

ESTADO DEL ARTE CADENAS DE ABASTECIMIENTOS SOSTENIBLES: Una visión de los últimos 20 años.

AUTORES: Lauren J. Castro Bolaño¹ y Yohany Andrés Jimenez³

Introducción:

Los estudios sobre la cadena de abastecimiento remonta al siglo pasado, pero el término se popularizó cuando fue usado por un consultor de una compañía quien lo utilizó en una entrevista en el Financial Times en 1982, pero ya fue hasta 1990 cuando este término se popularizó evolucionando y mencionándose en varios contextos, es mucho lo que el estado del arte ha avanzado en estos últimos 30 años es por esto que este trabajo plantea un escenario general que muestre como ha sido esta evolución a través de una revisión literaria exhaustiva de artículos especializados enfatizando en temas como que es la cadena de abastecimiento, la medición de su desempeño, el desarrollo sostenible, las cadenas de suministro sostenibles y la logística verde.

Palabras claves: cadenas de abastecimiento, logística, logística inversa, estado del arte, desarrollo sostenible, logística verde.

Abstract:

Studies on the supply chain date back to the last century, but the term became popular when it was used by a consultant of a company who used it in an interview in the Financial Times in 1982, but it was not until 1990 that this term became popular and evolving and being mentioned in various contexts, the state of the art has advanced a lot in the last 30 years, which is why this work presents a general scenario that shows how this evolution has been through an exhaustive literary review of specialized articles emphasizing on topics such as what is the supply chain, measuring its performance, sustainable development, sustainable supply chains and green logistics.

Keywords: supply chains, logistics, reverse logistics, state of the art, sustainable development, green logistics.

Cadena de Abastecimiento

En la actualidad, la definición exacta de cadena de abastecimiento depende de la fuente de información consultada. Por ejemplo: Mentzer et al (Mentzer, DeWitt et al. 2001) proporciona una revisión de la literatura existente en cuanto a las definiciones de cadena de abastecimiento y la Gerencia de la Cadena de Abastecimiento, generando la siguiente definición: " Cadena de Abastecimiento es un conjunto de tres o más entidades (organizaciones o individuos) directamente relacionados hacia adelante y hacia atrás a

¹ Universidad de la Costa, lcastro24@cuc.edu.co

² Fundación Centro de Investigación en Modelación Empresarial del Caribe, ljcastro@fcimec.org

³ Fundación Logyca, yjimenez@logyca.com

través de flujos de producto, servicios, finanzas y/o información desde una fuente hasta un cliente". Tradicionalmente, la definición de Cadena de Abastecimiento se ha enfocado en el proceso de entregar productos al cliente, pero esta definición puede ser extendida e incluir un semi-proceso adicional nuevamente hacia atrás que incluye el reciclaje, la reutilización y la re-manufactura de los productos y envases. (Beamon 1999), también se proponen nuevos conceptos como innovación verde los cuales tras desarrollos de análisis sistemáticos del estado del arte en el tema se logra concluir que la relación entre la innovación verde en las empresas sigue sin estar clara, pero en el sector de la construcción, la innovación verde puede ser un sector potencial con capacidad para liderar el proceso de manera sostenible (Cano Cuadro, 2019). Otras definiciones de cadena de abastecimiento extendidas incluyen la tradicional cadena de abastecimiento más el uso y disposición final del producto (Christopher 1998). En medio de su complejidad y completa correlación se requiere de movimientos de tipos colaborativos entre los eslabones asociados, puesto que las malas decisiones de unos pueden afectar la consecución en el proceso de los otros. Para esto se dan a conocer iniciativas manejadas para la administración de las cadenas de abastecimiento colaborativas las cuales otorgan un gran número de oportunidades para sus miembros, entre las que se encuentran, a partir de proveedores y productores, la programación sincronizada de producción y el desarrollo colaborativo de productos; entre productores y distribuidores, mayoristas y minoristas, se logran beneficios de planificación colaborativa de la demanda. (Fuente: AMR Research). Igualmente se denota la evolución de la colaboración entre agentes de la cadena de abastecimiento a través de iniciativas y sistemas de información, comenzando con el intercambio electrónico de documentos EDI (Electronic Data Interchange), pasando por la Respuesta efectiva al consumidor ECR (Effective Customer Response) y terminando en la actualidad con el concepto de Planeación, Pronósticos y Reabastecimiento Colaborativos – CPFRR (Collaborative Planning, forecasting and replenishment) considerada la mejor iniciativa reciente para enfrentar el problema, mejorando la efectividad de las cadenas de abastecimiento, con la planeación de la demanda, programación de producción, planeación logística y el diseño de productos (Attaran y Attaran, 2007), los cuales son cada vez más rápidos a través del uso de la impresión 3D lo cuál da un plus agregado en la cadena de suministros, y la interacción con métodos experimentales para optimizar las operaciones (Sánchez Comas, A., Troncoso Palacio, A., Troncoso Mendoza, S., & Neira Rodado, D., 2016)

