

# Manufactura 4.0 y su análisis empresarial en El Salvador

**Miguel Eduardo Belismelis Velasco, José Guillermo Bolaños Silva, Mauricio Fernando González Panameño, María Cecilia Arévalo Borja, Walter Antonio Echeverría Calderón, René Ernesto García Rivas.**

Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA)  
regarcia@uca.edu.sv

Recepción: 20/11/18 Aceptación: 08/02/19

## Resumen

La manufactura 4.0 consiste en una especie de resultado que ha sido obtenido tras muchos años de desarrollo de la tecnología. Es un concepto nuevo que figura ya en muchas empresas alrededor del mundo en el cual se combinan los mejores aportes de las nuevas tecnologías (TI) con aspectos operacionales propios de cada sector industrial; para obtener como resultado una mejoría significativa en la productividad global de la empresa. El propósito del presente estudio es explorar y describir las ventajas que ofrece la denominada “Manufactura 4.0”, y su enfoque en el entorno empresarial salvadoreño.

**Palabras clave:** Tecnología, Productividad, Competitividad, Manufactura 4.0, Industria Salvadoreña.

## Abstract

Manufacturing 4.0 is a result that has been obtained after many years of technology development. It is a new concept that already appears in many different companies around the world in which the best contributions of new technologies (TI) are combined with operational aspects of each industrial sector; to obtain as a result a significant improvement in the overall productivity of the company. The purpose of this study is to explore and describe the advantages offered by the so-called “Manufacturing 4.0”, and its focus on the Salvadoran business environment.

**Key words:** Technology, Productivity, Competitiveness, Manufacture 4.0, Salvadorean Industry.

---

Belismelis Velasco, Miguel Eduardo  
Bolaños Silva, José Guillermo  
González Panameño, Mauricio Fernando  
Árevalo Borja, María Cecilia  
Echeverría Calderón, Walter Antonio  
García Rivas, René Ernesto

<https://orcid.org/0009-0008-6055-1097>  
<https://orcid.org/0009-0008-7778-4508>  
<https://orcid.org/0009-0008-2936-0006>  
<https://orcid.org/0009-0005-0755-8757>  
<https://orcid.org/0009-0001-6756-7365>  
<https://orcid.org/0000-0002-9136-8120>

## 1. Introducción

En el presente trabajo se brinda información pertinente acerca de la manufactura 4.0, cabe señalar que es un tema de mucho interés para la industria salvadoreña puesto que la automatización y el manejo de la información que ello conlleva están a la orden del día. La manufactura 4.0 implica automatizar procesos, pero no se refiere únicamente a procesos productivos basados en materia prima para obtener un producto terminado, sino que, además se encarga de automatizar servicios; es decir procesos cotidianos a los que la mayor parte de la población salvadoreña se encuentra expuesta en su diario vivir.

El propósito del presente estudio, titulado “Manufactura 4.0 y su análisis empresarial en El Salvador” es explorar y describir las ventajas que ofrece la denominada “Manufactura 4.0”, y su enfoque en el entorno empresarial. Con las siguientes preguntas: ¿cuáles son las tecnologías asociadas a la manufactura 4.0 y la manufactura inteligente? ¿qué beneficios, implicaciones y perspectivas futuras pueden esperarse de la manufactura 4.0?

## 2. Metodología

La investigación se ha dividido en dos partes, la primera una investigación documental en fuentes secundarias, en la cual se busca definir en qué consiste la “Manufactura 4.0”. La última parte es una entrevista dirigida a tres académicos con amplia experiencia enfocados en un análisis de la “manufactura 4.0” en la industria salvadoreña.

El objetivo general es definir qué es Manufactura 4.0 y su impacto en la industria salvadoreña. Además los objetivos específicos son:

- Conocer las tecnologías de la manufactura 4.0 implementadas en los procesos productivos
- Conocer las ventajas de la manufactura 4.0 en el sistema productivo
- Identificar los retos a los que se enfrentan las empresas con la implementación de manufactura 4.0

A continuación, en la Tabla 1 se presenta el cuadro de variables, mismo que contiene aquellos aspectos relevantes en la investigación que en alguna medida tienen incidencia sobre el tema.

