



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Colegio de Ingeniería Industrial

**“Estudio exploratorio de los alcances y beneficios de los sistemas
de localización y rastreo dentro de la Logística 4.0”**

T E S I S

**Presentada para obtener el grado de licenciatura
en Ingeniería industrial**

PRESENTA

Stefany Juárez Toquiantzi

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Francisco Javier Méndez Ramírez

ASESORES DE TESIS

MA. Karina Martínez Morales

Dr. Juvencio Roldán Rivas

SEPTIEMBRE 2022

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN

1.1 Introducción	1
1.2 Problema de investigación	2
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivo General.	5
1.5 Objetivos Específicos	5
1.6 Hipótesis	5
1.7 Preguntas de Investigación	6
1.8 Alcances y Limitaciones	6
1.8.1 Alcances	6
1.8.2 Limitaciones	6

CAPÍTULO 2. INDUSTRIA 4.0

2.1 Surgimiento de la Industria 4.0	7
2.1.1 Primera Revolución Industrial	7
2.1.2 Segunda Revolución industrial.....	9
2.1.3 Tercera Revolución Industrial.....	10
2.1.4 Cuarta Revolución Industrial	11
2.2 Tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial	13
2.3 Desarrollo actual y perspectivas futuras.	39

CAPÍTULO 3. LOGÍSTICA 4.0

3.1 Antecedentes	47
3.1.1 Breve historia de Logística.	47
3.1.2 Conceptos de logística.	51
3.2 Desarrollo de la Logística 4.0	52
3.2.1 Importancia de la Logística 4.0	54

3.3 Tecnologías presentes en la Logística 4.0	58
3.4 Evolución de los procesos logísticos 4.0	62
3.5 Fases de la Cadena de Suministro.....	65
CAPÍTULO 4. SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y RASTREO	
4.1 Localización	70
4.2 Sistemas de localización	72
4.3 Clasificación	74
4.3.1 Clasificación basada en enfoques de a localización	74
4.3.2 Clasificación basada en técnicas de localización	77
4.3.3 Clasificación basada en tipos de dispositivos a utilizar	78
4.4 Tipos de sistemas de localización	79
4.4.1 Sistemas basados en radiofrecuencia de corto alcance o bluetooth	79
4.4.2 Sistemas basados en radiofrecuencia de largo alcance	80
4.4.3 Sistemas basados en seguimiento por satélite o alcance ilimitado	80
4.5 Tecnologías para la localización	80
4.6 Seguridad y privacidad de datos	82
CAPÍTULO 5. PLATAFORMAS DE LOCALIZACIÓN	
5.1 Plataformas de localización y rastreo.....	87
5.1.1 Funcionamiento	88
5.1.2 Usos	88
5.1.3 Componentes.....	89
5.2 Principales proveedores de soluciones de localización.....	90
5.2.1 Tabla comparativa de proveedores de localización.....	116
5.3 Implicaciones organizativas	117
CONCLUSIÓN	121
REFERENCIAS.....	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa Conceptual 1 “Tecnologías de la Industria 4.0” (Saturno, Vinícius, & Fernando, 2017)	2
Ilustración 2. Mapa conceptual 2. “Tecnologías de la Industria 4.0. Fuente: (Irvan, 2018).....	2
Ilustración 3. Mapa Conceptual 3.” Industria 4.0 Tecnologías y campos relacionados”. Fuente: (Férrandez & Fraga, 2018).	2
Ilustración 4. Mapa Conceptual 4. “Tecnologías de la Industria 4.0”. Fuente: (HRSC, 2019)	2
Ilustración 5. Mapa conceptual 5. “Industria 4.0”. Fuente: (PD Solutions, 2020)	2
Ilustración 6. Mapa conceptual 6.” Elementos de la Industria 4.0”. Fuente: (Menezes, 2019).....	2
Ilustración 7. “La Cadena de Suministro”. Fuente: (Tundidor, y otros, 2018).....	2
Ilustración 8.Relación de logística entre diferentes áreas organizacionales. Elaboración Propia. .	2
Ilustración 9. Etapas de la Cadena de Suministro. Fuente: (ar racking , 2017)	2
Ilustración 10. Cadena de Suministro. Fuente: (Centro Español de Logística, 2017)	2
Ilustración 11. Taxonomía de los Sistemas de Localización Inalámbricos. Fuente: (Khelifi, Bradai, Benslimane, Rawat, & Atri, 2019).....	2
Ilustración 12. Logo Project 44. Fuente: (Project 44, s.f.).....	2
Ilustración 13. Logo Fourkites. Fuente: (Fourkites, s.f.)	2
Ilustración 14. Logo Shippeo. Fuente: (Shippeo, s.f.)	2
Ilustración 15. Logo Zetes. Fuente: (Zetes, s.f.)	2
Ilustración 16. Logo Kosmos GPS. Fuente: (Kosmos GPS, s.f.).....	2
Ilustración 17. Logo Samsara. Fuente: (Samsara, s.f.)	2
Ilustración 18. Logo Teltrac Navman. Fuente: (Teltrac Navman, s.f.).....	2
Ilustración 19. Logo Roambee. Fuente: (Roambee, s.f.)	2
Ilustración 20. Logo EasyTrack. Fuente: (Easy Track, s.f.)	2
Ilustración 21. Logo FleetUp. Fuente: (Fleet Up, s.f.).....	2

