

# **LOS IMPACTOS DE SOSTENIBILIDAD EN LA CADENA DE VALOR DE LA INDUSTRIA DEL ACERO EN MÉXICO**

## **Resumen**

El consumo nacional aparente del acero es uno de los indicadores vinculados al crecimiento económico de los países, ya que puede ser utilizado como materia prima de diversas industrias. Debido a la importancia económica del acero es que en este estudio se desarrolla su cadena de valor y se describe su importancia en México. El objetivo es caracterizar la cadena enfatizando los impactos en la sostenibilidad derivados de su actividad principal. La metodología utilizada es la de un caso de estudio cualitativo del tipo descriptivo, en la cual se identifica que la cadena de valor del acero está centrada en tres productos intermedios principales que son el planchón, la palanquilla y el tocho. Asimismo, se encontró que para fabricar el acero es posible utilizar dos diferentes procesos que tienen diferentes impactos ambientales en relación a la tecnología empleada y al proceso de industrialización el cual tiene diferentes niveles de emisiones de dióxido de carbono al medio ambiente. Finalmente se puede mencionar que en el estudio de la cadena fue posible identificar que el acero es un material que es 100% reciclable.

*Keywords: Cadena del Acero, Sostenibilidad, crecimiento económico.*

## **Introducción**

El acero es uno de los elementos más usados como materia prima para diversas actividades industriales como la de construcción, automotriz, electrodomésticos, entre muchas más (Camacho, 2011). Incluso, debido a estos vínculos con diversas industrias es que el acero está íntimamente ligado al crecimiento económico de los países.

En esta investigación se realiza un estudio de caso que pretende mostrar la situación de la industria del acero en México y su cadena de valor. Particularmente la pregunta de investigación es ¿Cómo es la cadena de valor del acero en México?. Asimismo, el objetivo principal es caracterizar la cadena de valor de la industria del acero en México, enfatizando los impactos en la sostenibilidad derivados de su actividad principal.

En la primera sección de este artículo se presentará la revisión de literatura que contiene el panorama de la industria del acero y las características de una cadena de valor. En la segunda parte de este artículo se expondrá la metodología cualitativa que se utilizó. En la tercera sección se mostrara la cadena de valor del acero en México y sus impactos ambientales. En la cuarta parte se discutirá la cadena de valor junto con sus características ambientales. En la quinta sección se establecerán las conclusiones.

## **Revisión de Literatura**

Al 2014, México es el treceavo productor de acero en el mundo, con un crecimiento considerable de 37% en su producción en los últimos 15 años, pasando de 13 millones de toneladas en 1996 a 18.1 millones en el 2013 según datos de la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero en México mostrados en la Tabla 1. Cabe destacar que esta producción mexicana representó el 1.2% del total de la producción mundial al 2011 (CANACERO, 2013).

**Tabla 1. Producción del acero en México de 1996 a 2013**  
(Miles de toneladas)

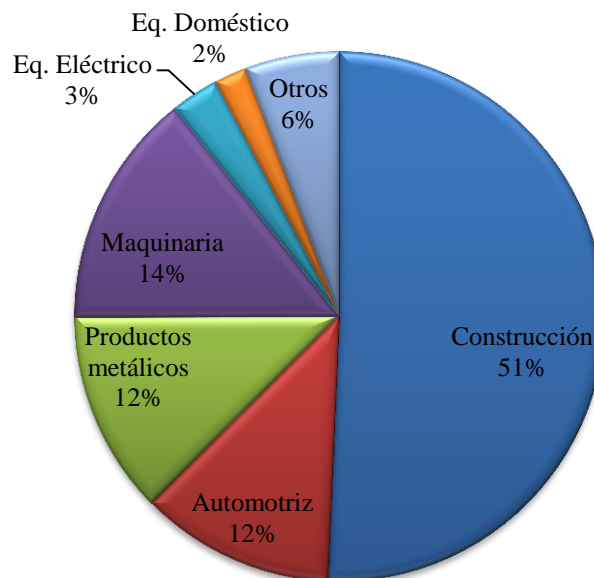
<b>Año</b>	<b>Volumen</b>	<b>% Variación</b>
1996	13,196.00	8.60
1998	14,218.00	-0.20
2000	15,631.00	2.30
2002	14,010.00	5.30
2004	16,737.00	10.40