**Tabla 1.** Tabla de Variables

x: manufactura 4.0 y: productividad de las empresas industriales en El Salvador		
X1=implementación de tecnología en los procesos	Y1=mejora en la productividad de los procesos automatizados.	Z1=costos de la implementación de tecnología.
X2=orientación hacia el personal sobre el uso adecuado de las TI	Y2=uso adecuado de los equipos tecnológicos	Z2= tecnología en diversas actividades cotidianas.
X3=disponibilidad de recursos tecnológicos	Y3=tiempo de adopción de la manufactura 4.0	Z3=falta de conocimiento del personal

**Fuente:** Elaboración propia

Se han planteado las siguientes hipótesis en el trabajo:

- El impacto de la manufactura 4.0 representa beneficios o ventajas a la productividad de la industria salvadoreña
- La implementación de nuevas tecnologías repercute de manera positiva en el sistema productivo de una empresa
- La Manufactura 4.0 genera amplias ventajas en el sistema productivo de la industria salvadoreña
- La implementación de Manufactura 4.0 en una empresa mediana, supone grandes desafíos asociados a un alto costo

### 3. Resultados

#### 3.1 Revisión Bibliográfica

##### 3.1.1 Antecedentes

La cuarta revolución industrial, industria 4.0 o manufactura 4.0 es un cambio radical al cual se encuentran expuestos muchos países a nivel mundial, y por ende son muchas industrias las que están a la espera de dar el paso. Basado en el texto “Reflexión sobre los sistemas empresariales y su contribución desde la perspectiva del manejo de la información: Una aproximación desde la industria 4.0” se puede afirmar que cobra especial relevancia el caso de las economías emergentes, cuya participación en el mercado ha experimentado un alza en los últimos años. Haciendo un pequeño contraste entre las economías tradicionales y las emergentes, estas últimas han crecido entre el año 1991 y 2011 en forma desproporcionada.

Uno de los cambios más drásticos que han experimentado las empresas consiste en

la propagación de la electrónica y de la informática en los procesos de la industria. Esta intromisión ha permitido automatizar las líneas de producción paulatinamente; aportando avances significativos tales como una mejora en la ergonomía de los trabajadores al mantenerlos alejados de tareas repetitivas. (del Val Román, 2016)

“El 31 % de las industrias ven la importancia de la digitalización como un tópico importante de la industria 4.0 y en su futuro inmediato; de igual forma, en una economía como la alemana, la industria 4.0, refiriendo todos los productos y servicios que necesitan tecnología y comunicación para 2020, tienen un potencial de mercado de 10.9 millones de Euros, con un valor agregado anual de 1.7 %” (Pütter, 2014).

##### 3.1.2 ¿En qué consiste la manufactura 4.0?

La manufactura 4.0 se caracteriza por una combinación de las nuevas tecnologías de la información (TI) y las tecnologías operacionales que han sido desarrolladas en las últimas décadas alrededor del mundo. Esta combinación permite crear valor en diferentes formas para aumentar de esta manera la diferenciación de un producto o mercancía y generar una curva de valor radicalmente diferente a la competencia. (Chan Kim & Mauborgne, 2005).

##### 3.1.3 La manufactura 4.0 en una perspectiva a futuro

En la visión de la industria 4.0, las máquinas serán capaces de comunicarse entre sí para recibir o transmitir información y ejecutar

acciones. Los productos serán inteligentes ya que la gran cantidad de datos generados por los dispositivos y máquinas serán procesados por los softwares programados y la Nube solucionará los problemas relacionados al almacenamiento de estos. (Varghese, A. y Tandur, D., 2014).

Asia es un gran ejemplo, resulta claro que este continente ha realizado en los últimos años grandes inversiones en el desarrollo industrial y en la diferenciación de sus productos, dando una especie de valor agregado a los mismos, con ello, han conseguido una mejora en el Índice de Competitividad Mundial. (Blanchet, Rinn, Thaden, & de Thieulloy, 2014). Lo complejo radica en que todo esto debe ser realizado considerando desafíos de ciberseguridad por medio de una estructura sólida de intercambio de información y colaboración. (Wan, J., Zhang, D., Zhao, S., Yang, L. y Lloret, J., 2014)

El concepto de “Industria 4.0” es relativamente nuevo. Este involucra la tecnología y procesos digitales al mejoramiento e integración de procesos, dándole una especie de valor agregado a los procesos de manufactura. (Chen, F., Deng, P., Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A. y Rong, X., 2014). Esta es caracterizada por la automatización, digitalización y el uso de las TEI (Tecnologías de la electrónica e información), la ingeniería inversa, el maquinado inteligente, entre otros. (Mosconi, 2015).