Medición del desempeño de la Cadena de Abastecimiento

Numerosos trabajos previos han examinado los indicadores de desempeño de la Cadena de Abastecimiento, la literatura más reciente es la de Gunasekaran y Kobu (Gunasekaran y Kobu 2007), sin embargo no existen indicadores de desempeño que cubran toda la cadena de abastecimiento, una de las razones es que muchas compañías se enfocan en la medición de la logística individual, en lugar de realizar mediciones de la Cadena de Abastecimiento completa (Lambert y Pohlen 2001). Este fracaso en los resultados es producido por no adoptar un enfoque sistémico, donde se realicen mediciones tanto internamente dentro de las diferentes funciones de la organización, como externamente en la interacción de la empresa con las otras organizaciones que operan dentro de la misma cadena de abastecimiento (Holmberg 2000). Por otra parte otros autores afirman que en lugar de usar una única métrica de desempeño, puede ser más efectivo crear un sistema de medición de

desempeño, que permita determinar por niveles el desempeño del sistema completo. (Caplice y Sheffi 1995). Cuando se evalúan mediciones individuales es importante entender qué tanto estas se adaptan al sistema completo.

Aunque una sola medida no es completamente capaz de describir el desempeño de una cadena de abastecimiento, una medida de eficiencia es una parte importante del sistema total de medición del desempeño (Beamon 1999). La eficiencia es usualmente medida como la proporción entre las entradas y las salidas (Caplice y Sheffi 1994). Una medición importante en las cadenas de abastecimiento es la medición de la eficiencia de carbono, la cual está basada en el concepto de eco-eficiencia (Michelsen, Fet et al. 2006), definida como el valor del producto o servicio dividido por el impacto ambiental, esta es una medida de desempeño ambiental de las empresas elaborado por el Consejo Empresarial Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Verfaillie, Bidwell et al. 2000).

Desarrollo Sostenible

Comisiones como la de Brundtland en 1987 establecieron el concepto de desarrollo sostenible como: "Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades" Esta perspectiva tiene como objetivo la minimización de los daños ambientales y que los costos asociados a este trabajo estén enfocados a la conservación de una producción más limpia, que administre con responsabilidad social y ecológica el desarrollo requerido (Jorgensen y Knudsen, 2006).

Pilares del desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ambiental, económica y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica.

Cadenas de abastecimiento sostenibles (SSCM)

En el reporte más reciente sobre desarrollo humano para el programa de desarrollo de las Naciones Unidas llamado: cambio climático: "el más grande desafío que enfrenta la humanidad." (UNDP 2007). Mejorar la eficiencia energética es un componente clave para controlar el cambio climático. En el futuro próximo, el mejoramiento de la eficiencia y la conservación son los mayores candidatos a representar el potencial más fuerte de reducción de emisiones de carbono (Pacala y Socolow 2004). Los programas actuales de interés en la reducción de los efectos del cambio climático, como el protocolo de Kyoto intentan dar la responsabilidad de la emisión de gases invernadero en los productores de las emisiones (Peters and Hertwich 2008). Sin embargo, los procesos de distribución, transporte, almacenamiento, verificación, todos ellos tienen relación con empaques, combustibles, energía, etc., por lo cual todos ellos emiten a su vez gases al ambiente equivalentes y por ende deben ser considerados en el análisis integral de una cadena de abastecimiento sostenible o sustentable.

Es así como comienza la aparición de conceptos como el desarrollo sostenible y las cadenas de abastecimiento verdes, estos se refieren directamente al uso adecuado de los recursos

naturales y su impacto en el medio ambiente, generado por la interacción de los diferentes eslabones de las cadenas de abastecimiento cuyo objetivo final es llevar un producto o un servicio al mercado.

