

**INDUSTRIA 4.0 Y SUS APLICACIONES EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS i
DEL SECTOR MANUFACTURERO EN LATINOAMÉRICA**

Autor

ADRIANA ELIZABETH ESPITIA ROZO

Directora

LEONOR JAIMES CERVELEÓN

INGENIERA INDUSTRIAL

Esp. EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE CALIDAD

MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS E INNOVACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA, noviembre 23 de 2020

**Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en
Latinoamérica**

AGRADECIMIENTOS

ii

A Dios, porque su amor y bondad no tienen fin, porque mis logros son el resultado de sus bendiciones en mi vida, por la fuerza que me brinda en cada trayecto.

A mis padres Luis Espitia & Alix Rozo, quienes me enseñaron que el esfuerzo y la dedicación son la base para alcanzar cada una de las metas trazadas, en especial agradezco a mi hermosa madre, por haberme apoyado en todo momento; por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por su amor, el cual me motiva a cumplir cada una de mis metas.

A mi esposo Gonzalo, a quien amo tanto, quien de una manera amorosa me ha brindado todo su apoyo en cada trayecto de mi vida, gracias por siempre estar presente para mí, por sus esfuerzos, comprensión, tolerancia y paciencia, y por querer compartir su vida, a mi lado.

A mi hermana Viviana, por ser un gran ejemplo de hermana mayor y de la cual aprendí a salir de los momentos difíciles.

A mi directora M.s.c. Leonor Jaimes Cerveleón, por aceptar brindarme su orientación, sus conocimientos y capacidades para desarrollar este trabajo, que han sido fundamentales para su cumplimiento.

A la casa de estudios Universidad de Pamplona, por abrirme las puertas de este prestigioso templo del saber, por haberme permitido formarme como profesional y persona.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

TITULO: INDUSTRIA 4.0 Y SUS APLICACIONES EN LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DEL SECTOR MANUFACTURERO EN LATINOAMÉRICA

RESUMEN

El termino de industria 4.0, fue dado gracias a la era de la digitalización industrial y de la inteligencia artificial, lo que proporciono que mejoraran los niveles de automatización y eficiencia en los procesos industriales del mundo. Las compañías que incorporan el desarrollo de nuevas tecnologías dentro de sus procesos de fabricación, logran aumentar su competitividad, productividad y sobre todo brindan mayor seguridad en el bienestar de sus colaboradores. El sector de la industria manufacturera juega un papel importante en esta transformación digital, ya que con el buen funcionamiento de los procesos de producción que lo componen, se busca obtener grandes niveles de competitividad frente a otras organizaciones mundiales.

El objetivo principal de esta monografía de consulta, fue establecer que herramientas tecnológicas que conforman la industria 4.0, eran aplicadas en algunas compañías pertenecientes al sector manufacturero de América Latina: Empresa Tenaris-Argentina, Gerdau Diaco-Colombia, Sintoplast-Argentina, Plásticos de Continental-Guadalajara, México, y los beneficios que obtuvieron, reflejados en la optimización de los procesos, siendo uno de los principios fundamentales, que influyen en la sostenibilidad, crecimiento y productividad de las organizaciones.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

La metodología del presente documento se basa principalmente en la consulta bibliográfica y documental a partir de tesis, artículos, periódicos, videos, páginas web y otros textos afines con el fin de obtener un trabajo monográfico con opiniones propias, basándome en la importancia de la implementación de la tecnología en la optimización de los procesos.

Del trabajo de consulta realizado, se concluye que en Latinoamérica, aún existen organizaciones que se muestran con oposiciones a conocer e implementar este entorno de transformación digital, en sus procesos de producción, también influyen otros factores que impiden el desarrollo de estas tecnologías en las organizaciones que conforman el sector de la industria manufacturera, factores como, la falta de información, la negatividad por parte de los colaboradores a la adaptación de estas nuevas tecnologías entre otros. Por último, es de vital importancia concientizar a las compañías sobre la importancia de implementar estas tecnologías digitales en sus procesos.

Palabras clave

Optimización, producción, industria, competitividad, manufactura, tecnología, proceso, digital.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1. INDUSTRIA 4.0	3
1.1. Origen y concepto de Industria 4.0	3
1.2. Los principios de diseño de la Industria 4.0	5
Interoperabilidad	6
Virtualización.....	6
Descentralización	7
Capacidad en tiempo real.....	7
Orientación al servicio	7
Modularidad	8
CAPITULO II	13
2. HABILITADORES DIGITALES: CAMPO DE APLICACIÓN EN LATINOAMÉRICA	13
2.1. Sector de manufactura industrial en Latinoamérica.....	14
2.1. Descripción de los habilitadores digitales de la industria 4.0	17
2.1.1. Big Data y Analítica de Datos	17
<i>Big Data y sus aplicaciones en los procesos industriales</i>	19
2.1.2. Robótica colaborativa o “robots autónomos”	21
<i>Aplicación de Robótica colaborativa</i>	26
2.1.3. Simulación	27
<i>Aplicación de la simulación</i>	29
2.1.4. Sistemas de integración.....	30
<i>Aplicación de la integración vertical</i>	33
2.1.5. Internet de las cosas IoT	33
<i>Aplicación de Internet de las cosas (IoT)</i>	37
2.1.6. Ciberseguridad y ‘Cloud computing’ dos piezas claves	39
2.1.7. Ciberseguridad	43
<i>Aplicación de la ciberseguridad</i>	45
2.1.8. Impresión 3D	46
<i>Aplicación de la fabricación aditiva</i>	47
2.1.9. Realidad aumentada	48
<i>Aplicación de la realidad aumentada</i>	51
CAPITULO III.....	52
3. OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA	52
3.1. Industria manufacturera	52
3.2. Optimización de los procesos	54

3.2.1.	Definición	54vi
3.2.2.	Objetivo de la optimización	55
3.2.3.	Clasificación de los procesos de fabricación	56
3.3.	Relación entre el sector de la industria manufacturera y las tecnologías de la industria 4.0.....	60
CAPITULO IV.....		63
4.	APLICACIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DEL SECTOR MANUFACTURERO EN AMÉRICA LATINA.....	63
4.1.	EMPRESA TENARIS: ARGENTINA.....	63
4.1.1.	Descripción de le empresa	63
4.1.2.	Aplicación de las tecnologías para la optimización de los procesos	65
4.2.	GERDAU DIACO: COLOMBIA.....	66
4.2.1.	Descripción de la empresa	66
4.2.2.	Tecnologías que están integrando.....	67
4.3.	EMPRESA SINTEPLAST: ARGENTINA	68
4.3.1.	Descripción de la empresa	68
4.3.2.	Aplicación de las tecnologías para la optimización de los procesos	70
4.4.	CASO DE ÉXITO DE INDUSTRIA 4.O EN PLASTICOS	72
4.4.1.	Plásticos de Continental: Guadalajara-México.....	72
4.4.2.	Aplicación de las tecnologías en la optimización de los procesos.....	73
CONCLUSIONES		76
BIBLIOGRAFÍA		80

Lista de tablas

Tabla 1. Principios Básicos de la industria	5
Tabla 2. Tecnologías digitales de la industria 4.0.....	15
Tabla 3. Clasificación y procedencia de los datos	18
Tabla 4. Robótica tradicional vs Robótica colaborativa	24
Tabla 5 Tipos de realidad aumentada	48
Tabla 6 Tipos de industrias manufactureras	53
Tabla 7. Clasificación de los procesos de manufactura	58
Tabla 8. Tecnologías de la industria 4.0 en el proceso automotriz.....	65

Ilustración 1. Evolución histórica de la industria.....	4
Ilustración 2. Índice de competitividad digital 2020	11
Ilustración 3. Resumen del uso de internet en Colombia.....	36
Ilustración 4. Beneficios del Cloud computing.....	40
Ilustración 5. Objetivos de la implementación de ciberseguridad en manufactura	44
Ilustración 6. realidad virtual	50
Ilustración 7. Realidad aumentada.....	51
Ilustración 8. Procesos de fabricación de un automóvil	57

INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera representa un papel clave en la economía de un país, ya que el sector manufacturero es la actividad económica que más contribución tiene en el PIB además de emplear un número mayor de personas a comparación de otros sectores. La industria ha experimentado múltiples cambios a lo largo de la historia gracias a la evolución e innovación tecnológica, donde se ha percibido un avance considerable en los procesos productivos y cada vez son más los avances que suministran una mayor capacidad a las tecnologías que van surgiendo.

La industria 4.0 que se refiere a un nuevo modelo de organización y que actualmente, se encuentra en una expansión ilimitada, es una herramienta útil en los procesos productivos, ya que implica un nuevo hito en la evolución industrial pretendiendo la digitalización de los procesos productivos aumentando su eficiencia, calidad y seguridad. La “cuarta revolución industrial” es indispensable en la actualidad para todo tipo de empresas, ya que permitirá destacar organizaciones en competitividad e innovación.

Con la presentación de esta monografía se pretende realizar un análisis bibliográfico de distintas fuentes de información acerca de la industria 4.0 para entender de qué trata esta nueva idea de industria, cuáles son las herramientas y tecnologías principales que se utilizan actualmente, además de las diferentes aplicaciones que se dan en la optimización de los procesos pertenecientes al sector manufacturero en América Latina.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

A continuación se presentan 4 capítulos, desarrollados a modo de referencias teóricas, donde se ilustran conceptos de industria 4.0, sus habilitadores digitales: Big Data, Internet de las cosas IoT, Robots autónomos, Ciberseguridad, Impresión 3D, Cloud computing, Realidad aumentada, Sistemas de integración vertical y horizontal, seguidamente se tratan temas como la optimización de los procesos en el sector de la industria manufacturera y finalmente se exponen cuatro casos de empresas, que llevan a cabo la aplicación de estas tecnologías mencionadas en sus procesos de manufactura, con el fin de generar múltiples beneficios, estas empresas fueron: Empresa Tenaris: Argentina, Gerdau Diaco: Colombia, Empresa Sinteplast: Argentina y Plásticos Continental: Guadalajara México.

CAPITULO I

En esta unidad se procede al estudio de documentación actual, expedientes y registro existente referente a la industria 4.0 y algunas de sus definiciones.

1. INDUSTRIA 4.0

1.1.Origen y concepto de Industria 4.0

El origen de este concepto nace a principios de la década de 2010 al amparo del sector automovilístico y del Gobierno de Alemania, el termino, de origen alemán, fue acuñado por el presidente de la Academia alemana de Ciencias e Ingeniería (Acatech), Henning Kagermann y presentado por primera vez en la feria de Hannover de 2011, este concepto fue planteado por el gobierno alemán, con el fin de dar una idea básica en que se fundamenta la “Revolución 4.0”, la cual es la aplicación de las nuevas tecnologías, a todos los procesos de una fábrica de modo que el funcionamiento de la misma sea inteligente y completamente eficiente (Saenz, 2016, p.12).

En la siguiente *Ilustración 1* se puede observar gráficamente, los diferentes

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

cambios históricos originados por el sector industrial. En el cual se puede apreciar, de manera descendente, el grado de complejidad tecnológica con respecto al anterior que ha ido surgiendo en cada época.



Ilustración 1. Evolución histórica de la industria

Fuente: (conexiones industriales, 2016)

La industria 4.0, es la actual revolución industrial, es un nuevo modelo de organización y de control, que consiste en la digitalización de los procesos industriales a partir del desarrollo tecnológico y la optimización de los recursos, por lo tanto, su fin es brindar mayor eficiencia y aumentar la productividad en dichos procesos que se llevan a cabo dentro de una organización. De hecho, esta industria no solo genera cambios trascendentales en la industria de la

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

manufactura, sino también en el comportamiento de los consumidores y en la forma de realizar negocios.