### 3.1.4 Evolución de la manufactura 4.0

La manufactura ha experimentado un cambio

gradual desde los inicios de la manufactura 1.0, la cual corresponde a una etapa de pre automatización. Esta etapa posibilitó el surgimiento de una etapa predominantemente automatizada en la producción a finales de los años 80. (Schwarz, 2014).

Durante la década de los 80 se inicia una fuerte tendencia por parte de la industria de incorporar al cliente en el diseño de los productos para ofrecer una diferenciación de estos. Esta tendencia permitió el surgimiento de una manufactura centrada en el cliente; es decir la manufactura 2.0 (enfocada en la clientela). En los años 90 surge la manufactura 3.0 basada en la responsabilidad social de las empresas con su entorno. Esta responsabilidad abarcaba diferentes ámbitos como el cuidado al medio ambiente.

En el año 2000 la automatización se colocó a la orden del día para optimizar el sistema productivo. La manufactura 4.0 si bien no es un concepto totalmente nuevo, ha comenzado a tener auge hace pocos años debido a la situación económica dura que atravesaban muchos países en la década del 2000. (Carbajal, Almonte, & Carrillo, 2015). Los sistemas de manufactura han evolucionado con el tiempo a lo largo de la historia desde la primera revolución industrial (Cortés, Landeta, & Chacón,).

### 3.1.5 ¿Qué seguirá a la manufactura 4.0?

La manufactura 5.0 se basa en la experiencia industrial, misma que ha permitido obtener conocimiento denominado como mente factura. La manufactura 6.0 se concibe de antemano como una manufactura 5.0 con

la combinación de los mejores avances tecnológicos en la escala nano, es decir, nanotecnología. Por su parte la manufactura 7.0 se encuentra a una distancia aún muy lejana, en la cual domina el horizonte de los nuevos y cada vez más demandantes mercados mundiales. (Schwarz, 2014)

### 3.2 Entrevistas dirigidas

Entrevista a: Ing. Ana del Pilar Letona

Coordinadora de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA).

#### **¿Cómo podría definir según su criterio Manufactura 4.0?**

Se refiere a la interconexión digital entre todas las áreas de la empresa y el cliente, a modo de lograr un manejo de información en tiempo real. La manufactura 4.0 se relaciona mucho con la conectividad como se menciona anteriormente, con el fin de obtener información precisa y confiable que pueda servir a la empresa para tener conocimiento sobre los clientes.

#### **¿Podría mencionar tecnologías de la Manufactura 4.0 implementadas en los procesos productivos?**

Máquinas automatizadas e interconexión a través de dispositivos inteligentes. En el país se encuentran empresas en vías de la Industria 4.0, sin embargo con un atraso significativo de aproximadamente 20 años según los expertos.

Podemos mencionar como ejemplo a

McDonald's, quien hoy en día ofrece la posibilidad de realizar el proceso de compra mediante un software especializado que pasa la orden de compra directamente. Este tipo de innovación en manufactura 4.0 es un indicio, o un primer paso para optar a la automatización de los sistemas.

#### **Mencione acerca de las ventajas que produce la implementación de tecnologías 4.0**

Algunas de las ventajas que pueden asociarse a la implementación de la manufactura 4.0 son:

- Aumento de la productividad
- Reducción de tiempos en el proceso de la cadena de suministro
- Mejora en la planificación de procesos
- Mejora en la gestión de la calidad
- Adopción de máquinas para trabajos en condiciones extremas, tales como: altas temperaturas, sustancias tóxicas, etc.

#### **¿Considera que la implementación de estas tecnologías genera desventajas?**

Algunas de las desventajas son:

- Solo aplica para altos volúmenes de producción
- Reducción de personal, pero esto no necesariamente se da, a menos que se considere necesario
- Aumento en el costo de mantenimiento a largo plazo

#### **¿Cuáles son los retos a los que se enfrenta una empresa que decide implementar tecnologías de manufactura 4.0?**

Uno de los principales retos a los que se enfrentan se relaciona con el cambio de mentalidad de las personas. Es necesario que todos los miembros de la empresa tengan conocimiento de la planificación, así como del deseo de innovar.

**¿Tiene conocimiento de empresas salvadoreñas que ya hayan implementado estas tecnologías?**

En realidad, no existe ninguna empresa que esté totalmente inmersa en la Manufactura 4.0 en el país. Sin embargo hay muchas que están en vías de lograr en un futuro, ser parte de este tipo de producción.

**Históricamente El Salvador ha basado su modelo competitivo en el bajo costo, ¿la irrupción de la industria 4.0 es una oportunidad o una amenaza?**

Si se trata de un alto volumen de producción representa una oportunidad pues permitiría reducir los costos por cada unidad dejando un mayor margen económico.

