daly, 1989). Evidentemente, según este planteamiento, es esencial integrar los factores de impacto en la ecuación, de modo que los factores que influyen en el bienestar de los ecosistemas dejen de tener un impacto negativo en el medio ambiente. A la vista de esta afirmación, será necesario integrar o crear un nuevo índice de sostenibilidad empresarial basado en los índices existentes. Los componentes e índices de sostenibilidad medioambiental más utilizados, se aprecian en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Componentes e indicadores del índice de sostenibilidad medioambiental*

<i>Componente</i>	<i>Índice</i>
<i>Sistemas ambientales</i>	Calidad del Aire Biodiversidad Calidad del Agua Cantidad de Agua
<i>Reducción del estrés ambiental</i>	Reducción de la contaminación del aire Reducción del estrés en los ecosistemas Reducción de residuos y consumo Reducción del estrés del agua Administración de los recursos naturales
<i>Reducción de la vulnerabilidad humana</i>	Sald Ambiental Sustento humano básico Reducción de la vulnerabilidad a las catástrofes naturales Todo lo relacionado con el medio ambiente
<i>Capacidad Institucional</i>	Gobernanza ambiental Eco-eficiencia Capacidad de respuesta del sector privado Ciencia y Tecnología
<i>Administración Global</i>	Participación en iniciativas de colaboración ambiental

	<p style="text-align: center;">Emisiones de gases de efecto invernadero Reducción de las presiones medioambientales transfronterizas</p>
--	--

*Fuente:* Yale Center for Environmental Law and Policy et. al. (2005).

Algunos de estos indicadores como referencia y aplicarlos directamente a las empresas, así como parte del resto de índices para tener un índice de sostenibilidad que nos dé un grado de implantación de prácticas sostenibles como la logística inversa y que estas empresas puedan integrarse en una economía circular.

### **Diseño metodológico para cuantificar la Logística Inversa (LI)**

La literatura existente sobre la toma de decisiones estratégicas de gestión es muy variada, sin embargo, una de las teorías más nobles en las ciencias sociales es sin duda la teoría de los efectos olvidados desarrollada por Kauffman y Gil Aluja (1988), donde el foco principal es la función e incidencia en el proceso de trabajo como cadena. El uso de esta metodología permite obtener información cualitativa derivada de la apreciación de un grupo de expertos, cuyo conocimiento proviene de la experiencia en el campo, lo cual es vital para las ciencias sociales. El objetivo principal de este artículo es analizar los factores que influyen en la implementación de la logística inversa y que son ignorados u olvidados en las empresas electrónicas en México. El problema se aborda desde la perspectiva de los elementos que requieren las empresas para la implementación de la logística inversa en el día a día.

Según la teoría de los efectos olvidados, los acontecimientos que suceden a nuestro alrededor forman parte de un sistema o subsistema. Por tanto, es lógico que cualquier actividad esté sujeta a una relación causa-efecto. Sin embargo, aunque haya ciertas actividades con un sistema de control viable, siempre existe el riesgo de omitir, voluntaria o involuntariamente, algunas relaciones causales que no siempre son evidentes o visibles. Por lo tanto, la teoría de los efectos olvidados es, de hecho, un enfoque innovador y eficaz que considera todas las relaciones de un fenómeno minimizando los errores que pueden producirse en la modelización (Gil-Lafuente, 2011).



## Desarrollo Metodológico

Al principio del planteamiento metodológico, una ocurrencia de  $A_i$  sobre  $B_j$  se tiene en cuenta si el valor de las funciones de pertenencia del par de características ( $A_i B_j$ ) se estima entre  $[0,1]$  (el valor de cada celda de la matriz no puede ser menor que 0 ni mayor que 1, como si hubiéramos valorado de 0 a 10, pero en decimales); es decir. e.  $\forall(aibj) \Rightarrow \mu(aibj) \in [0,1]$ .