En este contexto se exponen cuatro conceptos básicos que exploran las mejores prácticas para cumplir conjuntamente y en armonía con los objetivos económicos y "verdes", estos conceptos son: Gerencia Integrada de Cadenas (ICM – Integrated Chain Management), Gerencia Ambiental de Cadenas de Abastecimiento (ESCM – Environmental Supply Chain Management), Gerencia del Ciclo de Vida (LCM – Life Cycle Management) y Gerencia de la Cadena de Abastecimiento (Supply Chain Management). El primer concepto, ICM, se preocupa con mayor énfasis en la estrategia a largo plazo del problema y en la relación del mismo con los actores sociales y políticos que lo influyen (Frosch y Gallopoulos, 1989). El concepto de ESCM tiene un enfoque estratégico de mediano plazo y explora los impactos geográficos y regionales asociados con las redes industriales y la sinergia que estas deben lograr para cumplir los objetivos (Graedel, 1994). El concepto LCM a su vez, tiene una visión táctica donde el enfoque básico está en el diseño de los productos/servicios y procesos, enfocando esfuerzos en el análisis para evitar impactos futuros (Ayres y Ayres, 1996). Este concepto de la evaluación del ciclo de vida, comienza hacia mediados de los años 70's (Hunt y Franklin, 1996; Oberbarcher, 1996; Boustead, 1996) y ha sido interpretado textualmente por diferentes autores expertos en la temática de la siguiente manera: "la gestión del ciclo de vida consiste en tres visiones: 1. Integración de la visión: Integración de los recursos ambientales en las decisiones de las compañías. 2. La visión de la ingeniería: Optimización del impacto ambiental causado durante su ciclo de vida. 3. La visión de liderazgo: Creación de una nueva cultura organizacional según lo expresa Linnanen en 1995, seguidamente Fava en 1997 lo resume como "El manejo del ciclo de vida es una vinculación entre ciclo de vida con criterio ambiental y una estrategia de la organización y planeación para beneficios del negocio", el anterior concepto es complementado bajo lo que nos comenta Heiskanen en 2002 "LCA está basado en ideas y herramientas guiadas a nuevas lógicas institucionales. Mientras que LCA da uso a varios modelos científicos y principios. Es más una forma de cuantificar de manera empírica las observaciones científicas. Por lo tanto, el enfoque de ciclo de vida implica una especie de "visión de plan social" sobre un enfoque del entorno, encaminada a la minimización directa de pasivos bajo origen ambiental" y finalmente se expone por parte de Hunkeler en el año 2003 que "El concepto de manejo de ciclo de vida es considerado una integración que incluye conceptos y técnicas con direccionamiento ambiental en cuanto a economía, tecnología y aspectos sociales del producto, servicio y organización."

Como ya se ha nombrado en las diferentes definiciones entregadas por los estudiosos en el tema, esta concepción nace con la evaluación del ciclo de vida, el cual en términos generales cuantifica el impacto ambiental que otorga la degradación del producto (Heijungs 1996) teniendo en cuenta el total de las entradas y las salidas dentro del sistema sin dejar de considerar los efectos ambientales percibidos cuando se da una alza en la demanda del mismo (Ekvall y Weidema, 2004). El concepto fue consolidado en el año de 1997 con la norma ISO 14040 cuando fue estandarizada y para la gestión del mismo se ha creado el término conocido como Gestión del Ciclo de Vida (LCM- Life Cycle Manangement) donde se determinan cuales son las sustancias que hacen posible la creación del producto y la carga ambiental relacionada (Boustead, 1996; Oberbacher, 1996) e igualmente se

determina a su vez el ciclo de vida como la unidad en la que se determina hasta qué punto el producto posee un enfoque dominante en su uso esperado.

A razón de esto se ha de tener un control sobre el uso del producto que es manejado como base de estudio e incluye un monitoreo sistematizado de la rotación del mismo en relación a los inventarios y sus condiciones de almacenamiento, es necesario que bajo este enfoque no se considere un solo factor de incidencia en el proceso de degradación del mismo, sino un conjunto de varios que comienza desde la empresa explotadora de la materia prima, hasta la que se encarga de entregarlo al cliente final. Todos estos actores juegan una marca de cambio en la evolución del ciclo de vida destinado a un cierto producto (Heiskanen, 2000 y Pesonen, 2001), igualmente algunos estudios muestran impactos como que al aplicar el modelo de difusión bass se obtiene que la probabilidad que una persona compre impulsado por publicidad es del 5%, mientras que la que compre por recomendación de otro cliente es del 23%, e igualmente proyecta una visibilidad de cómo se pueden llegar a estabilizar incluso las compras mensuales (Coronado Hernández, 2018)

Se hace considerable reconocer los procedimientos que dan vida a aquellos productos e identificar en estas el número de enemigos de la protección del medio ambiente, donde los principales índices son la fabricación y operaciones de producción a través de generación de residuos, alteración de ecosistemas y el agotamiento de los recursos naturales (Fiksel, 1996).