Por lo anteriormente descrito, se debe tener en cuenta que los colaboradores juegan un papel muy importante en este proceso de transformación en la cual se implementa la nueva idea de industria, ya que al contar con una oportuna gestión del cambio debe integrarlos a un plan estratégico de adaptación digital y promover la apropiación de las tecnologías que se van a complementar por medio de un proceso de formación.

De acuerdo a la variedad de información dentro de este concepto de industria se requiere brindar una explicación sobre los principales objetivos que se desea obtener con este nuevo modelo de industria, además de brindar un análisis de cada una de las principales tecnologías por las que se determina dicha evolución.

1.2.Los principios de diseño de la Industria 4.0

A continuación, se presentan, los principios básicos en los que está centrada la industria:

Tabla 1. Principios Básicos de la industria

Principios	Descripción
-------------------	--------------------

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Interoperabilidad

la facultad de relacionar todos los elementos de la fábrica, entre ellos, los sistemas ciber físicos, los sistemas de información corporativos, los robots, las personas, los sistemas inteligentes, así como también los sistemas de terceros. las máquinas, los objetos y las personas necesitan lograr comunicarse a través de la Internet de las Cosas, por lo tanto, se le considera como el principio más fundamental para lograr verdaderamente que una fábrica sea inteligente.

Virtualización

La competitividad de lograr plantear y crear una copia virtual de la planta mediante la recolección de los datos y la modelación de los procesos industriales, adquiriendo modelos de simulación y modelos virtuales de la planta.

Descentralización	La capacidad de crear un entorno más flexible para la producción y generar autonomía al momento de tomar decisiones para ejecutar una tarea dentro de la fábrica con elementos ciber físicos.
Capacidad en tiempo real	La facultad de recopilar, analizar y almacenar cantidades extensas de datos (Big Data) que posibilita la supervisión, el monitoreo y la optimización de los procesos, facilitando cualquier resultado y contribuyendo a la detección del defecto para asignar nuevamente tareas en otras máquinas operativas.
Orientación al servicio	La capacidad de establecer cambios de último minuto de manera válida, aprobará volúmenes de logro muy reducidos, manteniendo el margen de beneficios. Esto quitaría los excedentes de obtención,

	que son uno de los principales problemas de la fábrica de extracción.
Modularidad	El alcance de la cadena de producción debe estar ligado a la capacidad de un Smart Factory (Fabrica Inteligente), para que permita cambios de manera sencilla, eficaz y de esta manera logre adaptarse a las necesidades de la industria.

Fuente: elaboración propia con información de (cfzcobots, s.f.)

En la tabla anterior se describen cada uno de los principios que hacen parte de la industria 4.0 y la manera en la que influyen en los procesos.

Las empresas necesitan innovar en toda la cadena productiva para conservar una competitividad en el mercado. Innovar en el ciclo de vida del producto, en la cadena de valor y en la administración efectiva de la cadena para producir lo que demanda el mercado: series pequeñas de forma rápida y eficiente. El medio para obtener esta necesaria invención se fundamenta en poseer esquemas organizativos más planos, integración de los procesos (horizontal y vertical), la descentralización del control y el uso de las nuevas tecnologías en el piso de planta. (E. A. Chacón, J. J. Cardillo & J. Uribe, pp. 28)

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

En Latinoamérica las empresas están enfrentándose a grandes cambios, pero la mayoría de estas empresas muestran oposición al cambio debido a diferentes factores, entre ellos están: el conocimiento y la actitud de los colaboradores, ya que comúnmente en los miembros de las compañías que son de una edad más avanzada, muestran una inclinación negativa a la llegada de nuevas herramientas tecnológicas y dificultan que exista una actitud dirigida a la evolución, aprendizaje y desarrollo en sus actividades frecuentes. Otro factor que suele representar una tardanza importante en la accesibilidad a estas alteraciones, es el organizacional, ya que para las empresas la idea de un cambio está ligada a transiciones y acarreo de costos, los cuales no están dispuestos a invertir y se presenta dificultad a la hora de trabajar en equipo para realizar un análisis a las interacciones que propone el cambio y elaborar estrategias adecuadas para la gestión del cambio. También existe un factor muy importante, que es el empleo, debido a que el alcance de la tecnología a las empresas a generado en los colaboradores un pensamiento de que pueden ser prescindibles. Por último, se encuentra el factor cultural, dado que en las organizaciones existen unas reglas ya establecidas y una manera frecuente de ejecutar sus actividades, por ende, esto suele representar una pausa en el desarrollo para asumir estas transformaciones. (Weller, 2019, pág. 7)

Por estas razones, es que son poco numerosas las empresas que determinan continuar con el ritmo de transformación que proyecta la industria 4.0 y que se acoplan para prevalecer

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

en competitividad y en las nuevas pertinencias que ofrece esta revolución en la optimización de los procesos en las diferentes organizaciones. El desarrollo digital, les permite a las organizaciones, obtener posicionamientos sobresalientes tecnológicamente, ligado a lo anterior, también le permite aumentar su nivel de competitividad, ante grandes organizaciones a nivel mundial. Por este motivo, es que muchos países buscan, plantear estrategias que le permita a las industrias rivalizar globalmente. En la actualidad, los mercados se fundamentan en crear y particularizar beneficios y prestaciones innovadoras con el objetivo de brindar satisfacción a los clientes que cada día es mayor su requerimiento.

A continuación, se presenta el índice de competitividad digital del 2020 obtenido por países Latinoamericanos:



Ilustración 2. Índice de competitividad digital 2020

Fuente: (IDM World Digital Competitiveness Ranking)

En la *ilustración 2* se muestran los resultados obtenidos de un estudio llamado Índice de Competitividad Digital 2020, realizado por el Instituto Internacional para el Desarrollo de la Gestión (IDM) para determinar la capacidad de competencia que tiene América Latina frente a otras naciones en un mundo que está siendo activado por la tecnología, este estudio mide la capacidad y preparación de un país en cuanto a la aceptación de tecnologías digitales para la transición económica y social, teniendo en cuenta tres

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

factores: la extensión de desarrollo de tecnologías digitales, el énfasis en la concepción de conocimientos y el nivel de preparación para establecer la innovación.

Según los resultados del Índice de Competitividad Digital 2020, la capacidad de América Latina para competir con otras naciones en un mundo activado por la tecnología sigue siendo limitada. Entre los 63 países considerados por el estudio, Chile es la economía latinoamericana con la mejor puntuación en competitividad digital, con aproximadamente 61,5 puntos sobre 100 posibles. Aun así, el país sudamericano sólo aparece en el puesto número 41. De la región, Brasil es el siguiente, ocupando el 51° lugar, con 52,1 puntos. Si bien tanto Chile como Brasil han mejorado su posición en el ranking en comparación con 2019, no ocurre lo mismo con México, que ha caído seis posiciones este año. (Altuve N, Blog: Medio, Modelos de negocio y transformación digital)

Por lo anteriormente mencionado, podemos identificar la importancia de que los países cuenten con una excelente disposición para la preparación del desarrollo digital, ya que radica en que este factor les posibilita conservar su competitividad global, aumentar su Producto Interno Bruto (PIB), por ende, promover la innovación y crear nuevos puestos de trabajo que permiten brindar mayores oportunidades laborales.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

CAPITULO II

2. HABILITADORES DIGITALES: CAMPO DE APLICACIÓN EN LATINOAMÉRICA

Una nueva revolución industrial requiere una revolución tecnológica, como cualquier progreso industrial en la historia.

La primera revolución fue liderada por las máquinas de vapor utilizadas en la industria, y la segunda fue la introducción de la fabricación a gran escala debido a la electricidad. Pero para esta nueva etapa de desarrollo industrial, parece que no han introducido una sola tecnología específica, sino que han avanzado. Los factores básicos para llevar a cabo el desarrollo de esta nueva era digital en las empresas son más de 6 tecnologías diferentes, las cuales serán descritas más adelante. Por tanto, se puede decir que el fundamento principal de la cuarta revolución industrial es la conectividad mediante la integración de Internet en los centros industriales.

Según Bruno Cendón Martín, director técnico(CTO) de la empresa TST(empresa pionera en España en el desarrollo de soluciones y productos IoT a medida) lo que la industria 4.0 propone es aplicar nuevas tecnologías a la cadena tradicional, con el fin de proporcionar una apertura de los datos, una conectividad mayor, un seguimiento de

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

estándares y el añadir nuevos procesos que permitan una fabricación que se adapte más a la demanda, optimizando procesos y por ende la cadena de valor.

Al tratarse de tecnologías diferentes con distintas aplicaciones, cada una de ellas se van a describir, se han ido desarrollando durante muchos años y se seguirán desarrollando con el tiempo. Muchas de ellas están incluso en proceso de implantación. Pero primero es necesario ilustrar en qué campo industrial se centrará la investigación cuando se trata de diferentes herramientas tecnológicas, porque el objetivo de la monografía puede perderse por la diversidad de funciones que tienen.

2.1.Sector de manufactura industrial en Latinoamérica

Cualquier herramienta utilizada en la Industria 4.0 tiene una variedad de aplicaciones tan amplio que es necesario definir el sector al cual se hará referencia.

Uno de los propósitos de implementar todas las nuevas tecnologías es mejorar la eficiencia de los procesos y la optimización de los mismos, por lo cual se intentará plasmar las diferentes aplicaciones de estas tecnologías en el sector manufacturero para lograr este objetivo.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Entre una amplia diversidad de habilitadores digitales se ha estimado que sectorialmente son relevantes para dar paso al desarrollo de la cuarta revolución industrial los siguientes:

Tabla 2. Tecnologías digitales de la industria 4.0

Tecnologías	Función
Big Data	Genera conocimiento y valor a partir de datos de fabricación y otros datos contextuales.
Robótica colaborativa	Posibilita la compartición segura del espacio de trabajo entre el operario y robots específicamente diseñados para ello.
Simulación	Permite tener un gemelo digital del proceso de producción, que puede optimizar la producción y ayudar a la toma de decisiones.
Sistemas de integración horizontal y vertical	La integración horizontal incluye la interconexión entre máquinas individuales, equipos o unidades de producción. Las conexiones involucradas en la integración vertical van más allá del nivel de producción tradicional, desde los sensores hasta el plano de negocios de la empresa.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Internet de las cosas (IoT)	En este caso, casi todos los objetos se pueden encontrar en la conexión a Internet de fábrica: piezas, motores, herramientas, entre otros.
Ciberseguridad	Como un conjunto de medidas de seguridad físicas y lógicas, puede proteger la infraestructura de diferentes amenazas informáticas y físicas.
La nube	Aprovecha los recursos informáticos en Internet para llevar a cabo el almacenamiento y el procesamiento de datos de gran capacidad sin invertir en su propia infraestructura de IT.
Impresión 3D	Se utiliza para reproducir copias tridimensionales de las siguientes partes: partes existentes, repuestos o prototipos de escala o tamaño real para revisión o prueba.
Realidad aumentada	Se utiliza para proporcionar al operador información adecuada para su situación y combinarla con el campo de visión del operador.

Fuente: elaboración propia con información de (Dominguez, 2016)

En la tabla anterior, se mencionaron las tecnologías que conforman la industria 4.0 y algunas de sus funciones dentro de los procesos de manufactura, estas serán descritas de manera más precisa en los siguientes apartados:

2.1. Descripción de los habilitadores digitales de la industria 4.0

2.1.1. Big Data y Analítica de Datos

Big Data es un concepto definido por la Naciones Unidas en el 2012 como una gran cantidad de datos los cuales pueden estar estructurados y no estructurados, que invaden los negocios diariamente. Lo que realmente es de gran importancia con el Big Data es lo que las compañías realizan con los datos, ya que esta herramienta tecnológica se puede examinar para adquirir ideas que con lleven a decisiones ideales y actividades de negocios estratégicos.