El conjunto de elementos evaluados define la "matriz de relaciones directas", que a efectos de este trabajo se denomina matriz  $M$ , que muestra las relaciones causa-efecto que se producen entre los elementos conjuntos del conjunto  $A$  y los elementos conjuntos del conjunto  $B$ . Por lo tanto, la representación de los conjuntos se muestra así:

$A = \{a_i / i = 1,2,\dots,n\}$  : Resultados de la implementación de la logística inversa.

$B = \{b_j / j = 1,2, \dots, m\}$ : Variables de sostenibilidad

A partir de estos conjuntos de datos se puede afirmar entonces que los efectos son acumulativos, luego se requiere un tercer conjunto de elementos que difiera de los dos primeros. Este tercer conjunto parte de los efectos del conjunto  $B$ , que definirá las relaciones causales sobre el conjunto  $a$ ., creando así el conjunto  $C$ .

El operador matemático que determinará la intensidad de los efectos del conjunto  $A$  sobre el conjunto  $C$  es la composición Max-Min:

$$M \subset A \times B, N \subset B \times C \text{ and } P \subset A \times C$$

y se invoca la ecuación de Kaufmann y Henry-Labordère (1977) para:

$$M \circ N = P$$

Por lo tanto, se puede afirmar que la relación de impacto  $P$  define las relaciones causales entre los elementos del conjunto  $A$  y el conjunto  $C$  en la intensidad o grado de los elementos pertenecientes al conjunto  $B$ .

Para tener una visión clara de los criterios utilizados para la evaluación, a continuación se muestra la tabla de causas, la tabla de efectos, así como la escala de evaluación semántica mostrada a los expertos.

**Tabla 2**

*Causas de la implantación de la logística inversa*

<i>Dimensiones</i>	<b>Índice de Implementación de LI</b>
<i>Empresa</i>	C1 Formalización de la logística inversa C2 Certificaciones C3 Infraestructura C4 Costos
<i>Cliente</i>	C5 Participación C6 Servicio C7 Comunicación
<i>Proveedor</i>	C8 Eco-eficiencia C9 Responsabilidad Corporativa
<i>Producto</i>	C10 Diseño C11 Calidad C12 Clasificación

*Fuente:* Elaboración propia a partir del Modelo ESI 2022.

**Tabla 3**

*Efectos del Desarrollo Sustentable*

<i>Dimensiones</i>	<b>Indicadores</b>
<i>Reducción del estrés ambiental</i>	E1 Reducción de residuos y consumo E2 Administración de los recursos naturales
<i>Reducción de la vulnerabilidad humana</i>	E3 Sustento humano básico
<i>Consumo y producción de patrones</i>	E4 Consumo de material E5 Generación y administración de residuos

*Fuente:* Elaboración propia a partir del Modelo ESI 2022.

El impacto o influencia de efecto-causa, causa-causa y efecto-efecto fue estimado por 10 expertos en sostenibilidad, competitividad, logística inversa, infraestructuras y gestión de la cadena de suministro. Al ser conscientes de los posibles impactos o influencias


intermedios, se puede lograr una mayor coherencia interna, según Gento et al (2001). Los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 4**  
*Escala Semántica*


<i>Nivel</i>	<b>Etiqueta Semántica</b>
0.0	Sin Influencia
0.1	Muy poca influencia
0.2	Poca influencia
0.3	Leve influencia
0.4	Influencia moderada
0.5	Mediana Influencia
0.6	Influencia considerable
0.7	Mucha influencia
0.8	Fuerte influencia
0.9	Muy fuerte influencia
1.0	Influencia total

*Fuente:* Gil-Lafuente y Santoyo (2015).


