

DETERMINAR EL FACTOR CLAVE EN UNA CADENA DE SUMINISTRO TRADICIONAL PARA INICIAR PROCESO DE CAMBIO A INDUSTRIA 4.0

DETERMINE THE KEY FACTOR IN A TRADITIONAL SUPPLY CHAIN TO START CHANGE PROCESS TO INDUSTRY 4.0

Giovanna Gabriela Ramírez Pedraza

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México
M1703080@itcelaya.edu.mx

Vicente Figueroa Fernández

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México
vicente.figueroa@itcelaya.edu.mx

Ilce Nallely Orozco Montañez

TecNM / Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro, México
lils-nalle@hotmail.com

Recepción: 23/octubre/2019

Aceptación: 15/noviembre/2019

Resumen

Este artículo es el resultado de la investigación sobre cadena de suministro en términos de evaluación, análisis y expansión hacia un modelo de evolución a industria 4.0, el objetivo es siendo para México un tema relativamente reciente, cuál debe ser el primer enfoque para iniciar este cambio a industria conectada. A lo largo de los años se ha evolucionado en 3 pautas industriales, marcadas por el uso de la máquina de vapor, la producción en masa y finalmente la automatización. En el año 2011 surge el termino industria 4.0 como una evolución de la automatización, esto lleva a las industrias a competir en tema de actualización para ser las mejores del mercado. Sin embargo, industria 4.0 es un tema reciente donde nada está dicho y todo puede ser válido como propuesta, siempre y cuando cumpla con el objetivo de conectar todo el proceso para obtener una visualización en tiempo real. En las siguientes líneas se plantea el factor principal a tomar en cuenta en una cadena de suministro basado en la búsqueda bibliográfica y concluido en una comparativa con respecto a las opiniones de autores expertos en el tema de cadena de suministro

4.0. El principal objetivo es identificar que se necesita para iniciar con el cambio hacia migrar a una cadena de suministro 4.0 o cadena de suministro conectada.

Palabras Clave: Cadena de suministro, detección de factores, industria 4.0.

Abstract

This article is the result of the research on supply chain in terms of evaluation, analysis and expansion towards a model of evolution to industry 4.0, the objective being for Mexico a relatively recent issue, what should be the first approach to initiate this change to connected industry. Over the years it has evolved into 3 industrial guidelines, marked by the use of the steam engine, mass production and finally automation. In 2011, the term industry 4.0 emerges as an evolution of automation, this leads industries to compete in terms of updating to be the best in the market. However, industry 4.0 is a recent issue where nothing is said and everything can be valid as a proposal, as long as it meets the objective of connecting the entire process to obtain a real-time visualization. In the following lines, the main factor to be taken into account in a supply chain based on the bibliographic search and concluded in a comparison with respect to the opinions of experts in the subject of supply chain 4.0 is considered. The main objective is to identify what is needed to start with the shift towards migrating to a 4.0 supply chain or connected supply chain.

Keywords: factor detection, industry 4.0, supply chain.

1. Introducción

La evolución de la industria ha estado marcada por el desarrollo tecnológico, identificando claramente tres revoluciones; la primera revolución definida por la introducción de la máquina de vapor, seguida de la producción en masa y por último la llegada de las tecnologías de la información. La cuarta revolución industrial llamada 4.0 está surgiendo como movimiento tecnológico para analizar, procesar y manejar mediante sistemas inteligentes los procesos en la industria, esto es más un anuncio a priori que la constatación de algo ya alcanzado [Navarro Arancegui & Sabalza Laskurain, 2016], mediante «la integración técnica de los sistemas

ciberfísicos en la manufactura y logística y en el uso de internet en los procesos industriales» [Kagermann, Wolfgang, & Johannes, 2013].

Estas revoluciones han impactado directamente en los procesos productivos, la gestión de las organizaciones a lo largo de sus requerimientos, la relación cliente proveedor, donde los avances en materia de tecnología han permitido conocer información para mejorar la toma de decisiones en mejoras de tiempos, además de generar una mayor visibilidad [Pfohl, Yahsi, & Kurnaz, 2017].