2006	16,447.00	1.60
2008	17,209.00	-2.10
2009	13,957.00	-18.90
2010	17,041.00	22.10
2011	18,100.00	7.4
2012	18,100.00	0
2013	18,200.00	.54

Fuente: CANACERO (2015) a partir de [www.canacero.org](http://www.canacero.org).

En la figura 1 se muestra la utilización del acero en México como materia prima de varios tipos de industria. Asimismo, se debe de resaltar que la producción de acero en México está orientada principalmente a la industria de la construcción con un 51.2% seguido por Maquinaria metálica con un 14.50% y en los 12 % están la industria de productos metálicos y la automotriz.

Figura 1. Porcentajes de utilización del acero en México



Fuente: Elaboración propia con base en IRIS (2013).

En cuanto a la distribución geográfica de la industria del acero en México la CANACERO (2013) establece que la mayoría de las plantas de producción y centros de distribución se concentran en las regiones noreste y centro del país, que incluyen los estados Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala, Puebla y Veracruz; también existe actividad en los estados Baja California y Yucatán. De esta manera se puede señalar que el 40.6% del territorio mexicano está vinculado de manera directa con la industria del acero.

Ahora ya se tiene un panorama general de la industria del acero en México con respecto a su crecimiento, distribución geográfica y principales usos. Sin embargo, hace falta entender la forma en la que están amalgamadas las actividades principales realizadas por esta industria. Particularmente, es en este punto donde la cadena de valor tiene gran importancia, debido a que la cadena es una descripción de las actividades necesarias que muestran desde la concepción hasta el producto final para al consumidor, considerando las diversas actividades intermedias de producción que necesitan ser vinculadas (Kaplinsky y Morris, 2009).

De acuerdo con Chiviri & Garcia (2011) la cadena del acero se caracteriza por una larga serie de fases productivas que comprenden desde la industria básica, fases de procesamiento industrial hasta la comercialización de productos, los cuales podrán ser incorporados dentro de otras industrias como lo es la del sector metalmeccánico.

Desde el punto de vista de cadena de valor la sustentabilidad tiene que ver con el crecimiento sostenido de las empresas. Inicialmente se creía que los países tendrían un crecimiento sostenido si se industrializaban, sin embargo muchas veces la industrialización no conducía a un crecimiento sostenido, sino más bien a un crecimiento empobrecedor (Kaplinsky, 1998).

La clave para obtener un crecimiento sostenido es enfocarse en el “upgrading” o mejoras por su traducción al español. En las cadenas de valor las mejoras han sido identificadas como una estrategia hacia actividades de valor agregado en la producción, tecnología, conocimiento y habilidades (Barrientos, et al. 2010).

Desde la perspectiva de cadena de valor la literatura muestra que existen 3 tipos de mejoras que deben tomarse en cuenta para que las empresas puedan crecer de manera sostenida (Gereffi, 2005; Jeppensen y Hansen, 2004; Sen, 2000). Particularmente estas mejoras son las económicas, las sociales y las medio ambientales.

Las mejoras económicas pueden definirse como el proceso en el cual los actores económicos, trabajadores y empresas, buscan cambiar las actividades que generan bajo valor, a actividades que generan valores más altos en las cadenas de producción (Gereffi, 2005).

Las mejoras sociales, son los procesos mediante los cuales se obtienen mejores derechos para los trabajadores, para que estos puedan tener empleos dignos (Sen, 2000).