**Tabla 5.**  
*Matriz Causa- Efecto*

	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>
<i>C1</i>	0.6	0.5	0.8	0.2	0.5
<i>C2</i>	0.6	0.5	0.8	0.3	0.6
<i>C3</i>	0.5	0.5	0.8	0.4	0.4
<i>C4</i>	0.7	0.6	0.6	0.3	0.4
<i>C5</i>	0.8	0.7	0.7	0.3	0.4
<i>C6</i>	0.7	0.5	0.5	0.8	0.3
<i>C7</i>	0.7	0.7	0.8	0.5	0.5
<i>C8</i>	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5
<i>C9</i>	0.6	0.7	0.7	0.4	0.4
<i>C10</i>	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4
<i>C11</i>	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4
<i>C12</i>	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6

**Tabla 6.***Matriz Causa- Causa*

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	1	0.4	0.4	0.5	0.9	0.3	0.7	0.5	0.2	0.3	0.2	0.5
C2	0.8	1	0.6	0.5	0.5	0.3	0.8	0.8	0.4	0.4	0.3	0.5
C3	0.3	0.5	1	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.4
C4	0.2	0.3	0.2	1	0.4	0.4	0.5	0.3	0.6	0.6	0.6	0.5
C5	0.7	0.4	0.5	0.4	1	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8
C6	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7
C7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.7	0.4	1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5
C8	0.7	0.7	0.6	0.3	0.4	0.4	0.7	1	0.4	0.4	0.4	0.3
C9	0.3	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	1	0.8	0.8	0.7
C10	0.5	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.3	0.7	1	0.7	0.7
C11	0.7	0.8	0.3	0.5	0.7	0.4	0.4	0.3	0.7	0.7	1	0.6
C12	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.3	0.7	0.6	0.6	1

**Tabla 7.***Matriz Efecto-Efecto*

	E1	E2	E3	E4	E5
E1	1	0.9	0.8	0.7	0.6
E2	0.8	1	0.9	0.6	0.6
E3	0.7	0.6	1	0.5	0.7
E4	0.8	0.6	0.6	1	0.5
E5	0.6	0.5	0.6	0.5	1


Estos resultados se producen al someter a evaluación la posible influencia directa en los componentes de la implementación de la logística inversa sobre el desarrollo sustentable de México. Como se mencionó anteriormente, expresar el fenómeno del desarrollo con esta evaluación no es suficiente, por lo que debe analizarse con mayor profundidad para explicar

los efectos sobre la sustentabilidad (no sólo por sus causas directas sino también por los efectos cruzados). Por ello, es necesario desarrollar otras dos matrices de relaciones cruzadas que presenten la influencia de los indicadores en el desarrollo sostenible y cómo se persiguen de forma interrelacionada.

Según el modelo explicado, a partir de la composición max-min de las tres matrices anteriores, realizamos una convolución matricial según las matrices las tres matrices anteriores, ejecutamos la convolución matricial según las matrices observadas en las tablas 5, 6 y 7, obteniendo la matriz que recoge los efectos olvidados (Tabla 8), es decir, la incidencia global que cada uno de los componentes de la implantación de la logística inversa tiene sobre su desarrollo sostenible.

**Tabla 8.**

*Acumulación de efectos olvidados*

 E1	E2	E3	E4	E5	
<i>C1</i>	0.1	0.2	0.0	0.7	0.2
<i>C2</i>	0.1	0.2	0.0	0.6	0.1
<i>C3</i>	0.2	0.1	0.0	0.2	0.3
<i>C4</i>	0.0	0.1	0.1	0.5	0.2
<i>C5</i>	0.0	0.1	0.1	0.5	0.3
<i>C6</i>	0.1	0.2	0.2	0.0	0.3
<i>C7</i>	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
<i>C8</i>	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2
<i>C9</i>	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
<i>C10</i>	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
<i>C11</i>	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
<i>C12</i>	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1

## Resultados y discusión

Los resultados muestran aquellas variables que resultan no ser consideradas en su totalidad a la hora de implementar un proceso de logística inversa. Los resultados presentados representan el estado actual de la economía circular y la logística inversa en las empresas electrónicas en México. Estos resultados pueden ayudar a nivel nacional a los departamentos de ordenamiento territorial y medio ambiente de las unidades territoriales superiores en México en la formación y creación de herramientas y estrategias de actividades ambientales.