CAPÍTULO 1

PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN

1.1 Introducción.

La industria se ha replanteado en múltiples ocasiones, nuevas formas de hacer las cosas derivado de los cambios tecnológicos y también de los hábitos de consumo de los diferentes sectores industriales. Esto pone de manifiesto el realizar un estudio exploratorio para conocer los sistemas de localización utilizados para diferentes aplicaciones, pero sobre todo para la logística de distribución de mercancías con diferentes propósitos dentro de la Cadena de Suministro.

Los sistemas de localización en el entorno de la Industria 4.0 son la suma de varias herramientas tecnológicas, que brindan la oportunidad de monitorear un proceso de suministro, a través de un sensor GPS que pueda mostrar la ubicación de productos, combinado con un sistema en nube que pueda almacenar información y mostrar en tiempo real el comportamiento de los sensores puestos en diversos medios de transporte o mercancías de la Cadena de Suministro.

Este trabajo representa una aproximación actual de las tecnologías disponibles en cuanto a sensores y plataformas disponibles de rastreo y poder identificar los alcances y beneficios que pueden tener para las empresas en términos logísticos.

El documento se encuentra dividido en cinco capítulos que muestran lo siguiente:

El capítulo 1, se describen los objetivos, propósito, justificación, alcances y limitaciones del proyecto de investigación. En el capítulo 2, hace un análisis del entorno de la Industria 4.0 y sus principales perspectivas futuras de frente a la industria en general. En el capítulo 3, se aborda el término de Logística 4.0, desde su definición y el desarrollo e impacto que tiene en diversas industrias a través de procesos y tecnologías. El capítulo 4, se revisan los sistemas de localización y rastreo, su clasificación, usos y tipos de tecnologías existentes, así como la seguridad de los datos. En el capítulo 5, se muestra un escrutinio sobre las diferentes plataformas disponibles en México, de qué manera funcionan sus ventas y beneficios de estas tecnologías.

Finalmente, este trabajo representa una herramienta importante para conocer acerca de los sistemas de localización, rastreo y permite identificar el potencial de las tecnologías de la mano de plataformas que permiten obtener información estratégica para la toma de decisiones.

Adicional es una fuente de información que puede brindar a los empresarios (gestores organizacionales), el conocimiento de estas tecnologías y poder elegir la más conveniente para su modelo logístico.

1.2 Problema de investigación.

Desde el inicio de la transformación industrial en el siglo XVIII, las Revoluciones Industriales se han caracterizado por la fusión de diferentes tecnologías, las cuales han definido la infraestructura global en el que nos desarrollamos actualmente. Los efectos que se han presentado en cada periodo de la evolución industrial han sido de distintas índoles que abarcan desde aspectos de transformación en producciones industriales, hasta repercusiones sociales y culturales.