El concepto de industria 4.0 se introduce en el año 2011 durante un proyecto de estrategia de alta tecnología del gobierno alemán. Industria 4.0 se expresa al conjunto de ideas y conceptos relacionados con el uso de la innovación en tecnología, la organización es vista como un sistema complejo que integra elementos de diferente naturaleza como lo son personas, tareas, estructuras, procesos, transportes, tecnologías, donde el éxito depende de la relación entre sí. Así la industria 4.0 empodera al cliente en el centro de los procesos de decisión para satisfacer de una mejor manera los requerimientos y cambios que se puedan producir [Gilchrist, 2016]. En consecuencia, el siguiente aspecto a analizar es comprender como esta nueva revolución afecta las cadenas de suministro, cuales son los principales factores a tomar en cuenta, cual es el primer comienzo y donde están las industrias en cuestión de tecnología y avances en este marco de industria 4.0.

El principal objetivo es proponer factores clave para empezar como industria a considerarse industria 4.0, partiendo de los conceptos básicos que estas nuevas tecnologías utilizan. El conocimiento acerca de la cadena de suministro en una industria 4.0 está poco documentado (Soltany, Rostamzadeh, & Skrickij, 2018), es un hecho que a estas alturas nada está definido y cualquier propuesta es aceptada siempre y cuando cumpla con los elementos que está manejando 4.0 para conectarse como lo son:

- Big data y análisis de datos.
- Almacenamiento en la nube.
- Ciberseguridad.
- Robótica.

- Internet de las cosas.
- Simulación y prototipos (3D).
- Realidad aumentada.
- Internet de todas las cosas.
- Integración de procesos.

2. Métodos

El método de investigación a desarrollar a partir de una secuencia de pasos, los cuales en conjunto permiten la detección del factor clave para empezar a cambiar a ser industria 4.0. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo que indica cada fase que constituye el método a utilizar.

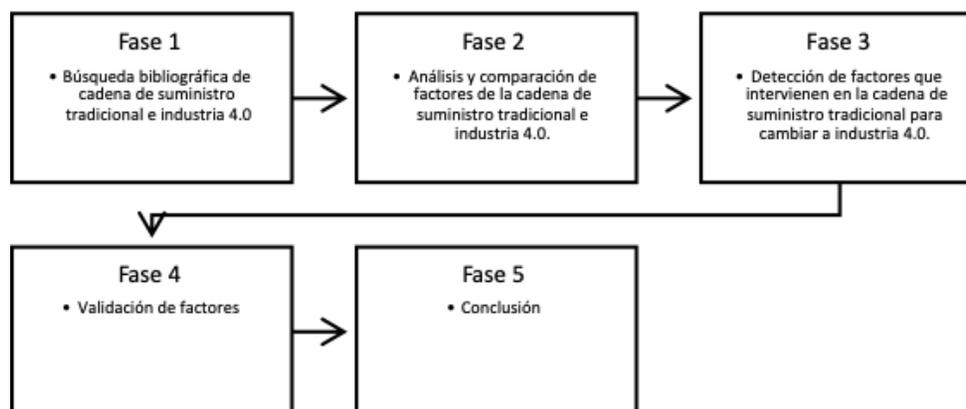


Figura 1 Metodología de la investigación Fuente: Diseño propio.

El inicio de la investigación sobre los temas a ser referidos es en el conocimiento sobre la temática requerida relacionada a cadena de suministro e industria 4.0 (informes, artículos, libros, tesis, páginas web). Las bases de datos consultadas son: Google scholar, Scopus, Science direct, IEEE Xplore.

Los términos de búsqueda (en inglés y español) que se escogieron son: Supply chain and logistics, Supply chain and industry 4.0, Internet of things, Industry 4.0, Supply chain, Factores y cadena de suministro, Aplicaciones 4.0 e industria, Factores e industria 4.0. Las tablas 1 y 2, muestran el resumen de la búsqueda de artículos y libros relacionados con la búsqueda.

Tabla 1 Resumen búsqueda de bibliografía acerca del tema.