Las mejoras ambientales suceden cuando una compañía mejora en su desempeño medioambiental a través de los cambios en sus productos y procesos tecnológicos, sistemas de gestión, manejo de los desechos y emisiones, etc. (Jeppensen y Hansen, 2004).

El enfoque de sostenibilidad que se dará en esta investigación será principalmente en las mejoras ambientales, ya que existen diversos problemas de esta índole dentro del proceso de creación del acero.

## **Metodología**

El método de estudio de caso cualitativo sigue un enfoque que facilita la exploración de los fenómenos dentro de su contexto usando una variedad de fuentes de datos (Baxter y

Jack, 2008). Particularmente, este método va acorde con lo que se pretende hacer en esta investigación ya que mediante una revisión de múltiples fuentes secundarias se realizará una exploración de cómo es la cadena de valor del acero en el contexto de México

Yin (2003) afirmó que un diseño de estudio de caso se debe de utilizar solamente si tres características están presentes. La primera es que el enfoque del estudio sea responder preguntas que involucren un “Cómo”, y esto está presente en la pregunta de investigación de este estudio. La segunda característica es que el comportamiento de los participantes en el estudio no pueda ser manipulado y esto está presente en la investigación realizada aquí debido a que las actividades de la cadena son realizadas por empresas independientes. La tercera característica es que las condiciones contextuales deben ser consideradas. Esta última característica también está presente en este estudio debido a que las actividades involucradas en la cadena de valor se derivan solamente del contexto mexicano.

De acuerdo Yin (2003) una vez tomada la decisión de la utilización del estudio de caso como metodología de investigación, ahora el caso debe ser clasificado como explicativo (muestra vínculos causales que son demasiado complejos para una encuesta), exploratorios (existen resultados no claros de la intervención analizada), o descriptivo. En este estudio, el caso es del tipo descriptivo debido que se intentara establecer la cadena de valor del acero en México enfatizando los impactos que se tiene en la sostenibilidad derivados de su actividad principal

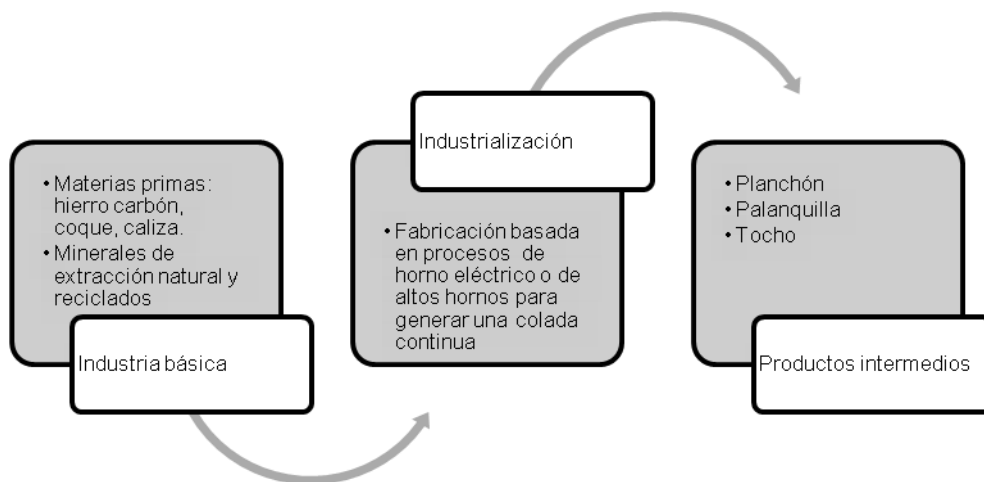
Los pasos que se siguieron para el desarrollo de la cadena de valor del acero en México consistieron en primeramente identificar los principales procesos. Posteriormente se establecieron las materias primas e insumos utilizados en dichos procesos. Después se identificaron los productos intermedios y cuales se derivan de estos. Finalmente se identifican los impactos ambientales de los principales procesos.