Las cuatro revoluciones industriales que se han enfrenado se logran diferenciar entre sí principalmente por las nuevas tecnologías que se han incursionado y que han contribuido significativamente en la evolución de los métodos y herramientas que se utilizan en los distintos rubros industriales y empresariales.

Hoy en día estamos presenciando el auge de la Industria 4.0 que se caracteriza, fundamentalmente, por la fusión de la más alta tecnología y mundo digital con elementos mecánicos (físicos de la industria) y fuerza humana provocando grandes transformaciones en periodos de tiempo muy cortos. Al mencionar de forma más concreta algunos ejemplos de las nuevas tecnologías que se desarrollan en las ciber fábricas de la actualidad podemos nombrar implementaciones como Robots, Simuladores, los Sistemas de Integración, Internet de las Cosas, Ciberseguridad, Cloud Computing, Tecnologías 3D, Realidad Aumentada, Tecnología RFID (Identificación por

Radiofrecuencia) y Big Data, por mencionar algunas que más adelante comentaremos en la investigación.

Las demandas del mundo globalizado en el que nos desarrollamos han provocado que sean esenciales todas y cada una de las tecnologías en áreas productivas de las industrias, con el fin de que, sean digitales, que estén interconectadas en tiempo real para aumentar la eficiencia de los procesos, para mitigar el aumento en el número de clientes que realizan transacciones por internet a un mismo proveedor desde diferentes puntos geográficos.

Las industrias se desarrollan en un entorno de transformación constante, por lo que, deben tener un control integral de todos sus procesos de producción, desde el acceso de provisiones de la empresa hasta que el producto final es entregado al cliente.

Michael Porter en el artículo llamado “¿Cómo transforman la competencia los productos inteligentes y conectados?” Menciona que “los productos inteligentes y conectados permiten a las empresas establecer nuevos tipos de relaciones con los clientes, lo que exige nuevas prácticas de marketing y nuevos conjuntos de destrezas” (Porter & Heppelmann, 2014).

En el caso de la Logística 4.0 algunas de las nuevas prácticas y destrezas que se han aplicado en estos últimos años para coordinar los requerimientos de toda la Cadena de Suministro y el proceso de entrega de producto al cliente o incluso, en algunos casos, gestionar el retorno de productos, están estrechamente relacionados con la geolocalización aplicada en diversas etapas del proceso, como por ejemplo, actividades relacionadas con la gestión de tráfico vehicular, nuevas rutas, entrega y recepción de materia prima, entrega de productos, así como la gestión de las condiciones de producto.

Una de las aplicaciones tecnológicas más funcionales dentro de la logística en los últimos años es la Identificación por Radiofrecuencia que se utiliza para el rastreo de elementos dentro de la Cadena de Suministro y se lleva a cabo por medio de la aplicación en sensores de geolocalización.

Es sustancial conocer el alcance de los Sensores Inteligentes de geolocalización que se aplican en el área logística de acuerdo a las nuevas competencias que se presentan en el entorno de la Industria 4.0, así como recopilar información estratégica para evaluar sus posibles aplicaciones en una sola investigación documental para tener información más concreta y compacta sobre los sensores que existen en la actualidad esto surge bajo el argumento de que no hay información concreta y precisa sobre los sensores de geolocalización, por lo que el desconocimiento de estas tecnologías, se considera una de las barreras por las cuales las empresas no adoptan este tipo de nuevas herramientas tecnológicas.

1.3 Justificación.

La presente investigación documental se centrará en estudiar los tipos de sensores de geolocalización que se pueden aplicar en los procesos de la Logística 4.0 y algunas de las ventajas de uso y aplicación en las cadenas de suministro de las industrias.

El desarrollo de este proyecto surge debido a que no se encuentra en el estado del arte información concreta sobre la existencia y aplicación de estas tecnologías, son escasas las fuentes de documentación que recopilan este tipo de datos, es por ello que surge la necesidad de desarrollar esta investigación que se enfoca, principalmente, en realizar una investigación exploratoria sobre los sensores de geolocalización y presentarla de forma más clara y compacta con el objetivo de contribuir en la documentación para coadyuvar en el proceso de toma de decisiones de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), considerando los aspectos más importantes que

conlleva la aplicación de la tecnología de los geolocalizadores. Así mismo, se realizará una comparativa para esclarecer la información sobre las ventajas y bondades que trae consigo la aplicación de los diferentes sensores de geolocalización que existen en la actualidad.