Entrevista a: Ing. Laura Orellana

Catedrática de Ingeniería Industrial en la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA).

**¿Cómo podría definir según su criterio Manufactura 4.0?**

La manufactura 4.0 está orientada en su mayoría a la aplicación de nuevas tecnologías de la información en la cadena de suministros y en el sistema productivo en general. Tales recursos permiten a la empresa conseguir

mucha información valiosa que les permita adelantarse al mercado.

**¿Podría mencionar tecnologías de la Manufactura 4.0 implementadas en los procesos productivos?**

Las tecnologías de la información que se asocian comúnmente a la manufactura 4.0 son el *Internet of Things* y el *Big Data*, así como la nube o los sistemas ciber físicos que son de mucha ayuda para el manejo de la información.

**Mencione acerca de las ventajas que produce la implementación de tecnologías 4.0**

Algunas ventajas o beneficios que suelen obtenerse de manera más general son:

- Mejora en la seguridad operacional, relacionado a la HSO
- Mejora en la ergonomía

**¿Considera que la implementación de estas tecnologías genera desventajas?**

Algunas de las desventajas de la implementación de la manufactura 4.0 son:

- Dificultad en el cambio de mentalidad de los trabajadores de la empresa
- Desarrollo de nuevas habilidades, es decir que los trabajadores deberán desarrollarse en puestos de trabajo diferentes a los habituales.

**¿Cuáles son los retos a los que se enfrenta una empresa que decide implementar tecnologías de manufactura 4.0?**

Un reto es el económico; es muy costoso implementar este tipo de manufactura en cualquier empresa por el alto grado de complejidad. El segundo reto más grande al que se enfrenta una empresa es el conocimiento, después de todo, el personal en general debe tener pleno conocimiento de todo el proceso desde el comienzo para que no los tome por sorpresa.

**¿Tiene conocimiento de empresas salvadoreñas que ya hayan implementado estas tecnologías?**

Existen algunas empresas que poseen avances en el área, aunque no existe como tal en El Salvador una empresa que haya implementado en su totalidad la manufactura 4.0 por el alto poder adquisitivo que representa, entre otras razones.

Aunque las empresas que han dado los primeros avances en el tema cuentan con escasos avances son muestras de que El Salvador se encuentra al menos lentamente transitando hacia una manufactura 4.0.

**Históricamente El Salvador ha basado su modelo competitivo en el bajo costo, ¿la irrupción de la industria 4.0 es una oportunidad o una amenaza?**

El hecho que el modelo histórico se haya basado en el bajo costo no quiere decir que deba ser siempre así, al contrario; la idea fundamental sería implementar la manufactura 4.0 de manera parcial en la mayor parte de las empresas para poder conservar este modelo en cierta medida y obtener beneficios en la competitividad

regional del país.

Entrevista a: Dr. Isaac Rosales

Catedrático de Ingeniería Industrial en la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA).

**¿Cómo podría definir según su criterio Manufactura 4.0?**

Hasta donde se entiende es aprovechar las herramientas de información y comunicación dentro del proceso de fabricación; se podría enfocar a conectar equipos y sistemas a la red, para generar información en tiempo real que ayude a tomar decisiones importantes.

**¿Podría mencionar tecnologías de la Manufactura 4.0 implementadas en los procesos productivos?**

Se puede mencionar la red, en un punto que las máquinas y equipos estén conectados, y están generando datos y que estos datos se puedan ver en tiempo real. Sin duda alguna, la red como tal es una de las tecnologías más importantes en una empresa, la cual ha ayudado a crear sistemas importantes como: *Big Data*, o el Internet de las Cosas, las cuales no son específicamente parte de la manufactura pero son tecnologías que tienen influencia en cierto punto en los procesos productivos.

**Mencione acerca de las ventajas que produce la implementación de tecnologías 4.0**

Se pueden mencionar ventajas importantes, entre ellas están:

- Información en tiempo real que ayuda a tomar decisiones importantes
- Se recortan significativamente los tiempos de producción
- Se optimiza la calidad de los productos fabricados

**¿Considera que la implementación de estas tecnologías genera desventajas?**

Manufactura 4.0 implica una hiperconexión lo cual no siempre es bueno, un ejemplo podría ser: una gran cantidad de datos generados por máquinas y los cuales son transmitidos a la red, no se procesan de manera correcta.