Los pasos descritos previamente se llevaron a cabo a través de una extensa revisión de fuentes secundarias como son los artículos de investigación, los materiales publicados en la cámara del acero en México que es la CANACERO y la información publicada por la Secretaría de Economía de México.

## Resultados

Revisando a detalle la primera parte de la cadena del acero es posible identificar tres eslabones principales: materias primas, productos intermedios, y productos terminados. En la figura. 2. se puede observar en forma sintética el diagrama de la cadena de valor del acero

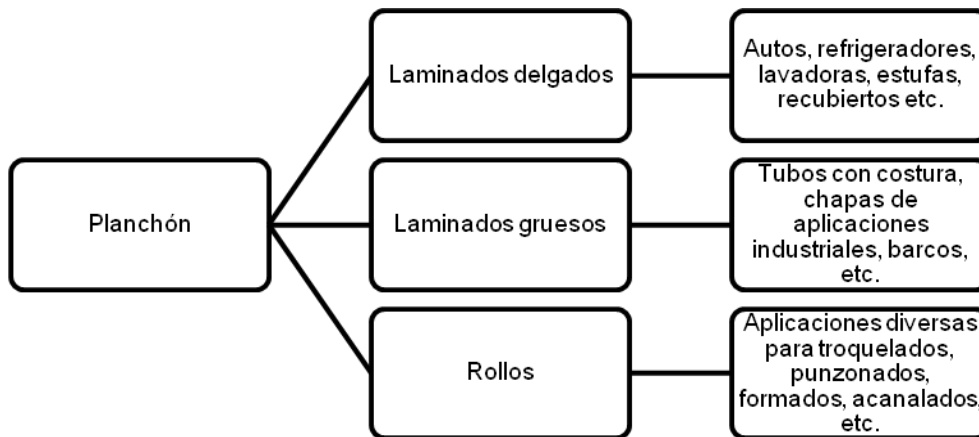
Figura 2. Diagrama sintético de la cadena de valor del acero.



Fuente: Elaboración propia con base en Camacho (2011).

En la figura 3, es posible observar los derivados principales del producto-intermedio planchón. Los laminados delgados principalmente son usados para enceres domésticos; Los laminados gruesos tienen aplicaciones industriales, mientras que los rollos son tienen aplicaciones diversas para su transformación por medio de procesos metalmecánicos diversos.

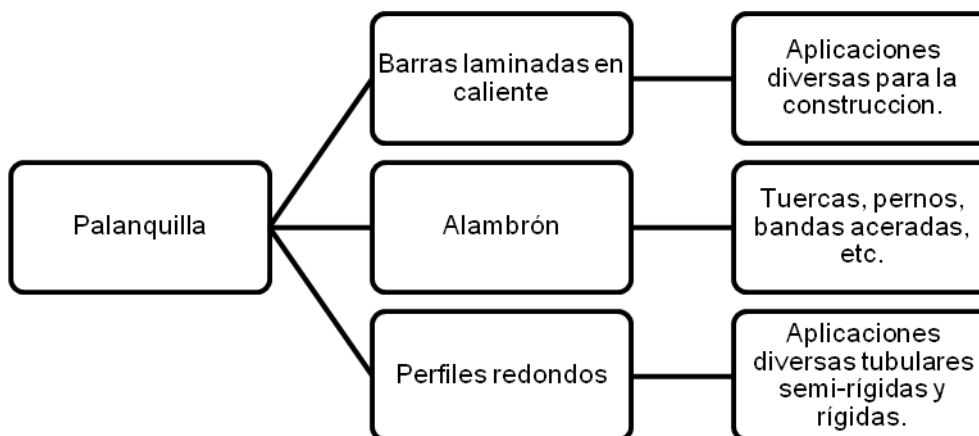
Figura 3. Producto-intermedio: Planchón.



Fuente: Elaboración propia con base en reporte de acero citado en Industrial (2014).