Términos de búsqueda	Google Scholar	Scopus	Science Direct	IEEE Xplore
Supply chain and logistics	36	10	7	13
Supply chain and industry 4.0	21	8	11	6
Internet of things	22	16	12	7
Physical internet	12	13	8	7
Industry 4.0	44	18	22	18
Supply chain	36	11	18	10
Factores y cadena de suministro	7	6	2	3
Aplicaciones 4.0 e industria	5	2	1	3
Factores e industria 4.0	3	4	1	1
Casos reales empresas 4.0	5	3	2	2
Sistemas ciberfísicos CPS	20	11	5	3
TOTAL	211	102	89	73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Total de artículos clasificados por año.

Total de artículos por año	Artículos
2018	80
2017	77
2016	75
2015	61
2014	66
2013	42
2012	38
2011	36
Total de artículos	475

Fuente: Diseño propio.

Seguido de esto, la información será seleccionada y ordenada de manera adecuada para mostrar los temas relevantes en los cuales radica el factor clave para comenzar con el cambio de industria tradicional hacia una industria conectada, donde se conecten los sistemas entre sí y a su vez estén conectados con el mundo virtual de las redes digitales globales. En las tablas 1 y 2 se observa una tendencia en aumento en tema de industria 4.0, en el 2011 que es cuando surge este término los artículos eran 36 y para el 2018 ya eran 80, esto por citar lo que sirvieron de referencia.

3. Resultados

Para analizar los factores a considerar en la cadena de suministro que oriente para evolucionar a una cadena de suministro 4.0 se hace una comparación de lo ya expuesto por autores y la propuesta de esta tabla. Entendiendo por industria 4.0 toda información generada en la industria utilizando sistemas tecnológicos que conecten la información y permitan la utilización de la misma en tiempo real.

Para ello, se propone los factores mostrados en tabla 3, tomando en cuenta la investigación revisada y llegando a la conclusión de que los autores concuerdan en los mismos, tabla 4.

Tabla 3 Factores propuestos.

Factor de la cadena de suministro
Logística (sistemas de transporte)
Sistemas de información
Sistemas de integración interna y externa
Manejo de sistemas de inventarios
Planeación del recurso

Fuente propia.

Tabla 4 Autores vs factores propuestos.

Autores / factores propuestos	Logística	Seguridad de la información	Sistemas de integración interna y externa	Manejo inventarios	Planeación del recurso
Blanco Rojas et al (2017)	*	*		*	
Ceballos (2016)	*			*	*
Arango Serna et al (2013)	*		*	*	
Pérez Lara et al(2016)	*		*		
Joyanes Aguilar (2017)		*	*		
Lee, Hung-An & Shanhu (2014)				*	*
Corrales Prieto & García Alcaraz (2012)	*	*			
Barreto, Amaral, & Pereira (2017)	*	*		*	*

Fuente propia.

En estos factores de cualquier cadena de suministro se aplican las herramientas que maneja industria 4.0 tanto interna como externamente a lo largo de la cadena de suministro. Se observa que en la tabla que la logística es el factor que predomina según los autores, sería este el factor clave de la cadena de suministro de cualquier

industria. En la tabla 5 se muestra un resumen de los conceptos que abarca cada una de estas herramientas, así como su clasificación en introducción a la cadena de suministro, mostrándose como propuesta un orden de implementación para iniciar con las herramientas 4.0.

Tabla 5 Conceptos de herramientas 4.0.

Áreas	Conceptos	Clasificación
Internet de las cosas	Conexión de la información obtenida con internet.	5
Integración de sistemas	Sistemas departamentales integrados y conectados	1
Ciberfísica y ciberseguridad	Unión de los sistemas físicos y de los sistemas digitales	4
Cloud computing	Almacenamiento de la información en la nube con acceso remoto.	3
Big data	Análisis y procesamiento de los datos obtenidos del producto sometido a proceso, transporte, verificación, etc.	2
Simulación	Modelación virtual de los escenarios.	6
Impresión 3D	Diseños personalizados y complejos, que	7
Realidad aumentada	Interacción entre máquinas y personas, de productos en tiempo real.	10
Robótica colaborativa	Fabricación flexible entre personas y robots	9
Gestión de energía	Ahorro en el consumo de energía.	8