Es importante mencionar que la teoría de los efectos olvidados permite al investigador analizar los impactos directos e indirectos de los resultados de la implementación de la logística inversa en empresas del sector electrónico en México en el marco de indicadores de desarrollo sustentable. Con este modelo es posible observar los efectos secundarios (efectos olvidados) que no son considerados directamente cuando se busca implementar la logística inversa.

**Tabla 9.**

*Mayor influencia de los efectos olvidados*

<b>Implementación de logística inversa</b>	<b>Desarrollo Sustentable</b>	<b>M1 C-C</b>	<b>M2 C-E</b>	<b>M3 E-E</b>	<b>M-M</b>
<i>C1 Formalización de logística inversa</i>	E4 Consumo de Material	0.2	0.9	0.7	0.7
<i>C2 Certificaciones</i>	E4 Consumo de Material	0.3	0.5	0.7	0.6
<i>C4 Costos</i>	E4 Consumo de Material	0.3	0.5	0.7	0.5
<i>C5 Participación</i>	E4 Consumo de Material	0.3	0.6	0.7	0.5

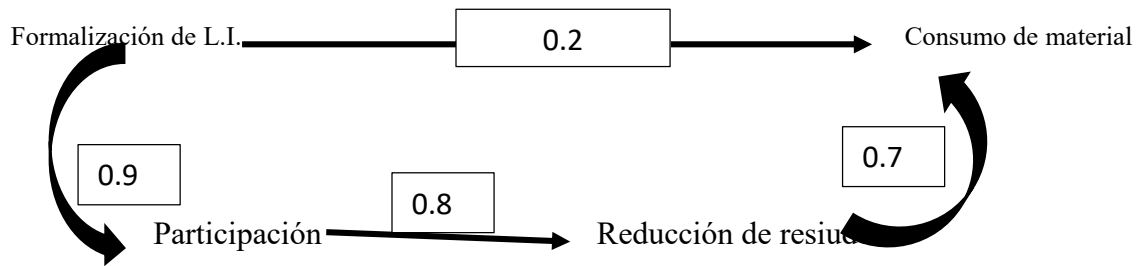
En relación con estos resultados, puede observarse que el valor estimado de la influencia de las acciones para la formalización de la logística inversa y el consumo de material tuvo una puntuación de 0,2. Sin embargo, la formalización de la logística inversa tiene una fuerte influencia media en la participación del cliente, y a su vez la participación tiene una fuerte influencia en la reducción de residuos y consumo.

Por lo tanto, existen dos efectos que modificaron el valor de la influencia directa sobre el consumo de material, dando lugar a un efecto secundario (olvidado) de la influencia media

sobre la formalización de la logística inversa sobre el consumo de material. Con estos resultados, se puede observar que si se formaliza el proceso de implantación de la logística inversa en las empresas, se puede esperar una mejora significativa de los indicadores de consumo de materiales de forma indirecta. Esta influencia moderada puede verse a continuación en la Figura 1.

Figura 1

*Moderada influencia de la formalización de la logística inversa en el consumo de material*



Los resultados de este estudio muestran que, utilizando evaluaciones de expertos en políticas de desarrollo sustentable, es posible identificar los componentes de la implementación de la logística inversa que afectan el desarrollo sustentable de México. Sólo se lograron identificar efectos máximos desatendidos en los componentes de formalización, y en certificaciones, asistencia en costos y participación del cliente que de acuerdo a este estudio tienen impactos en los indicadores de consumo de materiales. Para que este indicador de desarrollo sustentable se vea impactado positivamente, se deben tomar en cuenta políticas dirigidas a estos indicadores para mejorar la implementación de la logística inversa y así promover una economía circular que lleve al desarrollo sustentable del país, en este rubro en particular.

## Conclusiones

La práctica de la logística inversa se ha hecho cada vez más popular entre las industrias electrónicas y otras que han visto en los residuos una fuente alternativa de ingresos o de reducción de costes operativos. Es habitual que muchas empresas sólo tengan en cuenta los factores de coste para la implantación de la logística, dejando de lado otros factores que influyen en la implantación como la ubicación y los actores que intervienen en la cadena, así como el establecimiento de políticas y directrices que marquen el camino.