En la figura 4 es posible identificar los productos derivados de la palanquilla, los cuales son usados principalmente para la construcción, entre los cuales destacan las varillas para armados, tuberías diversas y variedades de calibres acerados.

Figura 4. Producto-intermedio: Palanquilla

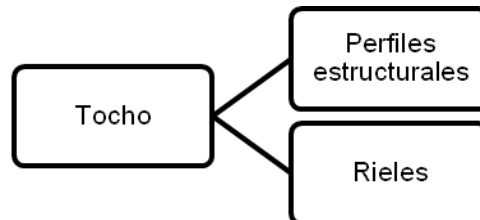


Fuente: Elaboración propia con base en Camacho (2011).



En la figura 5 se destacan los productos derivados del tocho, los cuales son usados para la fabricación de perfiles estructurales de aplicaciones en la construcción forjas y maquinados de grueso calibre.

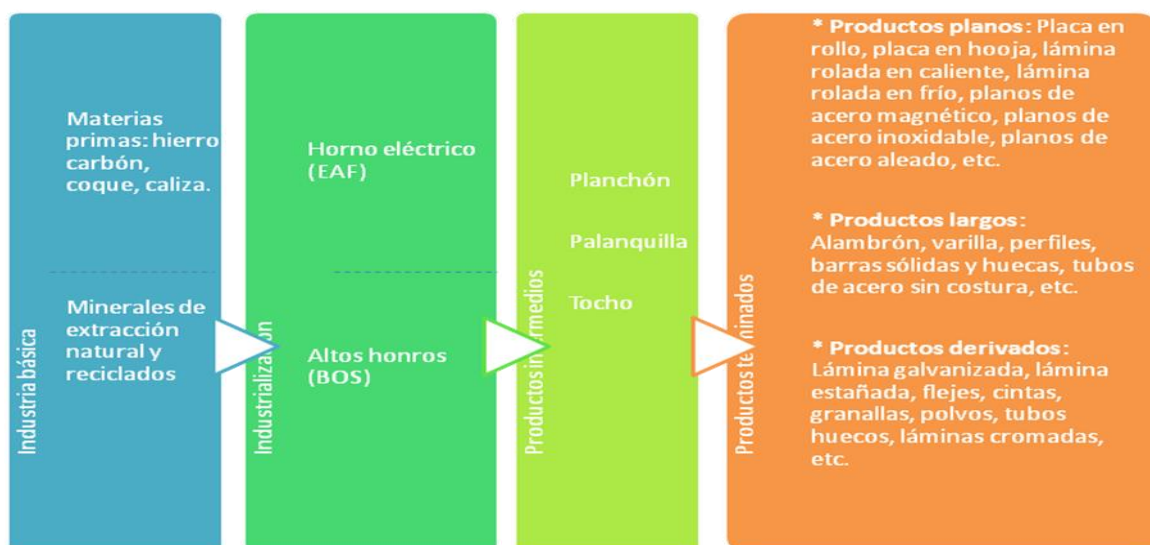
Figura 5. Producto-intermedio: Tocho.



Fuente: Elaboración propia con base en (Industrial, 2014).

Acorde a la CANACERO (2013), la cadena de valor del acero se ramifica y deriva en seis aplicaciones principales para la generación de productos terminados: Industria metalmecánica básica, fabricación de productos metálicos, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de equipos de cómputo y accesorios eléctricos, fabricación de aparatos eléctricos y energía eléctrica, fabricación de equipo de transformación. Particularmente en la figura 6 se muestra la cadena de valor del acero integrada.