**¿Cuáles son los retos a los que se enfrenta una empresa que decide implementar tecnologías de manufactura 4.0?**

El principal reto será el término de inversión, y si no se tiene claro qué alcance tiene y que beneficios trae la inversión en este tipo de tecnología, claramente no se sabe si se debe invertir o no. Otra cosa muy importante es que hay empresas en el país actualmente, que poseen máquinas que no son capaces de adaptarse a un nuevo sistema porque son analógicas lo cual hace que no puedan conectarse a una red, y por eso hay necesidad de renovarlas.

**¿Tiene conocimiento de empresas salvadoreñas que ya han implementado estas tecnologías?**

Al momento se desconoce alguna empresa salvadoreña que ya esté totalmente actualizada en el área de Manufactura,

sin embargo se puede observar hoy en día personas que no solo portan correos en su celular, si no información de máquinas trabajando, lo cual da un fundamento para afirmar que ya se están implementando este tipo de tecnologías, pero al momento se encuentran de manera muy escasa en la industria del país.

**Históricamente El Salvador ha basado su modelo competitivo en el bajo costo, ¿la irrupción de la industria 4.0 es una oportunidad o una amenaza?**

Dependerá del uso de las tecnologías de Manufactura 4.0, puesto que no se pueden clasificar como una amenaza o una oportunidad. Si una empresa desea implementar tecnologías de Manufactura 4.0 deberá evaluar si en realidad es rentable implementarlas, y si es rentable, también verificar que va a generar un beneficio a largo plazo.

**4. Discusión**

En el país actualmente no hay muchas empresas que hayan implementado la manufactura 4.0 a cabalidad, por lo que no se tiene completamente claro el impacto que genera en la industria salvadoreña más que de manera teórica.

La implementación de la manufactura 4.0 en los sistemas productivos de una empresa genera una gran variedad de ventajas, entre las cuales se encuentran: aumento de la productividad, reducción de tiempos, mejoras en la planificación, etc. Estas ventajas están encaminadas a mejorar cada una de las áreas de una empresa, mejorando



los ingresos y ganancias obtenidas. Por tanto, es recomendable transitar hacia la manufactura 4.0 a nivel regional.

Una empresa que pone en práctica la implementación de la manufactura 4.0 se enfrenta a varios retos, la mayoría

relacionados con la actitud de las personas, ya que supone un cambio significativo en la mentalidad de cada uno de los individuos que forman parte de la empresa, haciendo necesaria la innovación de cada área de ésta para lograr mejores resultados.

## Referencias

- Blanchet, M., Rinn, T., Von Thaden, G., & De Thieulloy, G. (2014). Industry 4.0: The new industrial revolution-how europe will succeed. Hg.V.Roland Berger Strategy Consultants GmbH.München.Abgerufen Am 11.05.2014, Unter [Http://Www.Rolandberger.Com/Media/Pdf/Roland\\_Berger\\_TAB\\_Industry\\_4\\_0\\_2014\\_0403.Pdf](http://www.Rolandberger.Com/Media/Pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_2014_0403.Pdf),
- Carbajal, Y., Almonte, L. d. J., & Carrillo, B. (2015). Especialización productiva y empleo en los subsectores de la manufactura. un análisis para cinco regiones de México, 1988-2014.
- Chan Kim, W., & Mauborgne, R. (2005). La estrategia del océano azul. Bogotá: Grupo Editorial Norma,
- Chen, F., Deng, P., Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A. V., & Rong, X. (2015). Data mining for the internet of things: Literature review and challenges. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(8), 431047.
- Cortés, C. B. Y., Landeta, J. M. I., & Chacón, J. G. B. (2017). El entorno de la industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, (54), 5.
- del Val Román, J. (2016). Industria 4.0: La transformación digital de la industria. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto (CODDII),
- Mosconi, F. (2015). The new european industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance. Routledge.
- Pütter, C. (2014). Wachsende bedeutung: Mehr geld für industrie 4.0.
- Schwarz, M. (2014). Tendencias de innovación en los procesos actuales de manufactura.
- Varghese, A., & Tandur, D. (2014). Wireless requirements and challenges in industry 4.0. Paper presented at the Contemporary Computing and Informatics (IC3I), 2014 International Conference On, 634-638.
- Wan, J., Zhang, D., Zhao, S., Yang, L., & Lloret, J. (2014). Context-aware vehicular cyber-physical systems with cloud support: Architecture, challenges, and solutions. *IEEE Communications Magazine*, 52(8), 106-113.