Es indiscutible que los resultados de los diversos índices de desarrollo sustentable contribuyen a la generación de programas y políticas públicas que contribuyen al desarrollo sustentable del país y por ende al bienestar de los ciudadanos y sus recursos. Sin embargo, al aplicar la teoría de los efectos olvidados al caso de un país emergente (México), se ha demostrado que algunos efectos no han sido considerados en su totalidad, ya que se detectaron indicadores de este índice que no se manifestaron en los resultados de desarrollo sustentable del país. Esto se debe a que nuestro modelo consideró efectos indirectos, y de haberlos tomado en cuenta, podrían haber contribuido a una mejor toma de decisiones.

Este modelo mostró que, para México, indicadores como costo, certificaciones, formalización logística y participación del cliente no han sido considerados en su totalidad, ya que el efecto acumulativo de otros indicadores está eliminando impactos positivos que deberían ser incorporados para consolidar los esfuerzos y programas de política pública para el desarrollo sustentable y la economía circular en el país. Este trabajo señala la necesidad de realizar un estudio más amplio sobre la influencia en los indicadores de desarrollo sustentable para desarrollar programas y políticas públicas más sólidas para la sustentabilidad de las naciones emergentes.

Asimismo, para futuras líneas de investigación, se recomienda medir la causa-efecto de la reducción de residuos y consumo para determinar su impacto en el desarrollo nacional sustentable. Con los resultados obtenidos en este estudio, es posible identificar claramente que el área de formalización de la logística inversa ha sido un indicador de "efectos olvidados" en esta área del desarrollo. Por lo tanto, el fortalecimiento de los indicadores de



desarrollo sostenible antes mencionados mejorará significativamente esta área y por ende el desarrollo sostenible del país.

### Referencias

- Agrawal , S., Singh , R., y Murtaza, Q. (2016). Triple Bottom Line Performance Evaluation of Reverse Logistics. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 3 pp.
- Bhaumik, P. K. (2015). Supply Chain Network Design based on Integration of forward and reverse logistics. *Global Business Review*, 680-699.
- Brito, M. P. D., y Dekker, R. (2004). A framework for reverse logistics. In *Reverse logistics* (pp. 3-27). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Chileshe, N., Rameezdeen, , R., Hosseini, M., Lehmann, S., y Udeaja, C. (2016). Analysis of reverse logistics implementation practices by South Australian construction organisations. *International Journal of Operations y Production Management*, 332-356.
- Cure, V. L., Meza, G.J.C., Amaya, M.R.A. (2006). Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, (20), 184-202. Disponible en: [\[Link\]](#)
- Daly, H. E. (1989). For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community, The Environment, and a Sustainable Future. *Beacon Press*.
- Flapper, S., y Ron, A. (1996). *Proceedings of the first International Working seminar on reuse*. Eindhoven: The Netherlands.
- Geissdoerfer, M. S. (2017). The circular economy—A new sustainability paradigm? . *Journal of Cleaner Production*, 143, , 757–768.
- Geisendorf, S., y Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771-782. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>.
- Gento, A. L. (2001). Reflexiones acerca de las matrices de incidencia y la recuperación de efectos olvidados. . *Cuadernos del CIMBAGE*, 4, , 11-27. .