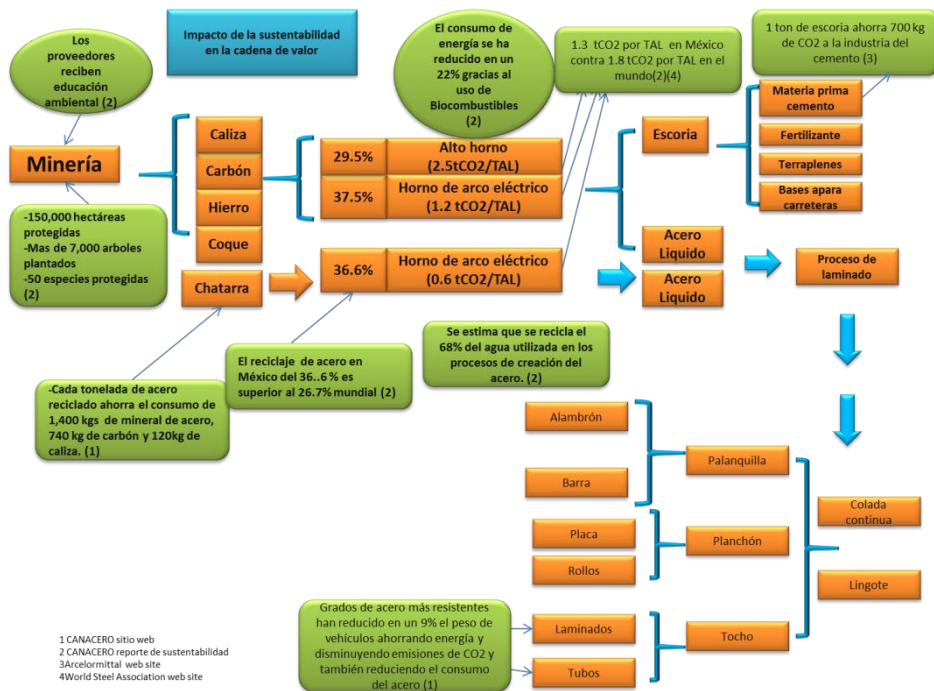
Figura 6. Diagrama de la cadena de valor integrada.



Fuente: Elaboración propia con base en (Camacho, 2011).

Un aspecto vital en la cadena de valor del acero es la sustentabilidad en relación a los impactos ambientales que genera a lo largo del proceso de industrialización, producción, comercialización y uso. El principal indicador como se observa en la figura 7, es la cantidad de emisiones de dióxido de carbono al medio ambiente y de acuerdo a los indicadores de cuidado ambiental de la World Steel Association (2014), el promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de acero producida en el mundo es de 1.8 Toneladas. Sin embargo en México por cada tonelada de acero, se producen solamente 1.3 toneladas de CO<sub>2</sub>. (CANACERO, 2011). El principal factor preponderante para esta realidad, es la tecnología empleada para la producción del acero y en México el 70 % de la producción total utiliza el horno de arco eléctrico como el principal proceso fabricación CANACERO (2011). Este proceso de horno eléctrico emite 1.2 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de acero cuando este viene del arrabio y 0.6 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de acero cuando este se fabrica en base a la chatarra (figura 7).

Figura 7. Impactos ambientales de la cadena de valor del acero en México.



Fuente: Elaboración propia con base en (CANACERO, 2011).

Existen problemas ambientales como el consumo de energéticos, la utilización de agua y los residuos en el proceso de fabricación, que afectan todos los procesos la cadena de valor del acero.

Con respecto al uso de energéticos (SENER, 2012), la industria acerera fue el principal consumidor de energéticos del sector industrial con el 14% del total; el principal consumidor de gas seco con el 20% del total y el tercer consumidor de energía eléctrica con 4.4% (figura 7). Sin embargo el consumo de energéticos ha disminuido en un 22% a partir del uso de biocombustibles, inclusive, la fabricación de productos de acero ha ayudado a una mayor producción de energéticos como lo es el caso de las torres eólicas y paneles solares (CANACERO, 2011).

Respecto a la utilización de agua, actualmente se estima que se recicla un 68% del total del agua empleada en los procesos de fabricación del acero (CANACERO, 2011), mientras que los residuos denominados escoria pueden ser utilizados como materia prima en la industria del cemento y construcción de carreteras (figura7).