Finalmente, la gestión de la cadena de abastecimiento ha crecido hacia la década de los 90's, sin embargo fue introducido en los 80's (Oliver y Webber, 1982) y surge bajo la necesidad de conciliar los niveles existentes entre los eslabones implícitos dentro de un proceso de producción, donde se interactúa desde el punto de origen, proveedores, hasta el punto considerado final, los consumidores (Lambert, 1998; Ha. kansson y Snehota, 1995; Stern, 1969; Alderson, 1957, 1965; McCammon y Little, 1965; Weld, 1916). Este concepto es de carácter operativo y se enfoca en las actividades gerenciales para llevar el producto/servicio a manos del cliente en el menor tiempo posible (korhonen, 2000). Bajo este concepto las disposiciones de los residuos han sido fuertemente asociadas al manejo agregado de la logística inversa, en donde se ven contemplados, el proceso de tratamiento de todo aquel producto que bajo cualquier característica es considerado defectuoso, como aquel que no logra la satisfacción del cliente final. (Salema, Pova y Novais, 2006).

Estos conceptos en su evolución han revelado repercusiones económicas internas y externas que la industria ha tratado de gestionar bajo el concepto de logística "verde", trabajando a favor del medio ambiente, el cual en su ya innegable destrucción producida por el "desarrollo", ha demostrado puntos de quiebre financieros y productivos alarmantes (Bacallan, 2000; Rao, 2004); como lo expone Bonwen (2001), las organizaciones que han adoptado trabajos con un manejo de logística "verde" no sólo contribuyen a la preservación del medio ambiente, sino a su propia economía y eficiencia productiva.

Existen otras tendencias que trabajan principalmente el compromiso social de las empresas son: gestión de la red de abastecimiento sostenible (Young y Kielkiewicz-Young, 2001); cadena de abastecimiento, la gestión del medio ambiente (Lippman, 1999); estrategias de

compras "verdes" (Min y Galle, 1997); compras ambientales (Zsidisin y Siferd, 2001); comercialización verde (Crane, 2000); comercialización del medio ambiente (Parvatiyar y Sheth, 1995); gestión ambiental de mercados (Peattie, 1995) diferenciación de productos ambientales (Reinhardt,1999); logística inversa (Zikmund y Stanton,1971); sostenibilidad de los sistemas etiquetados (De Boer, 2003); gestión ambiental (Hoffman, 2000) y evaluación del ciclo de vida (Welford, 1999).

Otros de los conceptos de mayor relevancia es el uso de los juegos cooperativos Esta revisión se centra en la visión algorítmica de la teoría cooperativa de juegos con un énfasis especial en las cadenas de suministro, mostrando como interactúan los jugadores conforme a su rol en los actores de las cadenas para generar valor y obtener una ventaja competitiva (Landinez-Lamadrid, 2017).

Marco legal de las cadenas de abastecimiento verdes

El marco legal para las cadenas de abastecimiento "verdes", establece que los procesos de producción deben ser regidos por las normas ISO 14000 y otras normas gubernamentales que varían según la propiedad y necesidad de cada país, algunos de los aspectos propuestos son: identificar los procesos, desarrollar un sistema de medición del rendimiento, medición del sistema de cadena de abastecimiento, desarrollo y selección de las alternativas, establecimiento de la auditoria y la mejora de los procedimientos (B.M. Beamon, 1999). Estos aspectos no pueden ser manejados solamente desde el punto de vista del flujo de producto normal de la cadena de abastecimiento, sino que tienen que tomar en cuenta también el proceso logístico que entrega los más grandes aportes en cuanto a los desechos y necesidad de tratamiento de los mismos, como lo es la logística inversa, la cual involucra fielmente la interacción entre clientes y proveedores, donde en términos característicos de las condiciones reflejadas esta podría verse relacionada hacia un gran número de proveedores y pocos clientes (Salema, Povoia y Novais, 2006). Los impactos más relevantes de este concepto se han visualizado en los procesos de producción y de transporte, incluyendo empíricamente el reciclaje, la re-manufactura, el re-uso de productos y el diseño de nuevos productos (Stock,1998); este concepto, considera un desarrollo continuo donde se establecen fuentes de investigación para hacer que los sistemas sean lo menos contaminantes posible, para cualquier tipo de entorno, sea este ambiental o social de manera integral, debido a que se comprende la cadena como un todo, no es excluyente y su base colaborativa de políticas ya mencionadas de acción como el CPFR, realizan una gestión única a favor de descubrir metodologías y estrategias de soporte para un mejor uso de la misma.