De esta forma se podrá contribuir con información más precisa a los interesados en este tema y en otros relacionados con los sistemas de localización y rastreo, aplicados al ámbito industrial actual, y por lo tanto se mostrarán opciones de herramientas suficientes para tomar mejores decisiones que beneficien a las cadenas de valor de las empresas.

1.4 Objetivo General.

Analizar los alcances y beneficios de los sistemas de localización aplicados en áreas de logística de la Industria 4.0.

1.5 Objetivos Específicos.

- Diseñar una investigación documental que muestre el alcance de los Sensores Inteligentes para sus distintas aplicaciones en la industria.
- Explorar cómo las nuevas tecnologías pueden contribuir a mejorar el desempeño logístico e impactar en la cadena de valor de las empresas.
- Describir las implicaciones y perspectivas de la Logística 4.0 en las empresas.
- Explorar las diferentes opciones de tecnología en materia de sensores con posibilidad de aplicación de Logística 4.0.

1.6 Hipótesis.

La investigación generada sobre los sensores de geolocalización contribuirá a mejorar la toma de decisiones en cuanto la viabilidad de la implementación de estas tecnologías en las PYMES de

México debido a que se expondrá un panorama que considera las implicaciones económicas y tecnológicas que se requieren para su aplicación.

1.7 Preguntas de Investigación.

¿Cuáles son los beneficios de implementar estos dispositivos a la Logística 4.0 de las pequeñas y medianas empresas en México?

¿Cuáles son las implicaciones que conlleva la aplicación de estos sensores dentro de los diferentes niveles operativos de una empresa?

¿Por qué deben adaptarse las empresas a las nuevas demandas tecnológicas de la logística en la Industria 4.0?

1.8 Alcances y Limitaciones

1.8.1 Alcances.

El desarrollo de la presente investigación exploratoria engloba información referente a los sensores de geolocalización que son comercializables en México y de practicidad en cuanto al acceso para las industrias, es decir, las marcas que destacan en el rubro y que son de uso regular en el entorno de la Logística 4.0 hasta septiembre del año 2022.

1.8.2 Limitaciones.

Debido a que el tema de sensores de geolocalización se actualiza constantemente y la información que existe es proporcionada por los creadores de estos, podremos encontrar barreras en cuanto al idioma de la información existente y la confidencialidad de esta.

CAPITULO 2

INDUSTRIA 4.0

2.1 Surgimiento de la Industria 4.0.

A lo largo de la historia de nuestra sociedad se ha logrado presenciar el desenlace tres grandes transformaciones manufactureras en diferentes países que han marcado significativamente la historia económica y social del mundo que han repercutido en diferentes aspectos para el desarrollo humano que existe en la actualidad.

Estos eventos a los que referimos son las revoluciones industriales, hasta hace unos años se mencionaban únicamente tres de estos acontecimientos, sin embargo, en la actualidad ya es una realidad hablar de la Cuarta Revolución Industrial. El surgimiento de esta nueva etapa de la industria contemporánea nace de manera oficial en Alemania en el año 2011 “durante el Salón de la Tecnología Industrial de Hannover Messe, la feria industrial considerada la más importante del mundo. En este mismo escenario, un grupo de expertos presentó un informe detallado en el que ahondó mucho más en esta premisa y en las implicaciones económicas y sociales de a lo que también se le llama la Fábrica Inteligente” (Brau, 2018). Algunos de los economistas más importantes revelan que estamos presenciando el inicio y crecimiento de esta época de grandes cambios y que podría prolongar su crecimiento hasta el 2040.

Las revoluciones industriales se han desarrollado entre el siglo XVIII y XXI, cada una de estas ellas se ha caracterizado por el cambio o transformación en aspectos que están relacionados con los tipos de tecnologías que se han implementado, la forma de trabajo, las herramientas, los combustibles, la economía, la sociedad y la cultura.