El entorno complejo de esta tecnología se debe primordialmente a la cualidad no estructurada de gran parte de los datos obtenidos por las tecnologías modernas. Para entender de una manera más fácil los diferentes tipos de datos que se pueden reunir, elaboraremos una breve clasificación y de donde pueden originarse este tipo de datos:

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Tabla 3. Clasificación y procedencia de los datos

CLASIFICACIÓN	PROCEDENCIA
Datos no estructurados	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos • Audios • Imágenes • Sensores
Datos semiestructurados	<ul style="list-style-type: none"> • Software • Hojas de cálculo • Informes
Datos estructurados	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas ERP (Planificación de recursos empresariales) • Sistemas CRM (Gestión de la relación con el cliente)

Fuente: elaboración propia con información de (Cabeza, 2018)

En la tabla anterior se encuentran términos como ERP y CRM, estas son dos tecnologías muy útiles y necesarias que puede tener una empresa, una definición breve del término ERP sería la de, un programa establecido para gestionar los procesos de toda la organización, mientras que los CRM son un

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

tipo de software creado para favorecer a las empresas a gestionar la relación con sus clientes, por otra parte, su objetivo en común es aumentar la rentabilidad de las organizaciones.

Con lo anteriormente mencionado y planteado, se concluye que el objetivo principal del análisis de datos es contribuir a que las empresas tomen decisiones adecuadas de negocios, también les permite eliminar áreas enigmáticas y así no llegar a perder su reputación

Big Data y sus aplicaciones en los procesos industriales

Los procesos industriales se han categorizado como procedimientos muy importantes para la fabricación de grandes cantidades de productos que, a partir de la variedad de materias primas existentes, se modifican para satisfacer las necesidades de los clientes. Por lo que la herramienta Big Data puede estar presente dentro de dos de las áreas, dentro del proceso industrial, las cuales son, la producción y la gestión del riesgo, ya que este gran complemento tecnológico tiene la capacidad de manejar y analizar grandes volúmenes de datos, lo cual favorece a la industria a manejar una mejor producción con eliminación de errores. (ITCL, 2018)

De igual manera sucede con la gestión de riesgo, este entorno proporciona la anticipación a los riesgos en un proceso establecido, de tal manera que logren actuar con anticipación. De esta forma, se alcanzaría la optimización de los procesos gracias a los pronósticos y a la obtención de datos en tiempo real.

(Cabeza G. 2018) Las aplicaciones de big data pueden ofrecer información valiosa sobre muchas áreas, pero algunas que se pueden destacar son:

- **Diagnósticos predictivos.** Donde se ayude a identificar posibles errores en la cadena de producción, así como, la anticipación de labores de mantenimiento y las predicciones de demandas por parte de los clientes.

- **‘Data Mining’ en fabricación.** Son técnicas de minería de datos para mejorar el rendimiento del proceso, mediante el estudio de los factores que afectan a la calidad del producto, o por la obtención de modelos de comportamientos de los equipos para proponer posibles cambios en sus puntos de funcionamientos, etc.

- **Servicios inteligentes remotos.** Se trata de un aspecto que no está

directamente relacionado con el proceso de producción, pero sí que

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

se vería afectado. Básicamente se trata de conseguir, a través del estudio del mercado o de la información que se tiene de los clientes, solucionar futuros problemas relacionados con éstos, antes de que el cliente se encuentre con él. (Cabeza G. 2018, p-27).

Por tal motivo, es que las organizaciones sin la aplicación de esta herramienta tecnológica, no logran sacarle el máximo provecho a toda esa información, para generar patrones de análisis predictivos, aprender con mayor facilidad y funcionar de una forma autónoma y más precisa.

2.1.2. Robótica colaborativa o “robots autónomos”

Los robots colaborativos están diseñados para desarrollar tareas en conjunto con los humanos, estos están caracterizados por tener, la capacidad de interactuar con los humanos en un mismo espacio de trabajo, sin la necesidad de instalar medidas de seguridad, se obtiene flexibilidad, ya que permiten tener un mayor alcance a determinados lugares, facilitando así la realización de ciertas tareas. Así la persona aporta, destreza y soluciones, mientras que el robot, presenta fuerza, resistencia y precisión. Lo cual

conforma un equipo eficiente y apto para desarrollar cualquier función, generando mejores soluciones a problemas muy grandes.

La robótica colaborativa representa un nuevo comienzo en la automatización industrial, porque da paso a la incorporación de robots en sectores y procesos industriales en los cuales, hasta el momento, no había sido posible. Es por esto, que por medio de esta tecnología se desea obtener una mayor optimización de los procesos a un menor coste y por ende un alto nivel de calidad en la producción final.

De tal manera que se deben tener en cuenta y con claridad cuáles son las principales características de esta tecnología que juegan un papel fundamental en la industria 4.0, las cuales se mencionan a continuación con una breve explicación que indica la manera en la que influyen en la cuarta revolución industrial:

- **Accesibilidad:** el hecho de que cualquier operario pueda programar un cobot, o asignarle una nueva tarea hace que el proceso de automatización sea accesible a todas las empresas.

- **Seguridad:** los sensores inteligentes son una solución de vanguardia para la industria 4.0 que hacen que los trabajadores puedan trabajar codo con codo con los cobots sin necesidad de vallados de seguridad.
- **Flexibilidad:** los cobots son ligeros, ocupan poco espacio y pueden reasignarse a múltiples funciones sin cambiar el diseño de producción. (Pelegri, 2019).

Los robots, hasta ahora se encontraban detrás de unas barreras desarrollando actividades repetitivas, todo estaba limitado, partiendo de lo anterior, con respecto a la restricción de seguridad, se marca una diferencia más notable y esta hace referencia a exponer la posibilidad de prescindir de la instalación de las barreras de seguridad, reduciendo así, la inversión que se realiza en estos costosos sistemas, por otra parte, permitiendo una relación de trabajo más inmediata entre las máquinas y las personas.

Para tener una idea clara, de las ventajas que se pueden obtener con la aplicación de esta tecnología se nombraran a continuación algunas de ellas:

Tabla 4. Robótica tradicional vs Robótica colaborativa

DIFERENCIAS EN LA ROBÓTICA

Robótica tradicional	Robótica colaborativa
Instalación fija repetitiva	Instalaciones diferentes
Sin interacción humana	Con interacción frecuente
Separación del espacio	Espacio compartido
Programación compleja	Programación fácil e intuitiva
Rentabilidad en años	Rentabilidad en menos de 1 año <i>(mayoría de casos)</i>

Fuente. Elaboración propia con información de (cfzcobots, s.f.)

En la tabla anterior se mencionan algunas de las ventajas de la robótica colaborativa frente al robot convencional o la llamada “Robótica tradicional”, las cuales se explican a continuación:

Distintas instalaciones (relocalizable): ya que el robot convencional solo se puede instalar en un lugar y asignarlo a una tarea fija y repetitiva, los cobots o robots colaborativos se muestran como una alternativa que aporta flexibilidad a la hora de integrarlos en los nuevos procesos ya que se pueden

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

mover con gran facilidad, además se pueden colocar en cualquier tipo de superficie, ya sea vertical, horizontal incluso en los techos. Por otra parte, son prácticos y efectivos cuando se trata de lotes pequeños.

La interacción con los humanos: los robots cotidianos tan solo siguen una programación fija y sin ninguna interacción con las personas que se encuentran a su alrededor, de tal manera que los cobots, representan una rivalidad frente a esto, ya que están ideados para trabajar con las personas mano a mano, contribuyendo con las actividades más complejas a desarrollar y por tanto pueden ser optimizadas por completo.

Espacio compartido: los robots colaborativos pueden trabajar ubicados junto a las personas sin necesidad de protecciones, ni barreras de seguridad, ya que son totalmente seguros e incluyen sensores que permiten que el cobot se inmovilice al más mínimo contacto.

Facilidad de programación: los robots colaborativos son muy fáciles de programar, no necesitan de un equipo especializado, a diferencia de los robots tradicionales, ya que poseen una interfaz sencilla e intuitiva, que hace posible que cualquiera de los operarios sin intelecto de programación pueda programar el cobot con total facilidad.

Rentabilidad: frente a los robots convencionales que se tardaban años en redimir, los cobots cuentan con un periodo de amortización de menos de un año, esto debido a los costes que se reducen al eliminar la utilización de vallas de seguridad.

Aplicación de Robótica colaborativa

La automatización industrial suele utilizar esta tecnología para llevar a cabo el desarrollo de actividades que acostumbran a ser de tipo:

Repetitivas: ya que la mayoría de tareas en la industria se basan en el ensamblaje de piezas, con la aplicación de esta tecnología se pueden ejecutar estas tareas de forma más precisa y durante periodos de tiempo largos.

Tareas independientes: suele ser utilizada para delegar tareas operativas que no requieren de supervisión humana y de esta manera habilitar una reasignación de operarios, mejorando la gestión de producción.

Operaciones no ergonómicas y dificultosas: la ergonomía debe ser un tema de vital importancia en la industria, ya que cientos de empresas se

pueden ver afectadas por riesgos en la integridad de sus operarios. Por lo cual, con la aplicación de esta herramienta se pueden efectuar movimientos complejos y no solo repetitivos, preservando de esta manera a los operarios de ese riesgo.

La integración de los robots colaborativos es un gran paso para la industria 4.0, para asegurar los procesos, ya que con la aplicación de esta tecnología se podría aportar mayores beneficios a los diversos sectores empresariales, del mismo modo brindar mayor seguridad al bienestar de los operarios y con su implementación mejorar el entorno de trabajo de los mismos. Esta tecnología resulta ser uno de los recursos más flexibles y funcionales para mejorar los procesos de producción, debido a que por las características con las que cuenta, suele ser versátil y asimilar tareas que incluso los humanos no logran desarrollar de manera completa.

2.1.3. Simulación

En el proceso de establecimiento de la industria 4.0 y las tecnologías habilitadoras que la complementan, la simulación se expone como una

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

herramienta tecnológica idónea para percibir, el funcionamiento de algunos sistemas o anticiparse a ciertos inconvenientes que se pueden presentar.

Estos sistemas de simulación, lo que permiten es conocer previamente el proceder ante determinadas situaciones, como, por ejemplo, la variación del modo de operación del proceso que se esté ejecutando actualmente.

Por medio de esta herramienta, se pueden evaluar los cambios y reacciones en la configuración de las máquinas, los diseños de planta y los flujos de procesos; permitiendo de esta manera, probar la efectividad que pueden llegar a tener estos cambios sin que estos sean realizados inmediatamente. Con estos habilitadores tecnológicos, como la simulación, la percepción del mundo real se trasfiere al virtual, lo cual permite rediseñarlo cada vez que se considere necesario para obtener una producción óptima y de esta manera percibir con antelación el proceder de la fábrica al momento de ser establecido.

La simulación permite un acercamiento a la realidad, por medio del mundo virtual, en donde se genera el conocimiento a través de pruebas de simulación de diferentes procesos, también permite determinar cuellos de botella, la distribución del personal, realizar modificaciones en los procesos de producción durante la fabricación. Es por esto que existen diversos tipos

de sistemas de simulación, comúnmente se habla de softwares que son idóneos para simular los procesos o gran parte de ellos, esto favorece a los operadores, brindado la posibilidad de mejorar las máquinas, realizando pruebas ligeramente y de manera económica en el mundo virtual, lo cual permitirá reducir los tiempos de espera e incrementar los niveles de calidad (Lozano, 2019).