Casos de Estudio

Algunos casos de estudio provienen de diversas culturas e industrias como lo es la industria automotriz de China, donde la preocupación por las altas tasas de desgaste natural se proyectaban verazmente, esto la ha llevado a establecer una política para controlar las emisiones de mercurio, carbono y otros gases asociados con la combustión y la descomposición de los autos una vez estos cumplen su ciclo de vida. Bajo este contexto se ha establecido tanto para los autos de consumo interno, como para los de exportación el manejo de materiales que en su fabricación que resulten en su totalidad reciclables, a fines

de mejorar el impacto ecológico causado por los mismos, tras la ya conocida producción masiva de automóviles (Chen,2006).

La aplicación de las cadenas de abastecimiento sostenibles se han manejado en la industria automotriz en países de Europa y Asia, donde se ha considerado la ejecución de las mismas bajo la interacción con normas ambientales y sociales establecidas gubernamentalmente con proyección a redes mundiales de producción (Kaplinsky and Morris, 2001), sin embargo en el proceso de visualización no se puede eliminar la importancia de la acción de las pequeñas y medianas empresas (PYME), las cuales juegan un papel estratégico en el avance de la cadena de abastecimiento gestionado como un todo en todos los niveles. La iniciativa de establecer normas se establece como un conjunto que debe concentrar esfuerzos en solventar las necesidades de sostenibilidad, las estandarizaciones hacia el medio ambiente, el entorno laboral, los derechos humanos, la corrupción interna y externa, entre otras (Feldman and Smith, 2003).

Otro enfoque de casos de estudio fue el que nos narra V.Veleva; M.Hart; T.Greiner; C. Crumbley (2003) en su trabajo titulado "Indicators for Measuring Environmental Sustainability . A case study of the pharmaceutical industry". El objetivo de este estudio es medir el progreso que se ha logrado con las iniciativas de desarrollo sostenible. En este estudio se tomaron 6 de las compañías farmacéuticas más grandes del mundo 3 en Europa y 3 en Estados Unidos, debido a las posibles diferencias culturales, de mercados y entorno que pudieran presentarse. Los análisis se hicieron bajo los indicadores de jerarquía de 5 niveles desarrollados en el Centro Lowell para la producción Sostenible. Estos indicadores son:

Nivel 1 – Conformidad de la instalación, se refiere al cumplimiento de una fábrica o instalación con las normas legales expuestas. Nivel 2 – Uso de Materiales y desempeño en la instalación, la cual se refiere a medidas de desempeño en uso de materiales, tales como emisiones, residuos y accidentes ocupacionales. Nivel 3 – Efectos en la instalación, la cual se refiere al impacto que tiene la fabrica o instalación en el ambiente y la salud y seguridad de sus trabajadores. Nivel 4 – Cadena de Abastecimiento y Ciclo de Vida de Producto, como su nombre lo indica este nivel hace referencia a los impactos a través del ciclo de vida del producto y su eficiencia relacionada con proveedores, distribuidores y usuarios finales. Nivel 5 – Sistemas Sostenibles, el cual toma una visión más integrada y amplia, midiendo la manera en cómo los procesos sostenibles de la organización están interrelacionados con la sostenibilidad de la sociedad.