2.1.1 Primera Revolución Industrial.

La Primera Revolución Industrial se desarrolla a finales del siglo XVIII en Gran Bretaña y culmina en el siglo XIX, se caracteriza por el cambio de actividad económica por la que se rige la sociedad gracias al surgimiento de diferentes tecnologías, en este caso, la actividad económica principal era la agricultura y evoluciona a la producción de bienes en serie debido a las nuevas maquinarias que surgen en este periodo. Con una economía liderada por la industria se da el surgimiento del Capitalismo y nuevas clases sociales entre otros cambios sociales y culturales.

Las tecnologías sobre las que se desarrolla la industrialización:

1. *Invencción de la máquina de vapor.* Probablemente, este invento fue el más importante de la primera Revolución Industrial ya que con los principios de funcionamiento se pudieron desarrollar otro tipo de invenciones como el ferrocarril y los barcos de vapor. James Watt patentó la máquina de vapor en 1769 gracias a ello las máquinas hilanderas y los telares cambiaron a este tipo de funcionamiento, convirtiéndose la máquina de vapor en el invento icónico que marcó el rumbo de la Primera Revolución Industrial

2. *Uso de combustibles.* El carbón era el principal combustible con el que funcionaban diferentes maquinarias en las fábricas, sin embargo, la sobre explotación de este combustible provocó la deforestación de bosques y tuvieron que cambiar el carbón vegetal a la extracción de carbón mineral.

Entre las consecuencias de las aplicaciones tecnológicas se da el surgimiento de la mecanización del trabajo y surgimiento de las fábricas de transformación; los trabajos artesanales y talleres fueron desplazados por las nuevas fábricas en las que comenzó el aumento de la producción y la multiplicación de estos centros fabriles. Otro de los cambios que se presentan en este periodo es la sustitución de trabajos, aquellos que se llevaban a cabo por medio de la aplicación de fuerza física humana, ahora se pueden realizar con máquinas impulsadas por combustibles y la producción individualizada evoluciona dando paso a la producción en serie.

3. *Nuevos medios de transporte.* Con el surgimiento de las máquinas de vapor y el impulso en el avance de la siderurgia junto con las ventajas geográficas de los países se obtienen beneficios para iniciar la comercialización de diferentes productos y materias primas lo que permite el desarrollo económico y urbano de las ciudades. En 1814 George Stephenson utilizó la máquina de vapor para accionar una locomotora y en 1825 se inauguraba la primera línea de ferrocarril que alcanzaba 19 kilómetros por hora de velocidad, su trayecto abarcaba una ruta de Manchester a Liverpool y podía cargar hasta 30 toneladas. A sí mismo, con la aplicación de este mecanismo se dio paso al surgimiento de barcos con dicho funcionamiento aumentando los medios de transporte para la comercialización.

4. *Surgimiento de ciudades.* Las personas que trabajaban en la agricultura poco a poco fueron migrando a las grandes ciudades con fábricas que crecían constantemente, la población se triplicó

y el entorno también cambio, podían apreciarse ecosistemas con humo, fábricas y contaminación debido a la alta utilización de la quema de carbón y madera.

2.1.2 Segunda Revolución Industrial.

La Segunda Revolución Industrial se desarrolla entre el año 1850 y 1914 y se caracteriza por el empleo de nuevas fuentes de energía como el petróleo y la electricidad, el surgimiento del motor de combustión y el motor eléctrico, el desarrollo de nuevos sectores de producción fomentados por la creación de la cadena de montaje y el auge de la industria química así como la industria alimentaria (alimentos procesados, deshidratados), y la industria siderúrgica (producción de acero en masa) electrosiderurgia (aluminio).

Durante esta etapa se presentan cambios significativos en la forma del desarrollo del trabajo, esto es debido a que la producción tradicional de maquinaria ahora se transforma con el surgimiento de las corrientes del Taylorismo y Fordismo que se enfocan en que los trabajadores se especialicen en realizar tareas concretas y sencillas que permiten multiplicar y acelerar la producción ya que las empresas comienzan a competir entre los sectores.