Aplicación de la simulación

Esta tecnología se vuelve un gran instrumento indispensable en cualquier área de trabajo, es por esto que debido a que las áreas de aplicación son muy amplias vamos a referenciar algunas de ellas a continuación:

- Análisis de grandes equipos de computo
- Análisis y diseños de sistemas de manufactura
- Adiestramiento de operadores industriales
- Procesamiento de cada tipo de producto
- Turnos de trabajo de cada operario
- Análisis del impacto ambiental causado por diversas fuentes
- Análisis del departamento de producción de una fábrica
- Análisis financieros de sistemas económicos

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Lo cual permite percibir el efecto que causa sobre el sistema cuando se realiza una modificación en alguno de sus componentes, se puede observar antes de que ocurra el cambio físico en la planta para asegurar que el problema de operación se solucione o bien para determinar el medio más económico para lograr la mejora deseada (García, 2013, pág. 5).

2.1.4. Sistemas de integración

Esta filosofía lo que busca es que las tecnologías de producción realicen un trabajo en conjunto, de manera que compartan información y que se logre automatizar las actividades que posibilite el sistema, esto con el fin de obtener el incremento de la productividad en las organizaciones. Debido a que los procesos involucran a diferentes funcionarios en una fábrica, el concepto de integración asociado a la industria 4.0 se distribuyó en dos partes, por un lado, está la integración vertical y en el otro la integración horizontal, el primero incorpora labores a ser efectuadas dentro de la fábrica y el segundo se centra en la cadena productiva: es decir integra desde proveedores hasta los clientes. A continuación, se realiza una breve explicación de cada una de las integraciones:

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

2.1.4.1.Integración vertical

Para lograr la transformación digital, es indispensable la integración vertical, es decir la introducción de esta tecnología abarca desde la ingeniería hasta la planta, ya que de esta forma se va consiguiendo tener digitalizados todos los procesos que hacen parte de la empresa, esta herramienta a nivel operacional comprende la planificación, gestión de calidad y la eficiencia de los equipos por medio de un sistema MES (nombrado de esta manera por sus siglas en ingles Manufacturing Execution System) el cual es un software que consiste en un sistema de control y monitoreo, del cual se va obteniendo información acerca de la gestión de los procesos de producción en las industrias.

La integración vertical prevé la conexión de los sistemas específicos utilizados en cada una de estas etapas, conectando los datos, haciendo que la influencia fluya entre todos los niveles jerárquicos de manera más rápida y eficiente, disminuyendo el tiempo para toma de decisión y mejorando el proceso de gestión industrial. Así es posible mantener la productividad en un nivel elevado, mirar las máquinas y monitorear su ciclo de vida, además de acompañar la producción en tiempo real. (Signals IoT, 2019)

2.1.4.2.Integración horizontal

La integración horizontal hace referencia a la asociación de dos o más empresas fabricantes del mismo artículo, con el fin de producirlo en grandes cantidades, pero en una sola organización, este tipo de integración involucra a las empresas que son directamente competencia.

En ocasiones se acude a la integración horizontal en mercados donde una empresa tiene mayor poder o participación que las restantes, con la firme intención de eliminar a la competencia, ganar más poder de mercado, lograr poder de negociación frente a proveedores o compradores e incrementar su participación. (Mery Patricia Tamayo, 2007, pág. 38)

La tecnología en la industria 4.0 logra retener mayor inteligencia y precisión en los procesos de producción, por medio de la integración de todas sus extremidades. Debido a que la integración de las máquinas y los procesos, es de vital importancia para el desarrollo eficiente de los

procesos de fabricación, así mismo se debe conservar una conexión de ideas, para obtener cada vez mejores resultados.

Aplicación de la integración vertical

La adquisición de esta tecnología en las organizaciones, les permite que se tenga un mayor control sobre los procesos que se manejan, por otra parte, la aplicación de esta herramienta dentro de las fábricas desarrolla mayor agilidad en la toma de decisiones, optimiza recursos, disminuye las pérdidas y así mismo aumenta la productividad.

2.1.5. Internet de las cosas IoT

El internet de las cosas es una herramienta basada en crear una conexión entre las cosas y el internet en cualquier lugar y momento, es decir se fundamenta en la integración de sensores y dispositivos en objetivos frecuentes que poseen conexión a internet por medio de redes fijas o inalámbricas. La factibilidad de esta tecnología se encuentra en que Internet esté presente en todas partes, en el lenguaje de industria 4.0 se refiere, a que

tanto máquinas, productos y piezas se puedan comunicar entre sí para dar un gran avance en la optimización del trabajo.

La tecnología de internet de las cosas operando en ambientes de bases de datos en la nube, combinadas con “machine learning” y herramientas predictivas; las cuales serán tratadas más adelante, ayudan a las empresas de manufactura en la transformación de los datos operativos, a información clave de negocio para mejorar la productividad y la competitividad (Campos, 2017).

El IoT por sus siglas en inglés (Internet of Things) es una prueba real de que todos los objetivos terminaran conectados, ya que la manera exponencial en la que está creciendo el número de dispositivos interconectados, abarca una medida considerable.

Según un estudio realizado por la empresa estadounidense Cisco, en el año 2003 había 500 millones de dispositivos conectado a Internet por alrededor de 6.300 millones de personas a nivel mundial, mientras que en el año 2010 la cifra de dispositivos conectados aumento a 12.500 millones por 6.800 millones de población mundial (Saenz, 2016, pág. 21).

Importancia del IoT en los procesos de manufactura

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Como ya hemos venido hablando la IoT genera un cambio radical en la calidad de vida de las personas, ya que al permitir que muchos objetos tengan conexión con el internet, brinda posibilidades de obtener acceso a datos, servicios de educación, en la seguridad, entre otros campos. De igual forma beneficia a los diferentes tipos de organizaciones ya que es una clave fundamental para generar el aumento de la productividad en las empresas, proporcionando el desarrollo de redes inteligentes, ampliando la distribución de las redes y así mismo ofreciendo nuevos servicios que puedan ser ajustados a las verdaderas necesidades de los clientes.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, la importancia de la implementación de IoT en las empresas radica en el mejoramiento de la experiencia con el cliente; debido a que el beneficiario final está actualmente más informado y dentro de sus exigencias se encuentra el deseo de adquirir productos o servicios que le aporten positivamente a renovar su calidad de vida.

El uso de las redes sociales y otros servicios de mensajería es uno de los principales incentivos para el quiebre de la barrera digital en Latinoamérica. Al igual que el acceso a internet, el consumo de redes sociales en América Latina y el Caribe ha ido en aumento

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

en los últimos años. A finales de enero de 2020, la mayoría de los países de la región tenían un porcentaje de usuarios de estas plataformas superior al 60% (Salas, 2020).

Por otro lado, en enero de 2020 We are Social y Hootsuite publicaron el Digital 2020 Global Overview Report, y con él las estadísticas de la situación digital de Colombia durante el 2019 y 2020, donde a continuación se verán reflejadas:

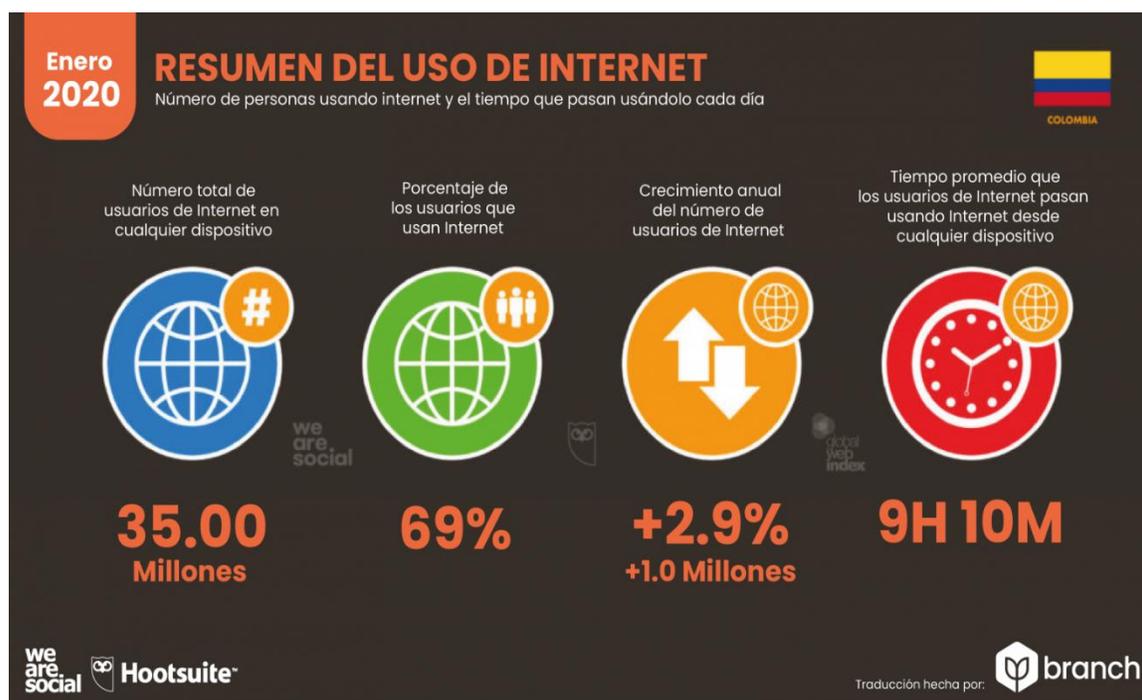


Ilustración 3. Resumen del uso de internet en Colombia

Fuente: (Branch, 2020)

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

En la Ilustración 3 se ven reflejados los resultados que obtuvo Colombia en relación al uso de plataformas digitales, así mismo el comportamiento que presentaron los usuarios entre enero de 2019 y enero de 2020, donde se concluyó que 35 millones de personas tienen acceso a este servicio, esta cantidad corresponde al 69% de la población, también se aprecia que el número total de usuario de internet desde enero de 2019 a enero de 2020 ha crecido en un 2,9% lo cual corresponde a más de un millón de nuevos usuarios en este servicio, por último se determina el tiempo promedio que las personas pasan utilizando este servicio a diario en cualquier dispositivo tecnológico es de 9 horas y 10 minutos (Medina, 2020).

Aplicación de Internet de las cosas (IoT)

La aplicación de esta herramienta tecnológica en empresas que manejan diversas cadenas de producción les permite una optimización de la productividad, eficiencia en los procesos. Por otra parte, son varias las áreas en el ámbito industrial en las que se aplica el IoT, estas son:

- Monitorización de los flujos de producción, la implementación del IoT en las cadenas de producción permite realizar un monitoreo en tiempo real en las operaciones, así mismo posibilita realizar ajustes en las

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

operaciones y de esta manera ayuda a prevenir los retrasos potenciales con la anticipación ante las necesidades de mantenimiento.

→ Control de calidad, durante las distintas etapas del ciclo de producción los sensores de IoT, pueden proporcionar datos agregados de productos, de tal manera que se pueden obtener datos sobre la utilización que le da el consumidor final al producto, lo cual permite que se realice un análisis para identificar y corregir los problemas de calidad que se llegaron a presentar en algunas de las etapas.