Los resultados de este estudio reflejan el estado del arte del desarrollo de sistemas productivos sostenibles. En este estudio se tomaron las iniciativas mundiales del Consejo Mundial para el Desarrollo Sostenible y la Iniciativa Global de Reportes, las cuales fueron creadas alrededor del desarrollo sostenible y su influencia en las compañías participantes en el proyecto, sin embargo después de la evaluación de las compañías con base a los indicadores nombrados anteriormente, se encontró que todas las compañías median y evaluaban el progreso en las áreas ambientales, uso de materiales, emisiones e impacto ambiental global. Por otra parte el reconocimiento externo, el bienestar de los empleados y los gastos para proteger el medio ambiente reciben menos atención. Adicionalmente, la información obtenida sobre ciclo de vida de producto no es veraz. Esto indica que las compañías han entendido lo importante que es generar y cumplir los indicadores de desarrollo sostenible, pero falta integrar las actividades con los otros eslabones de las

cadena de abastecimiento como son los proveedores y clientes, al igual que el gobierno y la sociedad.

Existen otros casos donde se generan modelos para el mejoramiento de la logística inversa, tales como:

(Barros, 1998) Estudio que propone un modelo para invertir la red de distribución de arena. Se estudió el problema del reciclado de la arena proveniente de los residuos de demoliciones. Bajo una heurística basada en la relajación lineal. Se tiene en cuenta la instalación multi- nivel y la materia prima es la arena de los residuos de demolición.

Jayaraman et al (1999) desarrolló un modelo de programación inversa de la red de distribución de productos electrónicos remanufacturados que incluye también el almacenamiento.

Ammons et al (2000) propone modelo de programación de sistemas mixtos, que se aplica en sistemas de producción. En este modelo trabaja la ubicación de instalaciones y la asignación del transporte, además selecciona tareas de reciclaje en sitios específicos. En este modelo se usaron enfoques y escenarios diferentes para hacer frente a la incertidumbre actual del sistema.

Fleischmann et al (2001) propuso un modelo lineal para ubicar las instalaciones en un escenario de logística inversa. En este modelo los autores discuten las principales diferencias entre la red logística tradicional y la integración hacia adelante y hacia atrás de la misma. El estudio concluye que en algunos casos se debe incluir el modelo de logística inversa en los eslabones de adelante, pero en otros casos es mejor manejarlo por separado.

(Sepúlveda Perico, 2016) Igualmente se proponen redes de cooperación del supply chain como es el caso de una que permite integrar a estos actores en pro del desarrollo de los cultivadores y sus familias, se comprende la funcionalidad de una unión a partir de la identificación de la Empresa Líder como parte integradora apoyándose en procesos de colaboración y redes de valor.

Salema, Povoá, Nivais (2006), propone un nuevo modelo para el diseño de una cadena logística inversa (DEM) sobre la base del enfoque de dos niveles. En la solución final, puede estimar la cantidad total enviada por cada una de las fábricas a cada almacén y la cantidad que cada almacén ha enviado a cada cliente.

(Nieves Cristancho, 2016) plantea brevemente el diseño de una propuesta de e-SCM en una empresa de telecomunicaciones y tecnología para sus tres procesos principales utilizando sus recursos actuales

(Ramirez-Ríos et al, 2016) contemplan un problema de programación de la producción en una con curación de máquinas en paralelo con el objetivo de minimizar dos criterios en particular: el lapso y el tiempo total de flujo. En este problema en particular, el incremento de uno de estos objetivos resulta en la reducción del otro, por lo que se propone su solución bajo enfoques meta heurísticos.

BIBLIOGRAFIA

- Ammons J.C., Realff M.J. y Newton D. (2000). Decision models for reverse production system design. In: Madu CN (eds) Handbook of Environmentally Conscious Manufacturing. Kluwer: Boston, pp 341–362.
- Attaran M. y Attaran S. (2007). "Collaborative Supply Chain Management, The most promising practice for building efficient and sustainable supply chains". Business Process Management Journal. Vol. 13 No. 3, 2007. pp. 390-404.
- Ayres R.U y Ayres L.W.(1996). "Industrial Ecology. Towards Closing the Material Cycle". Elgar: Chetelham.
- Bacallan J.J. (2000), " Greening the supply chain". Business and Environment, Vol. 6 N°5, pp 11 -12.
- Barros AI, Dekker R y Scholten V (1998). A two-level network for recycling sand: A case study. Eur J Opl Res 110: 199–214.
- Beamon B.M. (1999). "Designing the green supply chain". Logistics Information Management. Vol. 12, Iss. 4; pg. 332.
- Bowen F.E., Causins, P.D., Lamming R.C. y Feruk A.C. (2001). "Hoises for Courses: explaining the gap between the theory and practice of green supply". Greener Management International Auntnm, pp 41-60.
- Cano Cuadro, H. T. (2019). Green Innovation at the industrial level: A systematic Review. JMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research, 4(1), 13-19.
- Chen M. (2006) "Sustainable Recycling of Automotive Products in China: Technology and Regulation". JOM; Aug; 58, 8; ABI/INFORM Trade & Industry pg. 23.
- Coronado Hernández, J. R.-C.-M.-P. (2018). Aplicación del modelo de difusión de Bass para estimar el ciclo de vida de una tienda minorista. IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Res, 3(1), 5-10.