De igual manera se observa en la figura 7 que en México, el 37% de la producción de acero es reciclado, lo cual es más alto que el promedio mundial de 26.7% (CANACERO, 2011). Se cree que del 100% de la chatarra de acero se recicla el 94%, mientras que el 4% se manda a re-uso, donde después de ser inspeccionado puede ser utilizado en otras áreas, un ejemplo sería el caso de las vías de tren y los barcos que después de desmantelarse pueden utilizarse en la construcción. Reutilizar materiales sin el proceso de creación, ayuda a que se reduzcan los consumos de  $CO^2$ , entre 1 y 2.5 toneladas de  $CO^2$  por tonelada de acero reciclado (CANACERO, 2015).

Particularmente, en la cadena de valor por cada tonelada de acero reciclada, se ahorran 1400 kg de mineral de hierro, 740 kg de carbón y 120 kg de caliza (figura 7).

Adicionalmente, por cada tonelada de acero reciclada, se producen 0.6 toneladas menos de CO<sup>2</sup> (CANACERO, 2015).

## **Análisis y Discusión**

El desarrollo de la cadena de valor del acero en México permite darse cuenta que en realidad existen dos diferentes procesos (Altos Hornos u Horno Eléctrico) por los cuales se pueden generar productos intermedios. Sin embargo, es vital resaltar que los dos procesos tienen impactos totalmente distintos en el ambiente. Debido a que para intentar reducir de manera significativa las emisiones de CO<sub>2</sub> entonces es vital seleccionar el proceso de fabricación de horno eléctrico.

Al analizar la cadena del acero en México es posible percatarse que el atributo principal radica en que es un producto que se puede utilizar en diversas industrias. Asimismo, esta versatilidad de uso hace que la industria del acero tenga un gran valor económico y potencial de crecimiento. Particularmente, el valor económico se puede ver en el hecho de que el acero representa entre 1.9 a 2.5 porcentual del producto interno bruto de México en los últimos diez años, al corte del año fiscal 2013 (CANACERO, 2013). Además, se reportaron 720 mil personas empleadas con una actividad directa o indirecta en el sector, el costo de producción nacional por tonelada es competitivo al situarse dentro de los primeros 13 países a nivel mundial (CANACERO, 2013).

El entender la cadena del acero permite darse cuenta que el utilizar los procesos de fabricación de horno eléctrico y altos hornos brinda la ventaja de generar un material de larga duración y de ser 100% reciclable (CANACERO, 2015).

El uso de acero reciclado permite tener un impacto en la sostenibilidad mediante la disminución de la explotación de recursos naturales no renovables que se usan como materia prima en la cadena del acero

Cabe señalar, que las inversiones en desarrollo de nuevos productos de acero también han ocasionado impactos sustentables positivos, ya que se han creado nuevos tipos de acero más resistentes y menos pesados, que han reducido el consumo de acero e impactado a otros sectores como lo es el caso de la industria automotriz, donde los nuevos productos de acero han permitido reducir el peso de los vehículos en un 9%, reduciendo de esta manera el consumo de CO<sub>2</sub> (CANACERO, 2015).

## **Conclusiones**

La pregunta de investigación planteada en este estudio ha sido respondida debido a que se desarrolló la cadena de valor del acero. Particularmente, fue posible identificar que existen dos grandes caminos para generar acero y estos son mediante los procesos de Altos hornos u horno eléctrico.

El objetivo del estudio fue alcanzado debido a que se caracterizó a la cadena de valor del acero y se encontró que esta cadena tiene la particularidad de que se genera un producto que es altamente versátil ya que puede ser usados por diversas industrias y por ende la industria del acero tiene un gran valor económico.

Al caracterizar a la cadena del acero desde la perspectiva de impacto ambiental fue posible percatarse que si se desean disminuir de manera significativa las emisiones de CO<sub>2</sub> entonces es vital seleccionar el proceso de fabricación de horno eléctrico. Asimismo, en el estudio de la cadena fue posible identificar que el acero es un material que es 100% reciclable.