La industria presenta cambios comenzando con la sustitución del vapor por la electricidad y el petróleo, y en el caso de materiales como el hierro que es sustituido por el acero y el aluminio.

Otro de los elementos que marcan esta etapa es el desarrollo de la ciencia y la investigación que permitieron dar paso al desarrollo de los medios de comunicación como el telégrafo, que más tarde es reemplazado por el radio, y a su vez es en este periodo donde se generan avances en los motores de explosión y surge la creación del automóvil desarrollado por Henry Ford.

La segunda industrialización impacto en diferentes sectores, desde la mecánica, la medicina, medios de comunicación y de transporte hasta desarrollo de productos de uso doméstico.

Las consecuencias generadas en el desarrollo de esta etapa se ven reflejadas principalmente con el surgimiento de nuevos sectores de producción como la industria de la química ligera, que se enfoca en el desarrollo de productos de uso doméstico como farmacéuticos, perfumería y jabones. Otra rama es la química dura, en la que se presenta el desarrollo de refinerías de petróleo y el desarrollo de fibras artificiales como el nylon o el caucho.

Con el uso de la electricidad en la manufactura se da paso a la siderurgia y se desarrolla la electrosiderurgia que da paso al desarrollo de nuevos materiales como el aluminio y el acero de mejor calidad y en grandes cantidades que dan paso al desarrollo de infraestructuras que permiten el crecimiento de sectores como la construcción, transporte, armamentos, blindajes.

Otra de las consecuencias es el surgimiento de la industria alimentaria ya que surge el procesado de alimentos para mayor duración, la lata de conserva, surgimiento de cámaras frigoríficas y de la mano de la producción agraria que es mucho más eficaz por que los alimentos llegan a todas partes y por ende se notan mejoras en las condiciones de salud de la población.

2.1.3 Tercera Revolución Industrial.

La Tercera Revolución Industrial inicia a finales de la década de 1960 e inicios de 1970, conocida como la revolución digital o del ordenador, este movimiento es liderado principalmente por Estados Unidos, Europa y Japón. Durante este periodo algunos de los acontecimientos más importantes que marcaron el rumbo de la industria están relacionados con el uso de energías renovables, la optimización de la producción en masa y el mejoramiento de materiales que dan paso a la mejora de las telecomunicaciones y medios de transporte.

Así mismo en 1973 se desata la llamada “Crisis del petróleo” que obligó a las potencias industriales a impulsar otras estrategias de producción para hacer frente a la desaceleración del crecimiento y el encarecimiento del petróleo, un insumo clave desde la Segunda Revolución Industrial dando paso al inicio de la Tercera Revolución Industrial.

El desarrollo tecnológico de este periodo enfocado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación, impacto en diferentes áreas de la manufactura ya que se rompieron diferentes brechas entre países permitiendo la apertura hacia la globalización, Podemos mencionar como ejemplo las siguientes características:

El crecimiento de la telecomunicación generó relaciones entre personas y empresas desde diferentes lugares del mundo de forma más rápida, aunado a esto con el desarrollo de diferentes medios de transporte se da la unión comercial entre países ya que era más sencillo el intercambio tanto de bienes y servicios.

Con el avance de la tecnología nace el uso de chips y almacenamiento de energía por medio del desarrollo de las baterías recargables estos elementos dan pie a nuevas herramientas para la humanidad como el caso del teléfono móvil y las computadoras portátiles

En el caso de los ordenadores ya existían, pero se lleva a cabo la mejora de los sistemas permitiendo que sean dispositivos mucho más eficientes y que realicen múltiples tareas de forma simultánea, esto contribuyó al desarrollo de más herramientas para la industria global.

Es en este periodo donde surge el uso parcial de las energías renovables, como la energía eólica, solar, hidráulica y atómica. Si bien no son sustitutos completamente de otros combustibles, es en esta época donde se aumenta considerablemente el uso de estas y se planea que en el futuro puedan igualar o incluso sustituir a los medios de energía tradicionales.

De igual forma, una de las invenciones más importantes de este periodo que marcaría el inicio de una nueva etapa es el surgimiento de Internet, que permite el desarrollo de una red global interconectada que además contiene información y documentación al acceso de cualquier persona.