- Crane A. (2000), "Marketing and the natural environment: what role for morality?". *Journal of Macro Marketing*, Vol. 20 No. 2, pp. 144-54.
- De Boer, J. (2003), "Sustainability labelling schemes: the logic of their claims and their functions for stakeholders", *Business Strategy and the Environment*, Vol. 12, pp. 254-64.
- Ekvall T. y Weidema B.P. (2004). "System Boundaries and Input Data in Consequential Life Cycle Inventory Analysis." *Int J LCA* 9(3): 161-171.
- Fava H.A. (1997). "LCA: Concept, methodology or strategy?". *Journal of Industrial Ecology* 1(2):8-10
- Feldman D. y Smith G. (2003), *Company Codes of Conduct and International Standards: An Analytical Comparison*, The World Bank Group – Corporate Social Responsibility Practice, Washington, DC.
- Fiksel J. (1996), *Design for Environment: Creating Eco-Efficient Products and Processes* McGraw-Hill, New York, NY.
- Fleischmann M., Beullens P., Bloemhof-Ruwaard J.M. y Wassenhove L.N.(2001). The impact of product recovery on logistics network design. *Prod Opl Mngt* 10: 156–173.
- Frosch R.A. y Gallopoulos N.E. (1989). "Strategies for manufacturing". *Scientific American* 261(9): 94 – 102.
- Greadel T.E. (1994). "Industrial ecology – definition and implementation. In *Industry Ecology and Global Change*". Socolow R., Adrews C., Berkhout F., Thomas V. (eds). Cambridge University Press: Cambridge; 23-41.
- Heijungs R. (1996). "Life cycle assessment: what it is and how to do it", Paris: United Nations Environment Programme.
- Heiskanen E. (2000). "Managers' interpretations of LCA: enlightenment and responsibility of confusion and denial?". *Business Strategy and the Environment* 9(4) 239 -254.
- Heiskanen E. (2002). The intuitional logic of life cycle thinking. *Journal of cleaner production* 10(5): 427 – 437.
- Hoffman, A.J. (2000), "Competitive Environmental Management: A Guide to the Changing Business Landscape", Island Press, Washington, DC.
- Hunkeler D., Saur K., Strandford H.,Rebitzer G., Schmidt W.P., Jensen A.A., Christiansen K. (2003). *Life Cycle Manangement*. SETAC:Brussels.
- Hunt R.C. y Franklin W.E. (1996). "LCA – How it came personal/reflections on the origin and the development of LCA in the USA". *International Journal of Life Cycle Assesment* 1(1). 4-7.

- Jayaraman V., Guide Jr. V.D.R. y Srivastava R. (1999). A closed loop logistics model for remanufacturing. *J Opl Res* 50: 497–508.
- Jorgensen A.L. y Knudsen J.S. (2006). "Sustainable competitiveness in global value chains: how do small Danish firms behave?". *Corporate Governance*. VOL. 6 NO. 4 2006, pp. 449-462.
- Kaplinsky, R. y Morris, M. (2001), *A Handbook for Value Chain Research*, Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton.
- Korhonen J. (2000). "Industrial Ecosystem . Using the Material an Energy Flow Model of an Ecosystem in an Industrial System". University of Jyväskylä: Jyväskylä.
- Lambert D.M., Cooper M.C. y Pagh J.D. (1998), "Supply chain management: implementation issues and research opportunities", *International Journal of Logistics Management*, Vol. 9 No. 2, pp. 1-19.
- Landinez-Lamadrid, D. C., Ramirez-Ríos, D. G., Neira Rodado, D., Parra Negrete, K., & Combata Niño, J. P. (2017). Shapley Value: its algorithms and application to supply chains. *INGE CUC*, 13(1), 61-69.
<https://doi.org/10.17981/ingecuc.13.1.2017.06>
- Linnanen L., Bostrom T., Miettmen P. (1995). "Life cycle management: integrated approach towards corporate environmental issues". *Business Strategy and the Enviroment* 4:117 -127.
- Lippman, S. (1999), "Supply chain environmental management: elements for success", *Corporate Environmental Strategy*", Vol. 6 No. 2, pp. 175-82.
- Mentzer, J.T., DeWitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N.W., Smith, C.D. and Zacharia, Z.G. (2001), "Defining supply chain management", *Journal of Business Logistics*, Vol. 22 No. 2, pp. 1-25.
- Min, H. y Galle, W.P. (1997), "Green purchasing strategies: trends and implications", *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 33 No. 3, pp. 10-17.
- Nieves Cristancho, J. &. (2016). e-Supply chain management for a technology company. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 1(1), 31-34.
- Oberbacher B., Nokodem H., Kloppfer W. (1996). "LCA- How it came about: an early systems analysis of packaging for liquids – wich would be called and LCA today". *International Journal of Life Cycle Assessment* 1(2):62-65.
- Oliver R.K. and Webber M.D. (1982), "Supply-chain management: logistics catches up with strategy", in Christopher, M. (Ed.), *Logistics: The Strategic Issues*, Chapman & Hall, London, pp. 63-75.