→ Fabrica inteligente/conectada, el uso de la maquinaria habilitada para el Internet de las Cosas puede transferir información operativa a los implicados, como por ejemplo a los fabricantes de los equipos originales, permitiendo a la gerencia de operaciones de la fábrica, que administren de forma remota las unidades de la fábrica, optimizando los procesos de fabricación y la automatización. (Forum, 2019)

La aplicación de IoT en las organizaciones logra conectar todas las fases del proceso de Internet de las Cosas Industrial (IIoT) – de la cadena de suministro a la entrega – para tener una vista cohesiva de datos de producción, procesos y productos. Sensores avanzados para la IoT en máquinas de fábricas o anaqueles de almacenes, junto con

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

analítica de Big Data y modelado predictivo, pueden prevenir defectos e interrupciones, maximizar el desempeño del equipo, recortar costos de garantía, elevar la producción y mejorar la experiencia para el cliente (Mitchell, 2019).

En definitiva, esta es una herramienta tecnológica revolucionaria que debe ser adaptada por las organizaciones para potencializar la capacidad de la empresa, donde genera respuestas con mayor productividad y eficiencia al mercado y del mismo modo mejora el uso de los recursos.

2.1.6. Ciberseguridad y ‘Cloud computing’ dos piezas claves

Se han mencionado tecnologías como el internet de las cosas, donde se habla de conexión entre máquinas, personas e incluso de las empresas, por otro parte también se ha hecho alusión a la tecnología de Big data, la cual tiene requerimientos de espacio formidables, es por ello, que se hace necesario hablar sobre ‘la nube’ o también conocida como ‘Cloud computing’:

Las tecnologías de Cloud computing conceden el acceso a todos los datos asociados a la nube de una manera más rápida y personalizada, es decir, les permiten a las empresas contar con una infraestructura más versátil, que puede remontarse en la adaptación de las determinadas necesidades de cada momento.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

De esta manera, también le genera a la empresa una reducción en los costes de instalación, mantenimiento y actualización de los servidores informáticos, ya que no existe la necesidad de tenerlos a plena disposición.



Ilustración 4. Beneficios del Cloud computing

Fuente: (León, 2018)

En la ilustración 4 se mencionan algunas ventajas que se obtienen, al implementar esta tecnología, estas se interpretan de la siguiente forma:

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Permite al suministrador de contenido o servicios en la nube omitir la utilización de cualquier tipo de hardware, esto gracias a la infraestructura 100% de cloud computing. La infraestructura de la nube, proporciona mayor capacidad de adaptación, debido a su gran capacidad de personalizar las aplicaciones y los aspectos de cada una de ellas.

Brinda el acceso a actualizaciones automáticas, debido a que estas ya son personalizadas e integradas en las aplicaciones.

Proporciona flexibilidad en la integración de los servicios de red, debido a la rapidez y facilidad con la que cuenta el resto de sus aplicaciones empresariales, ya sean desarrollados de manera interna o externa.

La fiabilidad con la que cuenta este tipo de sistema, es más consistente que la de una infraestructura interna, ya que el Cloud computing, ofrece servicios las 24 horas del día, los 7 días a la semana, 365 días del año y un 99.99% de utilidad.

El ahorro en los costes, esta es una de las ventajas más significativas en el Cloud computing, debido a que, con la utilización de los servicios de la nube, se eliminan gastos, que antes eran suministrados en la adquisición de equipos o

servidores internos, lo cual ahora ya no es necesario con el desarrollo de este sistema.

Es, por tanto, que el uso de esta herramienta tecnológica, dentro de las organizaciones es la clave para la transformación que surge en los escenarios de la industria, ya que es la base del mantenimiento para el resto de las tecnologías actuales y brinda mejoras en la forma de realizar las operaciones dentro de las industrias.

Sin embargo, el protagonismo que están teniendo los procesos en la nube, han puesto a estas infraestructuras en el punto de mira de las ciber amenazas, que ya están consiguiendo atacar con éxito cualquier punto de la infraestructura de equipos físicos, virtualizados e implementaciones en nubes públicas o privadas. (Ticbeat, 2018)

Es por esto, que, al presentarse esta desventaja con la tecnología de la nube, se ve reflejada la necesidad de adquirir mayor seguridad en este sistema, es aquí donde la Ciberseguridad cobra importancia, ya que, sin la implementación de esta nueva tecnología mencionada, personas externas a la empresa podrían tener acceso a la información almacenada en la nube.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

2.1.7. Ciberseguridad

Las amenazas de seguridad que se presentan en los sistemas industriales, tienen una naturaleza de crecimiento más rápida y de constante evolución, que supera la capacidad de los expertos en seguridad para seguirlas. Todo esto, debido al aumento de la conectividad que proporciona la industria 4.0.

De acuerdo a esto, es necesario que dentro de las organizaciones se operen los sistemas de la nube, respaldados con la tecnología de ciberseguridad, ya que esta la componen un conjunto de tecnologías, procesos y prácticas que están diseñadas para proteger las redes informáticas, los programas, los ordenadores y los datos, de todos aquellos ataques, ofensivas, daños o accesos no autorizados, proporcionados por personas o entidades ajenas. Los tres pilares fundamentales de la ciberseguridad son la integridad, confidencialidad y disponibilidad.

Esta herramienta tecnológica es un facilitador de la digitalización, debido a que varias organizaciones están atravesando por la necesidad de la transformación digital, para proporcionar mayor competitividad, el sector de manufactura no es indiferente a esta situación, ya que son cada vez más dependientes a implementar la digitalización en sus procesos, con el fin de tener un mayor control en cada una de las operaciones ejecutadas.

De acuerdo a un estudio hecho por Deloitte (Manufactura4.0, 2019), los objetivos por los cuales las organizaciones de manufactura 4.0 buscan implementar soluciones de ciberseguridad más robustas son los siguientes:



Ilustración 5. Objetivos de la implementación de ciberseguridad en manufactura

Fuentes: (Manufactura4.0, 2019)

En la ilustración 5 se puede apreciar que uno de los principales objetivos en el sector manufacturero al implementar la ciberseguridad es cumplir con los

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

requisitos básicos en la organización, operar de una manera adecuada, para así ganar ventajas competitivas respecto a la ciberseguridad.

Aplicación de la ciberseguridad

Existen compañías, que no solo ofrecen sus servicios de manera física, sino que también cuentan con redes de mercadeo de manera digital, entre ellas algunas ofrecen servicios como desarrollo de apps, marketing digital entre otros, esto con el objetivo de suplir los requerimientos digitales de otras compañías.

Debido a esto, es que algunas de estas empresas son más propensas a los ataques cibernéticos, por esta razón es que una correcta aplicación de esta herramienta tecnológica les permitirá a las compañías mejoras como:

Obtener un mayor control de las personas que tienen acceso a los datos y hacer seguimiento en caso de caída de la red.

Brinda una revisión constante de los sistemas, redes y equipos que puedan verse afectados y así detectar posibles amenazas a tiempo.

En definitiva, como se mencionaba con anterioridad, una tecnología va de la mano con la otra, por tal motivo esta nueva transformación en la industria es tan importante, ya que son elementos básicos para la protección, pero, sobre todo, son la base para la continuidad del desarrollo en las empresas.

2.1.8. Impresión 3D

Este concepto también es denominado como la “fabricación aditiva”, el cual se basa en la producción de piezas partiendo de un modelo 3D, por medio de pequeñas capas de material hasta lograr la pieza deseada. Se caracteriza por ser muy útil cuando se requieren pequeños volúmenes de producción, tiene frecuentes cambios de diseño. En los beneficios que brinda esta tecnología se encuentran:

- La reducción del coste inicial para producir un nuevo producto
- Permite la creación de series de productos más pequeñas, en función de la demanda.
- El añadir dificultad geométrica a la pieza no incrementa los costes durante la producción de la misma.
- Posibilidad de reproducir cualquier geometría liberando el proceso de diseño de las restricciones de la producción tradicional.

- Elimina los desechos de material, facilitando un mejor cuidado del medio ambiente y la reducción de costes. (grupoIGN, 2019)

Aplicación de la fabricación aditiva

Esta tecnología genera desarrollos innovadores que vinculan directamente a las cadenas de producción. Dentro de las aplicaciones que podemos encontrar, están, el prototipado, esta es una de las actividades que mayor impacto ha tenido en los procesos de manufactura, el desarrollo de productos basados en prototipos producidos por medios tradicionales tarda mucho más tiempo en estar en el mercado y son más caros. Es por esto, que la aplicación de la impresión 3D ofrece una alternativa a estos procesos tradicionales, disminuyendo costes y tiempos de producción, así mismo permite la eliminación del desperdicio de materias primas.

Por otra parte, se encuentran los productos de producción personalizada; algunas industrias ya pueden ofrecer niveles virtuosos de personalización de sus productos, esto dado gracias a la implementación de la fabricación aditiva.

Un ejemplo, de la ausencia de límites para la tecnología de impresión 3D es el caso de la red minorista de moda americana Ministry of Supply. Esta imprime chaquetas a la medida para sus clientes, en pocos minutos, directamente en los puntos de venta. (SICNOVA, 2019)

2.1.9. Realidad aumentada

Esta herramienta tecnológica es la integración de elementos virtuales en el mundo real, ofrece información importante a los usuarios, permitiéndoles interactuar y observar objetos reales y virtuales poco tradicionales, obteniendo una mejor percepción de la realidad.

Tabla 5 Tipos de realidad aumentada

TIPOS	Imágenes	Espacios	Lugares
DESCRIPCIÓN	Las nuevas técnicas de clasificación de imágenes, permite que exista un reflejo con más	La continua evolución de la realidad aumentada, ha generado dispositivos que permiten inspeccionar cualquier estancia o espacio, donde estemos	Al conocer las coordenadas geográficas de un lugar específico, se hace posible visualizar contenido de realidad

naturaleza de la realidad aumentada, logrando utilizarse en cualquier elemento del entorno, como ejemplo están: el logo de una empresa, el mapa turístico de una ciudad, entre otros.	ubicados, además de reconocer la posición de las capacidades físicas del entorno: techos, muebles, suelos, paredes, etc. Con esta información se pueden generar mapas en tres dimensiones, los cuales pueden ser marcados con información de realidad aumentada, como rutas o guías en el interior de un museo, entre otros.	aumentada sobre ese lugar. El turismo es uno de los sectores donde más se aplica esta tecnología, ya que gracias a los sensores de GPS o brújulas digitales de los dispositivos móviles se pueden superponer, diferentes elementos visuales y jugar con las distancias, perspectivas, alturas, etc.
---	--	---

Fuente: elaboración propia con información de (NEOSENTEC)

En la tabla anterior se describen tres tipos de realidad aumentada, las cuales están clasificadas según sus componentes en el mundo real. Esto con el fin de dar a conocer su funcionamiento en la vida real.

Para comprender la aplicación de esta tecnología en los procesos industriales, la *Ilustración 6* a continuación muestra la realización de un prototipo de automóvil en realidad virtual. Las gafas se pueden utilizar tanto para realidad virtual como para realidad aumentada, pero para esta última se suele utilizar una "tableta" o un determinado dispositivo, que permite capturar su entorno con una cámara y visualizar el proceso virtual, como se muestra en la *Ilustración 7*. Máquina o producto a procesar.