Durante esta etapa se dieron innovaciones en materia de automatización de los procesos productivos tal es el caso de la incorporación de maquinarias de control numérico que sustituyen la supervisión generada por humanos a la posibilidad de reemplazar el control mecánico por los ordenadores con memoria incorporada y que son programados para modificar el tipo de labor que las máquinas deban realizar. Cambios en el centro de maquinado en los cuales las máquinas no se mueven dentro de las líneas de producción, junto con la programación adecuada permiten que cambien las instalaciones para procesar un nuevo producto de forma más rápida y eliminando los espacios de tiempo pasando a ser un sistema de producción flexible.

En cuanto a la sociedad se presentaron cambios en cuanto a la forma de trabajo, ya que aumenta la cantidad de mano de obra calificada, con el avance tecnológico se presentan grandes avances en el ámbito médico y por ello se aumenta la tasa de esperanza de vida de la población

2.1.4 Cuarta Revolución Industrial.

En la actualidad, estamos presenciando el inicio y parte del crecimiento de la Cuarta Revolución Industrial, también llamada Industria 4.0. El surgimiento oficial de esta nueva etapa se da entre el

año 2013 y 2015 en Alemania, los avances tecnológicos que caracterizan esta etapa son la interconectividad y la integración del mundo virtual y el mundo físico.

Klaus Schwab en su libro titulado “La Cuarta Revolución Industrial” menciona que diversos académicos y profesionales consideran que esta evolución sólo es parte de la tercera Revolución Industrial, sin embargo, existen razones específicas e importantes que determinan la puesta en marcha de la Cuarta Revolución Industrial, entre ellas se destaca la evidente diferencia de la velocidad en la que se desarrolla la tecnología, a diferencia de las anteriores, esta etapa crece de forma exponencial. La amplitud y profundidad de esta revolución digital es notoria, ya que por naturaleza repercute y afectará en múltiples sectores, países, la economía, los negocios, la sociedad y las personas (Schwab, 2021).

“El término *Industry 4.0*, acuñado por Alemania y cuya puesta de largo se realiza con la presentación del documento de ‘Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0’, publicado por ACATECH en abril del 2013, responde a la estrategia dual alemana que busca seguir liderando la oferta de equipos y soluciones para la producción industrial y su aplicación en entornos industriales mediante la integración de la cadenas de valor y la digitalización de todo el proceso productivo” (ASPROMEC, 2019).

Una de las tendencias más importantes que trae consigo la Cuarta Revolución Industrial es la automatización total de la manufactura, y aunado a que todas las innovaciones tecnológicas mejoran constantemente a través del poder digital (potencia de cómputo y análisis de datos) es posible la conversión de grandes volúmenes de datos que generan conocimiento para mejorar la toma de decisiones y la ejecución de tareas en entornos cambiantes.

El desarrollo de la Cuarta Revolución Industrial lo podemos ejemplificar en diferentes tecnologías aplicadas, entre las que destacan el Internet de las Cosas (IOT), Big Data, Robótica, Fábricas 4.0 (Smart Industries), Inteligencia Artificial, Vehículos Autónomos, Impresión 3D, Nanotecnología, Biotecnología, Computación Cuántica y Geolocalización, por mencionar algunos ejemplos.

Dentro de las características más importantes de este periodo digital podemos destacar la integración de los objetos, información y personas por medio de la multi- interconectividad entre millones de usuarios globales. A esto vale la pena agregar que debido a las nuevas herramientas tecnológicas y la globalización surgen cambios de paradigmas en cuanto a la forma de trabajo, los

negocios, el consumo, transporte, el entretenimiento e incluso la forma de expresión; es por ello por lo que las empresas de diferentes sectores se encuentran en proceso de reinversión constante que se adapte a un nuevo tipo de consumidor que tiene acceso a múltiples de productos inteligentes.

2.2 Tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial.

Este periodo de evolución en la producción se caracteriza por la aplicación de tecnologías estrechamente relacionadas con el uso de internet, los sistemas interconectados, la Inteligencia Artificial e incluso con el desarrollo de la nanotecnología; con el desarrollo de estos avances se pretende cumplir con la demanda de soluciones que dan soporte al desarrollo de las fábricas inteligentes.