- Peattie K. (1995), *Environmental Marketing Management: Meeting the Green Challenge*, Pitman, London.
- Pesonen H.L. (2001). "Environmental management of value chain: promoting life-cycle thinking in industrial networks". *Green Management International* 33: 45 – 58.
- Ramirez-Rios, D. G., Rodriguez Pinto, C., Visbal Martinez, J., Monroy Silvera, F., De la Cruz Hernández, J., Donoso Meisel, Y., & Paternina Arboleda, C. D. (2016). A bi-criteria optimization model for parallel machine scheduling: game theoretic vs genetic algorithms. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 1(1), 20-30. Retrieved from <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/73>
- Rao P. (2004). "Greening production: a South East Asian Experience". *International Journal of Operation & Production Management*. Vol 24 N°3 pp. 289-320.
- Reinhardt, F.L. (1999), "Bringing the environment down to the earth", *Harvard Business Review*, July/August, pp. 149-57.
- Salema M.I., Barbosa-Póvoa A.P. y Novais A.Q. (2005). An optimization model for the design of a capacitated multi-product reverse logistics network, with uncertainty.
- Salema M.I., Póvoa A.P.B. y Novais A.Q. (2006). "A warehouse-based design model for reverse Logistics". *Journal of the Operational Research Society* 57, 615–629.
- Sánchez Comas, A., Troncoso Palacio, A., Troncoso Mendoza, S., & Neira Rodado, D. (2016). Application of taguchi experimental design for identification of factors influence over 3D printing time with fused deposition modeling. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 1(1), 43-48. Retrieved from <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/76>
- Sepúlveda Perico, A. M. (2016). Proposed design of a network supply chain for the cocoa agro chain of Viota municipality, Cundinamarca. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 1(1), 35-42.
- Sheth J.N. y Parvatiyar, A. (1995), "Ecological imperatives and the role of marketing", in Polonsky, M.J. y Mintu- Wimsatt T. (Eds), *Environmental Marketing: Strategies, Practice, Theory and Research*, Haworth Press, New York, NY.
- Stock, J.R. (Ed.) (1998), *Development and Implementation of Reverse Logistics Programs*, Council of Logistics Management, Lombard, IL. Christopher, Martin, 1994. *Logistics and Supply Chain Management*, Richard D. Irwin, Inc., Financial Times, New York, NY.

- Veleva V., Hart M., Greiner T. y Crumbley C. (2003). "Indicators for measuring environmental sustainability: A case study". *Benchmarking*; 2003; 10, 2; ABI/INFORM Global pg. 107
- Welford, R. (1999), "Life cycle assessment", in Welford, R. (Ed.), *Corporate Environmental Management 1: Systems and Strategies*, Earthscan Publications, London.
- Young, A. y Kielkiewicz-Young, A. (2001), "Sustainable supply network management", *Corporate Environmental Strategy*, Vol. 8 No. 3, pp. 260-8.
- Zikmund W.G. y Stanton, W.J. (1971), "Recycling solid wastes: a channels of distribution problem", *Journal of Marketing*, Vol. 35, July, pp. 34-9.
- Zsidisin, G.A. y Siferd, S.P. (2001), "Environmental purchasing: a framework for theory development", *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 7 No. 1, pp. 61-73.

WORKING PAPER