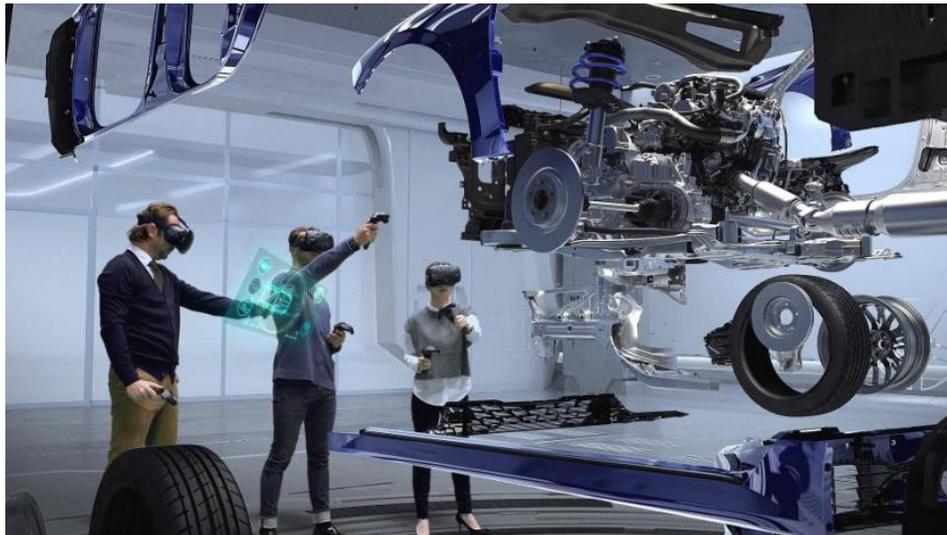


Ilustración 6. realidad virtual

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Fuente: (Kogan, 2019)



Ilustración 7. Realidad aumentada

Fuente: (redaccion, 2017)

Aplicación de la realidad aumentada

Hoy en día la industria busca aumentar sus niveles de inteligencia a través de la tecnología, lo cual permite que el trabajo se desarrolle con máquinas que estén interconectadas y que sean supervisadas por un sistema inteligente de control.

Es por esto, que la aplicación de esta tecnología en los procesos de manufactura, permiten la monitorización de todo el proceso de fabricación, la personalización o

diseño de un producto y la visualización global de la elaboración de un producto, **Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica**

brindado la posibilidad a las compañías de tener un mayor control en cada uno de los procesos desarrollados.

CAPITULO III

3. OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA

Aunque ya en algunos puntos de cada tecnología, se ha mencionado estos conceptos, en este capítulo ahondaremos en la contextualización del sector o industria manufacturera y en cómo se logra la optimización de los procesos que se llevan a cabo en esta industria.

3.1. Industria manufacturera

Esta industria pertenece al llamado sector secundario, ya que esta industria es la encargada de ir transformando las materias primas en productos y bienes terminados, listos para su consumo o para ser distribuidos por entidades encargadas de hacerlos llegar a los consumidores finales, es importante indicar que el despliegue de esta actividad económica y su producción, son posibles gracias a la intervención de tres pilares esenciales, los cuales son: las maquinas, la fuerza del trabajo y las herramientas.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Por tanto, la finalidad de los procesos de manufactura se basa en el uso eficaz de los recursos naturales, de modo que los recursos naturales se conviertan en materiales, herramientas y sustancias que puedan satisfacer más fácilmente las necesidades humanas y así mejorar la calidad de vida humana.

De tal forma, que a esta industria puede pertenecer cualquier tipo de empresa, que se dedique a la transformación de materias primas, es decir, nos podemos encontrar con pequeñas empresas hasta compañías multinacionales. (Ucha, 2014)

Referente a su cadena de producción, se pueden establecer cuatro tipos de industria manufacturera, las cuales se indicarán a continuación:

Tabla 6 Tipos de industrias manufactureras

<i>Tipos</i>	<i>Características</i>
Tradicional	Convierte la materia prima en productos listos para su consumo.

Intermedia	Producen bienes semielaborados para alimentar otros tipos de manufactura.
Mecánicas	Su producto final son herramientas y maquinaria indispensable para emprender procesos industriales de otro tipo.
Residuales	Su materia prima son los sobrantes industriales de otros procesos y generan con ellos subproductos.

Fuente: elaboración propia con información de (Uriarte, 2019)

En la tabla anterior, se mencionaron los diferentes tipos de industrias manufactureras que existen y las características que las identifican a cada una.

3.2. Optimización de los procesos

3.2.1. Definición

Según Brook Taylor (1971) La mayoría de los problemas en el mundo real tienen varias soluciones y algunos tienen infinitas soluciones. El propósito de la

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

optimización es encontrar o identificar la mejor solución posible, entre todas las soluciones potenciales, para un problema dado, en términos de algún o algunos criterios de efectividad o desempeño. (Gonzalez, 2017)

De acuerdo con lo citado anteriormente por el autor, se concluye que la optimización consiste en desarrollar una mejor gestión de los recursos en función del objetivo deseado.

Por tal motivo, es que la optimización de los procesos es un tema fuertemente vinculado a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), es por esto, que es considerado el esfuerzo de las organizaciones que destina a garantizar; el aumento máximo de la seguridad, la reducción de costos de operación y el incremento máximo de la productividad.

3.2.2. Objetivo de la optimización

El objetivo principal de la optimización de los procesos es mantener los niveles altos de productividad y eficiencia, pero para que esto sea posible, se debe tener una planificación correcta para que la empresa logre los mejores resultados. Por ello, algunos de los objetivos de la optimización de los procesos son:

- Reunir datos en tiempo real
- Restaurar los datos en información útil
- Suministrarlos con destreza
- Emplearlos para favorecer la toma de decisiones
- Medir los resultados obtenidos
- Retroalimentar el sistema
- Promover la mejora continua y la optimización de los procesos industriales.

Como se vio, la optimización de los procesos industriales tiene como objetivo, entre otros, asegurar la calidad de la producción. Para ello no es suficiente definir en detalle cómo se debe realizar cada actividad, y estar seguros de que todas las personas tengan acceso a estas descripciones de los procesos. También se debe garantizar la aplicación dentro de ciertos estándares. Y para ello, hay que vigilar constantemente los resultados (HEFLO, 2017).

3.2.3. Clasificación de los procesos de fabricación

Antes de indagar en cómo se clasificación los procesos que componen a la industria manufacturera, se requiere realizar una ilustración, de cómo son

desarrollados algunos de los procesos en las empresas, a continuación, se muestra un proceso elaborado en la industria automotriz:



Ilustración 8. Procesos de fabricación de un automóvil

Fuente: (Portalautomotriz, 2019)

En la ilustración 8 se refleja uno de los entornos que algunas empresas utilizan para obtener un solo producto.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Tabla 7. Clasificación de los procesos de manufactura

CLASIFICACION	DESCRIPCIÓN
Fabricación repetitiva	Se implementa el procesamiento repetitivo para cumplir con una tasa de producción, se compone de líneas de producción que generan el mismo artículo. Debido a que sus requisitos de configuración tienen pocos cambios, las velocidades de operación pueden aumentar o disminuir para satisfacer la demanda de los clientes.
Fabricación discreta	Al igual que la fabricación repetitiva, también utiliza una línea de montaje. Sin embargo, este proceso, cuenta con gran variación en las configuraciones y frecuencias de cambio. Esto se debe a que los diseños pueden ser diferentes y requerirá de desmontajes, lo que indica demoras en la producción.

Fabricación de tiendas de trabajo Esta fabricación a diferencia de la repetitiva o discreta, utiliza áreas de producción, en lugar de líneas de montaje. Debido a que en este proceso se producen lotes más pequeños de productos personalizados, que se pueden elaborar por encargo

Fabricación continua Esta fabricación es similar a la repetitiva ya que también funciona la 24/7, su principal diferencia, es los materiales con los que se trabaja, ya que en esta se utilizan polvos, líquidos, gases o lodos. Las consideraciones de diseño son análogas, excepto que las disciplinas para crear el producto final y el proceso de producción son más diversas.

Fabricación por lote Este tipo de fabricación comparte similitudes con los procesos discretos y tiendas de trabajo, esto dependiendo de la demanda del consumidor, un lote puede

ser suficiente para satisfacer esta demanda.

En algunos casos, los procesos por lotes pueden ser de naturaleza continua, haciendo un lote tras otro del mismo producto. Esto es común cuando la composición de las materias primas no puede hacerse con un estándar estricto. Se debe analizar cada lote y hacer algún cambio en la formulación original para obtener un producto final que cumpla con las especificaciones.

Fuente: elaboración propia con información tomada de (MasterLogística, 2019)

En la tabla anterior se describen 5 procesos de fabricación que hacen parte de la industria manufacturera y se indica su manera de operar en las empresas, de lo cual se concluye que entre más repetitiva sea la producción, mayor probabilidad existe de que el proceso sea automatizado.

3.3.Relación entre el sector de la industria manufacturera y las tecnologías de la industria 4.0

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

En los siguientes apartados, se procede a explicar la manera en la que influyen ciertas tecnologías en el desarrollo de los procesos que componen esta industria:

- **Realidad aumentada:** permite apreciar cómo se llevan a cabo exactamente los montajes en la producción.
- **Sensores:** puede proporcionar información sobre las condiciones que pueden afectar el proceso de producción.
- **Impresión 3D:** brinda eficiencia en la fabricación de productos, para que se elaboren de manera más precisa y menos costosa, siendo estratégica en la etapa de prototipado de productos.
- **Otros:** para supervisar el correcto acabado de los productos fabricados, la tecnología de la visión artificial, es de gran importancia en este sector, ya que proporciona una visión óptica, con imágenes de alta precisión, que permite que se analice los defectos que se puedan presentar en las piezas, con esta tecnología se puede designar automáticamente la salida de los productos defectuosos de la línea de producción. (Lopez D. , 2016)

Por ello, la aplicación de estas tecnologías que conforman la industria 4.0 en el sector de la industria manufacturera, contribuyen de una manera beneficiosa en cada uno de los procesos que se llevan a cabo en las empresas,

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

en lo descrito con anterioridad se pretendía generar una idea, de cómo estas tecnologías encaminan los procesos a una optimización con mayor eficiencia y con miras siempre a obtener un mayor grado de competitividad frente a otras industrias, lo cual se apreciara de una manera más clara en el siguiente capítulo, donde se ampliara la aplicación de cada una de ellas con ejemplos de organizaciones latinoamericanas que han llevado a cabo la implementación de estas tecnologías en sus procesos de manufactura.

CAPITULO IV

4. APLICACIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA OPTIMIZACION DE LOS PROCESOS DEL SECTOR MANUFACTURERO EN AMÉRICA LATINA

Una vez expuestas y conocidas las diferentes tecnologías que forman parte de todo el entorno de la cuarta revolución industrial, se da origen a presentar las diversas aplicaciones que se producen en algunas empresas o compañías del sector de la industria manufacturera en Latinoamérica, como las utilizan y que beneficios generan en la optimización de los procesos de este sector.

4.1.EMPRESA TENARIS: ARGENTINA

4.1.1. Descripción de le empresa

Tenaris es una empresa siderúrgica multinacional del grupo argentino Techint.

Se posiciona como líder mundial en la provisión de tubos de acero y servicios

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

para el segmento de energía y para ciertas aplicaciones industriales, como por ejemplo el sector automotriz. Son fabricantes líderes, cuentan con un sistema de fabricación que abarca los procesos de producción del acero, laminado y conformado de tubos, tratamiento térmico, roscado y acabado en 16 países.

La firma, emplea 23.000 personas, tiene una gran capacidad de red global de plantas productoras, centros de servicios y oficinas comerciales. Entre sus clientes se encuentran las principales empresas petroleras internacionales, así como firmas de ingeniería dedicadas a la construcción de instalaciones de extracción, transporte y procesamiento de petróleo y gas.

Sus principales productos incluyen tubería de revestimiento, tubería de producción, tubería de conducción y tubos mecánicos y estructurales. (Tenaris, 2016)

Uno de sus rasgos más distintivos está en la transformación digital del acero, con el doble objetivo de alcanzar una mejora continua en sus procesos productivos y brindar productos de calidad a sus clientes, con alto contenido tecnológico, esta empresa tomó el camino de la transformación digital y en muy poco tiempo aprovechó al máximo los beneficios que brindan las tecnologías de la cuarta revolución industrial.