Fuente propia

Debe considerarse que la industria 4.0 es la conexión de sus herramientas de igual forma que de procesos, para llevar todo a un proceso digital. Una empresa debe estar en primer término alineada en sus procesos internos, para las buenas practicas a los proveedores, el inicio sería la integración interna y externa de los sistemas, adquirir de todas las maquinas, personas, ambientes información para analizarse con herramientas big data, datos que se almacenan en la nube (cloud), cuidando la seguridad y los filtros para que se tenga el acceso según se ocupe y compartir toda esta información en el internet de todas las cosas, hasta este punto ya podría decirse que se inició con el cambio hacia industria 4.0

4. Discusión

La Cuarta Revolución es un cambio en proceso, representa la constante competitividad de las industrias por generar una estrategia óptima en cuanto atención al cliente, procesos y tecnología instalada, impulsada por un aumento cada vez más fuerte en volúmenes de datos, la potencia en los sistemas computacionales

y la conectividad. A diferencia de las revoluciones anteriores, la Revolución 4.0 se caracteriza por el trabajo en conjunto de una gran variedad de tecnologías, que van fuera de los límites de lo físico, digital y ambiental generando una fusión entre estos tres planos.

La fábrica inteligente transforma las industrias a un alto nivel de automatización, de integración vertical y horizontal en su cadena de valor y de flexibilidad en la producción. Sin embargo, la mayoría de las empresas en transición hacia industria 4.0 desempeñan sus actividades con altos niveles de incertidumbre. La búsqueda de bibliografía arrojó 5 factores claves, estos factores se encuentran en cualquier cadena de suministro comunes. Al analizar los puntos de vista de los autores coinciden en el factor logístico. La logística de transporte es clave a la hora de producir, es el transporte de material desde el inicio de la cadena de suministro uno de los puntos más importantes para que la producción se lleve a cabo en tiempo y forma. Si se segmenta la cadena de suministro e inician las herramientas de integración de sistemas internos dentro de la logística, al tener buenas prácticas internas, se inicia con las prácticas en industrias internas, se planea el recurso, obtienen datos para analizarse, optimizar decisiones, dando como resultado el inicio hacia industria conectada. No hay aún ninguna ruta establecida en cuanto lo necesario para efectuar el cambio hacia estas tecnologías que no solo establecen el factor tecnológico, sino que va más allá de este término, la tecnología como herramienta ya está desde años atrás instalada en las empresas, con el surgimiento del término digital solo se le dio un nuevo nombre a lo que ya se tenía, que es automatización, tanto en procesos de producción como de gestión dentro de la Industria 4.0 no solo es el factor tecnológico, sino social, económico, legal en cuanto a gobierno y humano, haciendo referencia a la asimilación del cambio y a preparación para el cambio. Por lo tanto, en la transición hacia la Industria 4.0, es crucial la inversión en el desarrollo de nuevas habilidades de los trabajadores que permitan hacer frente a las oportunidades y desafíos de la digitalización.

Para futuras líneas de investigación se sugiere llevar a cabo una implementación en el área de logística para controlar el transporte, así como pequeños cambios en la fluidez de la información sin la utilización de papeles físicos sino todo en línea

(digital), para empezar a generar el uso del internet para compartir archivos. Si puede considerar el análisis de cada uno de los factores encontrados por separado para evaluarlos dentro de una cadena de suministro.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Atehortúa Hurtado, F. A., Bustamante Vélez, R. E., & Valencia de los Ríos, J. A. (2008). Sistema de gestión integral: una sola gestión, un solo equipo. Colombia: Universidad de Antioquia.
- [2] Ávila Mejía, Ó. (2011). Computación en la nube. Contactos, UAM-I, 8.
- [3] Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. México: Pearson.
- [4] Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. Elsevier B. V., 1245-1252.
- [5] Blanco Díaz, R., Fontodrona Francolí, J., & Poveda Martínez, C. (2017). La industria 4.0: El estado de la cuestión. Dialnet (406), 151-164.
- [6] Azcurra, D., Rojo, S., & Rodríguez, D. (2012). Arquitecturas de control para robots autónomos móviles didácticos basadas en sistemas embebidos. XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, 669-672.
- [7] Blanco Rojas, M. J., González Rojas, K. T., & Rodríguez Molano, J. I. (23 de septiembre de 2017). Propuesta de una arquitectura de la industria 4.0 en la cadena de suministro desde la perspectiva de la ingeniería industrial. *Ingeniería solidaria*, 13(23), 77-90. doi:<https://doi.org/10.16925/in.v23i13.2007>
- [8] C. Chandy, J. (2010). Desafíos en el diseño de sistemas Ciber-Físicos. *Ingenierías USBmed*, 1(1), 6-14.
- [9] Chandrasekaran, K. (2015). *Essentials of Cloud Computing*. Boca Raton: CRC Press.
- [10] Fontodrona Francolí, J., & Blanco Díaz, R. (2014). Estado actual y perspectivas de la impresión en 3D. *Generalitat de Catalunya*, 15.
- [11] Ganeshan, R., & Harrison, T. P. (May de 2010). An introduction to supply chain management. Obtenido de Department of management science and