- Ghisellini, P. C. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. . *Journal of Cleaner Production*, 114, , 11–32.
- Gil-Lafuente, A. M. (2011). The forgotten effects model in a CRM strategy. . *Fuzzy Economic Review*, 16(1),, 3-19.
- Gil-Lafuente, A. M.-S.-R. (2015). (2015). Teoría de los efectos olvidados en la incidencia de la actividad económica en la calidad de vida de los habitantes y cuantificación de los efectos para un reequilibrio territorial. *Inceptum*, 10(19), 105-122.
- Huang Y., W. Y. (2012). The task environment, resource commitment and reverse logistics performance: evidence from the Taiwanese high-tech sector. *Production Planning y Control*, 23, 851-863.
- Ivanova, T. R. (2019). Influence of reverse logistics on competitiveness, economic performance, ecological environment and society. . *Journal of Cleaner Production*, 213, 849-860.
- Kaufmann, A., y Aluja, J. G. (1988). *Modelos para la investigación de efectos olvidados*. Milladoiro.
- Keshavarz ghorabae,, m., amiri,, m., olfat, l., y khatami firouzabadi, a. (2017). Designing a multi-product multi-period supply. *Technological and economic development of economy*, 521-548.
- Krupasindhu Panigrahi , S., Weng Kar, F., Fen, T., Hoe, L., y Wong, M. (2018). A Strategic Initiative for Successful Reverse Logistics Management in Retail Industry. *Global Business Review*, 19-25.
- Lai, N. Y. (2021). Toward sustainable express deliveries for online shopping: Reusing packaging materials through reverse logistics. . *Journal of Cleaner Production*, 290, 125-223.
- Markard, J., Raven, R., y Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research policy*, 41(6), 955-967.
- Matar, N., Jaber, M., y Searcy, C. (2014). A reverse logistics inventory model for plastic bottles. *The International Journal of Logistics Management*, 315 - 333.

- Meyer, A., Niemann, W., Mackenzie, J., y Lombaard, J. (2017). Drivers and barriers of reverse logistics practices: A study of large grocery retailers in South Africa. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 1-16.
- Mihi Ramírez, A., y García, V. (2014). Improving organisational performance through reverse logistics. *Journal of the Operational Research Society*, 954–962.
- Niknejad, A., y Petrović, D. (2014). Optimization of integrated reverse logistics networks with different product recovery routes. *European Journal of Operational Research*, 2-32.
- ONU, (2019). *Los residuos electrónicos, una oportunidad de oro para el trabajo decente*. Consultado en agosto de 2023, disponible en: [ONU]
- Peretti , U., Tatham , P., Wu , Y., y Sgarbos, F. (2015). Reverse logistics in humanitarian operations: challenges and opportunities. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 253-274.
- Pires de Lima Simão, M., Hisano Barbosa, D., Sayuri Kurumoto, J., Lapasini Leal, G., Cardoza Galdamez, E., y Lemos Cotrim, S. (2018). Emerging trends and collaborative network patterns on reverse logistics. *Independent journal of management y production*, 321-339.
- Phoosawad P., F. W. (2019). Impacts of collaboration networks, operational performance and reverse logistics determinantson the performance outcomes of the autoparts industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(3),, 61-72.
- Rodrigues Pereira Ramos , T., Gomes, M., y Barbosa-Póvoa, A. (2014). Planning a sustainable reverse logistics system: Balancing costs with environmental and social concerns. *Omega*, 60-74.
- Rogers, D. S., y Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of business logistics*, 22(2), 129-148. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00007.x>.
- Sheriff, K., Nachiappan, S., y Min, H. (2014). designing the quality-dependent and multi-product reverse logistics network. *Journal of the Operational Research Society*, 2-15.
- Škapa , r., y klapalová, a. (2019). The Effectiveness of Reverse Logistics: The Empirical Test of Its Factors for Product Returns Reduction. *Ekonomický časopis* , 67, 86 – 104.

- Soleimani , H., y Govindan, K. (2014). Reverse logistics network design and planning utilizing conditional value at risk. *European Journal of Operational Research*, 487-497.
- Srivastava, S. K. (2019). Reverse logistics: Evolution, revolution, and contemporary research. . *International Journal of Physical Distribution y Logistics Management*, 49(5), , 498-523.
- Yale Center for Environmental Law and Policy, Y. U. (2005). *Environmental Sustainability Index, Benchmarking National Environmental Stewardship*". . Obtenido de Environmental Sustainability Index, Benchmarking National Environmental Stewardship". : <http://www.yale.edu/esi/>.