4.1.2. Aplicación de las tecnologías para la optimización de los procesos

Por consiguiente, se describe como algunas de estas tecnologías son aplicadas en este sector, basados en la fabricación de productos y en los beneficios que les ofrecen en sus procesos de producción:

Tabla 8. Tecnologías de la industria 4.0 en el proceso automotriz

Robots autónomos	Esta compañía adopta esta tecnología como Big robótica industrial, las líneas de producción de Tenaris, cuentan con más de 200 robots que tienen la capacidad de intervenir en temas como: control de calidad, pintura, toma y descarga de materiales, aplicación de cuplas y protectores, marcación, aplicación de grasa, entre otras funciones, lo cual beneficia a la empresa, ya que, al asignar estas labores, a estos robots reduce el riesgo a los colaboradores al realizar actividades repetitivas.
Impresión 3D	Tenaris ha sido precursora de esta tecnología para establecer prototipados en las conexiones, protectores y calibres de medición de roscas.

Ciberseguridad	Maneja un análisis de video para controles operativos o de seguridad, que permite analizar imágenes de video de las cámaras en tiempo real o por lotes, generando alarmas y activando acciones en respuesta a escenarios o eventos predeterminados.
Big data	Tenaris utiliza Big data e Inteligencia Artificial que a través de modelos algorítmicos permiten predecir fallas de equipos, consumo de energía, minimizar el rendimiento de producción y mejorar el control del proceso.

Fuente: elaboración propia con información extraída de (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018, págs. 86-87)

4.2.GERDAU DIACO: COLOMBIA

4.2.1. Descripción de la empresa

Gerdau Diaco es una compañía colombiana filial de la multinacional Grupo Gerdau, dedicada a la producción de aceros para la construcción tales como barras corrugadas, mallas estándar, grafil, alambre negro, canastas y productos industriales como ángulos, platinas, perfil T y canal U. es una siderúrgica

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

semiintegrada. La empresa cuenta con plantas de producción en Yumbo, Muña, Tocancipá, Duitama y Tuta.

Esta compañía, busca con la implementación de las tecnologías de la industria 4.0, obtener la reducción del consumo de gas natural, interconectar y automatizar sus operaciones físicas, con data en tiempo real, en la planta de Boyacá, Colombia.

Según (Nunes) gerente de la planta principal de Tuta, Boyacá, la productividad de esta planta ha venido aumentando, gracias al potencial que aporta el Big Data y la ciencia de datos (Peñuela, 2020).

4.2.2. Tecnologías que están integrando

Las tecnologías que han venido implementando han beneficiado a la siderúrgica en cuanto a oportunidades de ahorro y tiempo, de rentabilidad en la producción, debido a que manejan una base de datos, que les proporciona facilidad en el control de los procesos, de tal forma, que se puedan realizar análisis en sus operaciones y anticiparse a los hechos.

De acuerdo con Gerdau Diaco, para lograr esta transformación digital requirieron de tres fases: Conexión, que se enfocó en el proceso de conectar

las diferentes fuentes de datos a la nube de Uptime Analytics a través de un dispositivo denominado Signal Hub; la segunda, Analytics Health Check, revisó la calidad y totalidad de los datos operativos del horno de laminación, limpió los datos desde la fuente y proporcionó algoritmos para la identificación de datos anómalos en todo momento y, la última fase de Implementación, en donde establecieron los algoritmos y tableros analíticos descriptivos y predictivos para identificar oportunidades de ahorro y monitorear las variables críticas del proceso (Peñuela, 2020).

4.3.EMPRESA SINTEPLAST: ARGENTINA

4.3.1. Descripción de la empresa

Fundada en 1958 por Raúl O. Rodríguez, SINTEPLAST nació y permanece como una empresa de capital 100% nacional que se destaca por su constante crecimiento y que le permitió ubicarse entre las empresas líderes del mercado de la pintura. Ha expandido su negocio hacia países como: Bolivia, Paraguay, Brasil y Uruguay, países en los que cuenta con fábricas de pinturas y cadenas de comercialización de gran importancia.

En Argentina, la empresa cuenta con tres plantas productivas. Una de ellas ubicada en el partido de Ezeiza, Provincia de Buenos Aires, una en la

provincia de San Luis y la última en la provincia de Córdoba. En estas últimas dos plantas se producen parte de los insumos básicos que utiliza para la producción como las resinas y los carbonatos. El Grupo Sinteplast cuenta además con una fábrica de envases (baldes plásticos) localizada también en la Provincia de Buenos Aires. (Sinteplast, 2019)

Desde 2007, la empresa cuenta con un Centro de Operaciones de once hectáreas ubicado en el partido de Ezeiza, donde operan cinco plantas productivas para la fabricación de pinturas termo endurecibles en polvo; pinturas al solvente; pinturas acuosas; diluyentes y aerosoles. En dicho predio funcionan también el almacén de productos terminados, los laboratorios de Investigación y Desarrollo, las oficinas corporativas, y el centro de capacitación. En la actualidad, Sinteplast cuenta con tres unidades de negocio (Arquitectónica, Industrial y Automotor), y casi 4000 artículos que diariamente se distribuyen en todo el país. (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018).

Miguel Ángel Rodríguez, director de operaciones de la empresa, argumenta que, al igual que otras industrias como la farmacéutica, la industria de pinturas debe evolucionar hacia un sistema de entregas más ágil y flexible que le permita llegar a sus clientes con pequeños pedidos en la mitad del

tiempo. Esto debido a que, el objetivo principal de Sineplast es, lograr una producción just in time que se ajuste a la demanda. Por ende, alcanzar este objetivo es especialmente importante porque, aparte de brindar servicios mejorados a los clientes, impacta directamente sobre una de las ineficiencias estructurales del sector; las grandes sumas de capital de trabajo destinadas a solventar los inventarios. Al respecto, se han encaminado diferentes acciones, en las cuales, se enfatiza en la automatización de la planta productiva.

4.3.2. Aplicación de las tecnologías para la optimización de los procesos

Una de las razones por las cuales, esta compañía, se encamino a la transformación digital, fue para lograr la sostenibilidad de su cuota de mercado, debido a la necesidad de producir más cantidades y al mismo tiempo generar flexibilidad en la línea de producción. Por ello, trascendieron hacia un sistema de producción altamente automatizado.

Por esto, fueron muchas las inversiones realizadas por la empresa, para incrementar el nivel de optimización y robotización de los procesos en la planta, generando de esta manera, el aumento en la productividad.

Entre las principales inversiones para la automatización de la planta productiva se destacan:

- Sistema de mezclado Colormix (año 2012): permite realizar colores especiales por mezcla de bases desde una lata de 20 litros hasta lotes de 1100 litros (Sistema O+B. País de origen: España).

- Automatización de la fabricación de pinturas en base acuosa (año 2013): permite monitorear el proceso completo de producción, agregando en forma automática y en la secuencia requerida, cada componente de una receta cargada (país de origen de la tecnología: España).

- Adición automática de resinas (año 2017): permite agregar en forma automática todas las resinas a los procesos de fabricación de pinturas industriales, evitando movimientos y transportes manuales (país de origen de la tecnología; Argentina).

- Robots de paletizado (en etapas: 2013, 2016 y 2018): agiliza el armado de pallets, de distintos tipos de envases, desde packs de latas de a baldes de 24 litros.

La identificación por radio frecuencia (RFID), es otra de las tecnologías, abordadas por la empresa, ya que esta, permite controlar y estandarizar el proceso de producción alcanzando una mejora significativa en la calidad del producto final.

Por otra parte, el termino de robots paletizados, mencionado en las aplicaciones de las tecnologías de la empresa Sintoplast, hacen parte de la robótica colaborativa, ya que están diseñados para realizar tareas en colaboración con los operadores y en este entorno una persona puede aportar destreza, flexibilidad y la capacidad de resolver problemas, mientras que un robot colaborativo ofrece fuerza, resistencia y precisión en la realización de la tarea en cuestión lo que finalmente mejora la productividad de los operarios, los libera de tareas monótonas y repetitivas.

4.4. CASO DE ÉXITO DE INDUSTRIA 4.0 EN PLASTICOS

4.4.1. Plásticos de Continental: Guadalajara-México

Con el fin de aumentar su producción anual en 5 millones de unidades, la división de plásticos de Continental en Guadalajara, México, y su proveedor de máquinas de moldeo por inyección, Engel, implementaron un sistema e-Factory.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Si bien el negocio principal de Continental son los neumáticos, a falta de proveedores confiables decidieron producir piezas de plástico como clusters y keylocks, por lo que la condición para hacerlo fue que no representara una inversión importante para la compañía por lo que la solución fue implementar una fábrica electrónica. (plástico, 2015).

Según el director comercial de Engel, Jorge Romero, el plan de la fábrica electrónica incluye un sistema completo con una pantalla central que conecta todas las máquinas, robots y periféricos y envía toda la información, incluidos procesos, así como residuos, producción y programa de mantenimiento. La máquina puede funcionar las 24 horas del día, los 7 días de la semana, con un mínimo de personal, porque cada empleado puede operar tres máquinas, además de los técnicos de emergencia y los ingenieros de mantenimiento.

4.4.2. Aplicación de las tecnologías en la optimización de los procesos

Al tratarse de un caso de éxito, en el cual se basan en crear un sistema e-Factory, que en otras palabras se refiere a una fábrica electrónica, esta organización lleva a cabo la

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

aplicación de tres tecnologías fundamentales en la optimización de los procesos, las cuales son:

- **Internet de las cosas IoT:** esto debido a que cuentan con una pantalla central, la cual se encarga de conectar todos los equipos, máquinas y robots, para enviar la información tanto del proceso, como de las fallas o rechazos que se puedan presentar en el desarrollo del proceso de fabricación.
- **Sistemas ciber físicos:** estos sistemas los manejan de la mano con el IoT ya que, gracias a ellos, es posible controlar uno o varios procesos físicos.
- **Cloud computing:** llevan a cabo la aplicación de esta tecnología, ya que, gracias a ella, les es posible mantener informados a todos los involucrados en el proceso, sobre lo que está pasando con las máquinas y de esta manera optimizar tiempos de producción.

Después de conectar todas las máquinas, puede comprender en tiempo real lo que está sucediendo en la fábrica, el estado de producción de cada máquina, qué tan eficiente es, el tiempo de inactividad, el uso de las máquinas automáticas de computación, ya sea en tiempo de espera o mantenimiento, y realmente saber cómo usar los recursos.

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Incluso puede conectarse a través de una tableta, y cuando necesite servicios técnicos, todo se puede conectar a través de Internet, por lo que se puede hacer de forma remota, lo que ayuda a tomar decisiones más rápidas.

Por último, es necesario mencionar, que la aplicación de las tecnologías que conforman a la industria 4.0, aún no se han implementado en la mayoría de organizaciones que pertenecen al sector de la industria manufacturera en América Latina, algunas empresas hasta ahora, están realizando diagnósticos sobre el impacto que les generaría establecer la transformación digital, en el desarrollo de sus líneas de producción.

CONCLUSIONES

La industria 4.0 se basa en establecer tecnologías digitales, para la transformación de los procesos que se ejecutan dentro de las organizaciones, con el propósito de innovar en sus productos y aumentar la competitividad de las empresas, frente a otras compañías, donde es importante aclarar que esto, también depende de la participación que tengan los individuos dentro de las empresas, ya que, la finalidad de la cuarta revolución no solo es, generar mayor productividad y competitividad, sino también, establecer mejoras en los entornos laborales para proteger el bienestar de los colaboradores.