- information systems: http://silmaril.smeal.psu.edu/misc/supplychain_intro.html
- [12] Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. Bangken, Nonthanburi, Thailand: Apress.
- [13] H. Chavez, J., & Torres-Rabello, R. (2012). *Supply chain management*. Santiago de Chile: RiL editores.
- [14] Hernández García, S., & Jiménez Sánchez, J. E. (2002). *Publicación técnica*. IMT (225).
- [15] Joyanes Aguilar, L. (2013). *Big Data: Análisis de Grandez Volúmenes de Datos en Organizaciones*. México: Alfaomega.
- [16] Kawecki, A. (2018). Preparing the logistics and distribution workforce for Industry 4.0 and the connected supply network. *Deloitte Insights*, 52-62.
- [17] Li, J., & Lu, C. (2012). Research on applying the internet of things for logistics business process reengineering. 173-178. doi:<http://doi.org/10.1109/ICCTD.2009.68>.
- [18] Kagermann, H., Wolfgang, W., & Johannes, H. (2013). *Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. National Academy of Science and Engineering.
- [19] Mendoza, M. A. (16 de junio de 2015). ¿Ciberseguridad o seguridad de la información? Aclarando la diferencia. Obtenido de We live security: <https://www.welivesecurity.com/la-es/2015/06/16/ciberseguridad-seguridad-informacion-diferencia/>.
- [20] Mike 2.0. (s.f.). *Mike2.0 The open source standard for Information Management*. Obtenido de Mike2.0 The open source standard for Information Management: http://mike2.openmethodology.org/wiki/Big_Data_Definition.
- [21] Navarro Arancegui, M., & Sabalza Laskurain, X. (2016). Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco. *Ekonomiaz* (89), 32.
- [22] Pérez-Lara, M., Marmolejo, J. A., Saucedo, J., & Salas, T. (2017). *Carcaterización de un modelo de negocio en el marco de industria 4.0*. *Asociación Mexicana de Logística y Cadena de Suministro*, 66-77.

- [23] Ollero Baturone, A. (2001). *Robótica: Manipuladores y robots móviles*. Barcelona, España: Marcombo, SA.
- [24] Pfohl, H., Yahsi, B., & Kurnaz, H. (2017). Concepto y factores de difusión de la industria 4.0 en la cadena de suministro. En K. H. Freitag M., *Dynamics in logistics* (págs. 381-390). Suiza: Springer Cham. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-45117-6_33.
- [25] Poirier, C. (2004). *Using models to improve the supply chain*. Boca Raton, Florida: St. Lucie Press.
- [26] Schraut, S., & Berttram, O. (September de 2016). Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused. *PwC Strategy& Germany*, 23-31.
- [27] Soltany, Z., Rostamzadeh, R., & Skrickij, V. (2018). A model to evaluate supply chain technology implementation influence on organizational performance. *Transport*, 33, 779-792. doi:<https://doi.org/10.3846/transport.2018.5468>.
- [28] Spri, G. (05 de julio de 2018). Basque industry 4.0. Obtenido de Grupo Spri Taldea: https://www.spri.eus/es/basque-industry-comunicacion/?fwp_tipo_de_contenido_es=publicación.
- [29] Torres Mendoza, M., & Hernández García, M. (2015). *Diseño y operación de sistemas de almacenamiento y manejo de materiales* (Vol. 1). Ciudad de México: Facultad de ingeniería.