Finalmente se puede establecer que la limitación de esta investigación es que está basada en un caso de estudio acotado al acero pero sin ver el impacto que este tiene en las industrias que usan el acero como insumo. Incluso se considera que una futura línea de investigación sería desarrollar la cadena de valor pero dándole seguimiento al ciclo de vida del producto hasta el punto en el que deja de ser útil para evaluar que tanto impacto ambiental se tiene con respecto al grado en el que el acero es en realidad reciclado.

## **Bibliografía**

- Arcelormittal. (2013). *www.arcelormittal.com*. Recuperado el 29 de abril de 2015, de [www.arcelormittal.com](http://www.arcelormittal.com): <http://corporate.arcelormittal.com/news-and-media/our-stories/s92-environment-recycling-waste>
- Barrientos, S., Gereffi, G. and Rossi, A. (2010) 'Economic and Social Upgrading in Global Production Networks: Developing a Framework for Analysis. Capturing the Gains, Manchester The University of Manchester, 1 -23.
- Baxter, P. & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559.
- CANACERO. (2013). *Perfil de la Industria Siderúrgica en Mexico (2004-2013)*.
- CANACERO. (2011). *www.canacero.org*. Recuperado el 21 de abril de 2015, de [www.canacero.org](http://www.canacero.org): <http://www.mejorconacero.com/wp-content/uploads/canacero.pdf>
- CANACERO. (2015). *www.canacero.org.mx*. Recuperado el 20 de Abril de 2015, de [www.canacero.org.mx](http://www.canacero.org.mx): <http://www.canacero.org.mx/Es/sustentabilidad.html>
- Camacho, L. F. (2011). Reflexión sobre la industria del acero en el mercado globalizado, 30(51), 165–182.

- Chiviri, E., & Garcia, D. (2011). Industria siderúrgica y mercado del acero: caracterización y perspectivas. *Informe Económico*, 20, 1–9.
- Gereffi, G. (2005) The global economy: organization, governance and development. In N. Smelser and R. Swedberg (eds) *Handbook of Economic Sociology*. Princeton: Princeton University Press, 160–182.
- IRIS (2013). Informe 2013 sobre el Reciclaje del Acero en la Industria Siderúrgica. Recuperado el 29 de Mayo de 2015, de: <http://www.unesid.org/iris2013/elacero.html>.
- Industrial, I. (2014). El ciclo de vida del acero y su impacto en la cadena de valor. Extraído de: [http://www.informeindustrial.com.ar/verNota.aspx?nota=El ciclo de vida del acero y su impacto en la cadena de valor\\_\\_\\_579](http://www.informeindustrial.com.ar/verNota.aspx?nota=El ciclo de vida del acero y su impacto en la cadena de valor___579)
- Jeppesen, S. y Hansen, M.W. (2004). Environmental upgrading of Third World enterprises through linkages to transnational corporations: theoretical perspectives and preliminary evidence. *Business Strategy and the Environment*, 13, pp. 261–274.
- Kaplinsky, R. (1998), “Globalisation, Industrialisation and Sustainable Growth: The Pursuit of the Nth Rent”, Discussion Paper 365, Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex.
- Kaplinsky, R. y Morris, M. (2009). *Un manual para investigación de cadenas de valor*.
- Sen, A. (2000) ‘Social Exclusion: Concept, Application, and Scrutiny’. *Social Development Papers*. Office of Environment and Social Development.
- SENER. (2012). *sener.gob.mx*. Recuperado el 29 de abril de 2015, de [sener.gob.mx: http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/Balance%20Nacional%20de%20Energia%202012%20%28Vf%29.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/Balance%20Nacional%20de%20Energia%202012%20%28Vf%29.pdf)

Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks CA, USA: Sage.