Las compañías por sí solas no pueden llevar a cabo la innovación, es por esto, que deben integrar los habilitadores digitales, si su finalidad es, conseguir posicionamientos reconocibles dentro de la cuarta revolución industrial, como empresas competitivas y autónomas, estos habilitadores son: el Big Data, el Internet de las cosas IoT, Robots autónomos, Computación en la nube, Sistemas de integración vertical y horizontal, Fabrica aditiva, Ciberseguridad, Simulación y Realidad aumentada, estas permiten llevar a cabo el desarrollo del proceso de la transformación digital y les beneficia a crear entornos competitivos, debido a que con la integración, de alguna de estas tecnologías dentro de los procesos de producción, genera información asertiva a todo el sistema y por

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

ende favorece a que exista flexibilidad, autenticidad y eficiencia, en la optimización de los procesos.

La aplicación de estas tecnologías dentro de las organizaciones, también trae beneficios a los colaboradores, que hacen parte en la fabricación de los productos, ya que algunas de ellas, como por ejemplo: los robots autónomos, realizan tareas repetitivas, las cuales en el entorno tradicional, deben ser desarrolladas por estos individuos, generando fatigas y riesgos en su bienestar, por este motivo es que, se deben incorporar más de estas tecnologías en el sector de la industria manufacturera, para proteger el bienestar de sus colaboradores y reducir los tiempos de producción en la fabricación de los productos, y de esta manera poder contar con fabricas inteligentes que brinden la completa satisfacción que el cliente requiere.

La implementación de estas tecnologías en América latina, aun no es muy notoria en el sector de la industria manufacturera, son pocas las compañías que están llevando a cabo la incorporación, en sus procesos productivos y que deciden llevar el ritmo de trascender a un nuevo entorno digital, que les brinda eficiencia en la fabricación. Es notable que hace falta, promover mayor cultura de evolución y competencia en las organizaciones que hacen parte de este sector.

En Colombia son muchos los desafíos a los que se deben enfrentar al llevar a cabo la implementación de la industria 4.0, ya que son considerables a nivel empresarial,

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

aunque es un país que ha venido trabajando por industrializarse, en los últimos años se han reflejado niveles bajos en la industria, frente a otros países como, por ejemplo: España, que ha sido uno de los países que ha venido implementando esta transformación industrial en sus procesos. Entre los desafíos a los que se debe enfrentar Colombia con la implementación de esta cuarta revolución industrial se encuentra, la necesidad de mantener la integridad de los procesos de producción y la falta de habilidades adecuadas para acelerar la marcha hacia la cuarta revolución industrial.

En referencia a la información recaudada de las empresas que actualmente, están realizando aplicaciones de estas tecnologías en la fabricación de sus productos, se logró determinar que, dentro de los procesos de producción, es de gran utilidad la fabricación aditiva o impresión 3D, ya que con esta se pueden percibir más detalladamente las piezas que están siendo fabricadas y si es el caso, de presentarse algún defecto, poder anticiparse a estos errores, manejando la prevención adecuada, dentro de los procesos de producción, esta es una tecnología que debe ser aplicada en las industrias automotrices, como lo es el ejemplo de la empresa Tenaris de Argentina.

No es un secreto, para las organizaciones que la evolución de las tecnologías, es una variable constante y que con el transcurrir del tiempo, gran parte de ellas tendrán que iniciar a implementar estos habilitadores digitales en algún momento, es claro que cada uno de ellos, cuenta con un potencial mayor del que podamos imaginar. Sin embargo, la

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

clave en la aplicación de estas tecnologías está en la Ciberseguridad, ya que, a medida, de que evoluciona la tecnología, también queda mayormente expuesta la información que cada una de ellas genera, como se planteaba con anterioridad en el capítulo 2.

Finalmente, con el desarrollo de este trabajo de investigación bibliográfica, realizado para determinar cómo están aplicando las empresas en América Latina las tecnologías de la industria 4.0 en el sector manufacturero, se concluye que las organizaciones que, han realizado la aplicación de ellas, han obtenido un aumento en la optimización de sus procesos, generando mayor competencia en el entorno frente a compañías de otros sectores, así mismo han sido aplicadas, para minimizar los costes de producción y adquirir mayor productividad y eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Pérez Lozano, R. (2019). Métodos para el Análisis de Fallos y el uso del Big Data en la Industria 4.0. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11441/100992>

Castresana Sáenz, Carolina, (2016), Industria 4.0., Universidad de La Rioja, recuperado de https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE002004.pdf (acceso: 30-11-2018)

ALIANZA DE LAS TECNOLOGÍAS HABILITADORAS. (2019). ¿Qué son las tecnologías habilitadoras? Recuperado de <https://tech4cv.com/que-son-las-tecnologias-habilitadoras/#>

Minnaard, C. Comoglio, M. (2019). Aplicaciones de la simulación en la enseñanza de la ingeniería. Documento de conferencia. X Congreso Iberoamericano de Educación Científica. Universidad de Zamora. Recuperado de <http://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/10061>

Comoglio, M., Minnaard, C., Lacanna, O. Incaugarat, N. (2016) El uso de software de simulación y el desarrollo de competencias. Evaluación de la satisfacción en los alumnos. V Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Santiago del Estero

García García, M. F. (2019). II congreso internacional de investigación. Teinco revolución industrial 4.0. Bogotá. Recuperado de <http://www.teinco.edu.co/documentos/II-CONGRESO-INTERNACIONAL-DE-INVESTIGACION-TEINCO-REVOLUCION-INDUSTRIAL-4.0.pdf#page=66>

Iribarri, M. (2016). Artículo La industria 4.0. Conexiones industriales. <https://conexionindustriales.com/la-industria-4-0/>

Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Cortés, Y; Berenice; Landeta, Juan, M; Chacón B, J, G; Aguilar, P, F; Larios, O. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras Conciencia Tecnológica, núm. 54, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México
 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>

Álvarez, M; García, R. (2013). La simulación en la industria. Simulación de los Procesos de Producción en los Ingenios Azucareros. Disponible en
<http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1092/4/04%20ISC%20065%20Tesis.pdf>

Barros Losada, T. (2017). La industria 4.0: Aplicaciones e implicaciones. Universidad de Sevilla, pág. 16. Disponible en
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91146/fichero/La+Industria+4.0+Aplicaciones+e+Implicaciones.pdf>

Val Román, J, L. (2016). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Codiinforme. Universidad de Deusto. Disponible en <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>

Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (Julio de 2018). *IDB (Inter-American Development Bank)*. Obtenido de Industria 4.0 fabricando el futuro:
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf>

Branch. (Abril de 2020). *Branch*. Obtenido de <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2019-y-2020/>

Campos, J. (2017). Uso del IoT en manufactura. *Spend Matters*. cfzcobots. (s.f.). *CFZ cobots*. Obtenido de <https://cfzcobots.com/robotica-tradicional-y-robotica-colaborativa-diferencias/#>

Forum, F. T. (18 de Diciembre de 2019). *Fundacion Innovacion Bankinter*. Obtenido de <https://www.fundacionbankinter.org/blog/noticia/future-trends-forum/aplicaciones-del-internet-de-las-cosas-industrial-iiot->

<http://www.mckinsey.com>

Deloitte. (2015). *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Recuperado de **Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica**

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

García, M. E.–R. (s.f.). *Repositorio UTN*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/1092/4/04%20ISC%20065%20Tesis.pdf>

Gonzalez, B. D. (16 de diciembre de 2017). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/DeiviGonzalez3/optimizacion-84192674#:~:text=Optimizaci%C3%B3n%20De%20acuerdo%20con%20lo,una%20mejor%20gesti%C3%B3n%20de%20nuestros>
grupoIGN. (8 de abril de 2019). *Grupo IGN*. Obtenido de <https://ignsl.es/fabricacion-aditiva/>

HEFLO. (4 de octubre de 2017). *heflo*. Obtenido de <https://www.heflo.com/es/blog/optimizacion-procesos/optimizacion-procesos-industriales/#:~:text=La%20optimizaci%C3%B3n%20de%20procesos%20industriales%20es%20el%20esfuerzo%20de%20la,de%20los%20costos%20de%20operaci%C3%B3n>

IoT, S. (04 de abril de 2019). *Signals IoT*. Obtenido de <https://signalsiot.com/integracion-de-sistemas-en-la-industria-4-0/>

Iribarri, M. (10 de junio de 2016). *conexión industriales*. Obtenido de <https://conexionindustriales.com/la-industria-4-0/>

León, O. (Noviembre de 2018). *La computacion en la nube*. Obtenido de <https://lacomputacionenlanuve.wordpress.com/2018/11/01/ventajas-y-desventajas/>

Logistica, M. (s.f.). *MAster Logistica*. Obtenido de <https://www.masterlogistica.es/manufactura-industrial/>

Lopez, D. (14 de julio de 2016). *Análisis de Casos de Estudio sobre*. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70721/TFM%20Daniel%20Lopez-Pintor%20Marti_14684892714925643535103389495773.pdf?sequence=2

Lozano, R. P. (2019). *Deposito de investigacion Universidad de Sevilla*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11441/100992>

Manufactura4.0. (3 de julio de 2019). *manufactura 4.0*. Obtenido de <https://manufactura40.com/tendencias-de-ciberseguridad-en-manufactura-4-0/>
Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

- Medina, K. R. (17 de abril de 2020). *Branch*. Obtenido de <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2019-y-2020/>
- Mery Patricia Tamayo, J. D. (2007). Formas de integración de las empresas. *Ecos de Economía No. 24.*, 27-45.
- Mitchell, D. (s.f.). *SAS Insights*. Obtenido de https://www.sas.com/es_co/insights/big-data/internet-of-things.html
- NEOSENTEC. (s.f.). *NEOSENTEC*. Obtenido de <https://www..com/realidneosentecad-aumentada/>
- Pelegrí, J. (10 de junio de 2019). *Universal Robots*. Obtenido de <https://blog.universal-robots.com/es/revolucion-industrial-cobots>
- Peñuela, M. (15 de octubre de 2020). *Fierros*. Obtenido de Gerdau Diaco implementa nuevas tecnologías en los procesos industriales: <https://fierros.com.co/noticias/gerdau-diaco-implementa-nuevas-tecnologias-industriales-en-sus-procesos/>
- Portalautomotriz. (31 de mayo de 2019). *Portalautomotriz.com*. Obtenido de <https://www.portalautomotriz.com/noticias/automotriz/mexico-transita-de-la-manufactura-a-la-innovacion-industrial-automotriz>
- Saenz, C. C. (2016). *industria 4.0*. p.12.
- Salas, E. B. (08 de septiembre de 2020). *Statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/1073677/usuarios-internet-pais-america-latina/>
- SICNOVA. (9 de agosto de 2019). *SICNOVA*. Obtenido de <https://sicnova3d.com/blog/las-aplicaciones-de-la-fabricacion-aditiva-en-la-industria/>
- Sinteplast. (2019). *Sinteplast*. Obtenido de <https://www.sinteplast.com.ar/empresa/cacs>
Industria 4.0 y sus aplicaciones en la optimización de procesos del sector manufacturero en Latinoamérica

Tenaris. (2016). *Tenaris*. Obtenido de <https://www.tenaris.com/es/acerca-de-nosotros/#:~:text=Somos%20el%20fabricante%20%ADder%20de,y%20acabado%20en%2016%20pa%ADses>.

Ticbeat. (4 de diciembre de 2018). *Ticbeat*. Obtenido de <https://www.ticbeat.com/tecnologias/cloud-computing-y-ciberseguridad-dos-piezas-clave-para-la-transformacion-digital-de-las-empresas/>

Ucha, F. (septiembre de 2014). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/economia/industria-manufacturera.php>

Uriarte, J. M. (30 de julio de 2019). *Características.co*. Obtenido de <https://www.caracteristicas.co/industria-manufacturera/>.