Los avances tecnológicos que se requieren en esta nueva etapa están cambiando la forma de ver la tecnología y el modo en que las personas interactuamos con ella. La industria también está experimentando dichos cambios en estrategias tecnológicas que inclusive pueden ir unidas unas a otras para brindar apoyo en el funcionamiento de estas como en el caso de los sensores de geolocalización, las redes de comunicación, dispositivos, sensores, etc.

Uno de los conceptos de los que se apoya la Industria 4.0 está relacionado con tener una mayor integración entre los procesos y sectores de las fábricas para intercambiar información de manera más rápida y eficiente. De esta manera, la toma de decisiones se vuelve más veloz a fin de aumentar la productividad, disminuir pérdidas, optimizar recursos y llevar la transformación digital dentro de las industrias.

El Boston Consulting Group (BCG) propone una serie de 9 bloques tecnológicos importantes en el futuro de la productividad que se observan la *Ilustración 1* (Rüßmann, y otros, 2016).

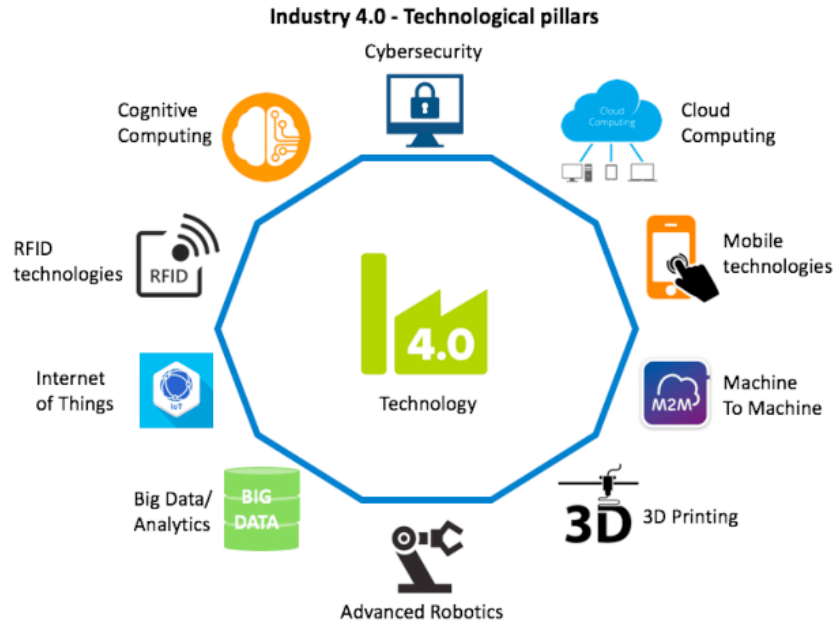


Ilustración 1. Mapa Conceptual 1 "Tecnologías de la Industria 4.0" (Saturno, Vinicius, & Fernando, 2017)

La mayoría de estas tecnologías ya se utilizan en las fábricas de la actualidad, es por ello, que se mencionan a estos 9 pilares que transformarán la producción, debido a que los sistemas aislados existentes se unirán para trabajar de forma conjunta en un sistema integral y automatizado lo que generará índices de eficiencias favorables en las industrias.

A continuación, se exponen diferentes propuestas sobre las tecnologías más importantes que determinan el desarrollo de la Industria 4.0.

En la *ilustración 2* se observa un mapa conceptual que enmarca las tecnologías presentes en la Industria 4.0, en las que se encuentran la Impresión 3D, Big Data, Robótica Avanzada, Sensores Inteligentes, Internet de las Cosas, Detección de Localización, Computación en la Nube y Realidad Aumentada.

INDUSTRY 4.0 FRAMEWORK - THE DIGITAL TECHNOLOGIES



Ilustración 2. Mapa conceptual 2. "Tecnologías de la Industria 4.0. Fuente: (Irvan, 2018)

La *ilustración3*, hace referencia a la integración de las tecnologías presentes en la Industria 4.0 y la integración de estas con otras áreas de aplicación futuras.

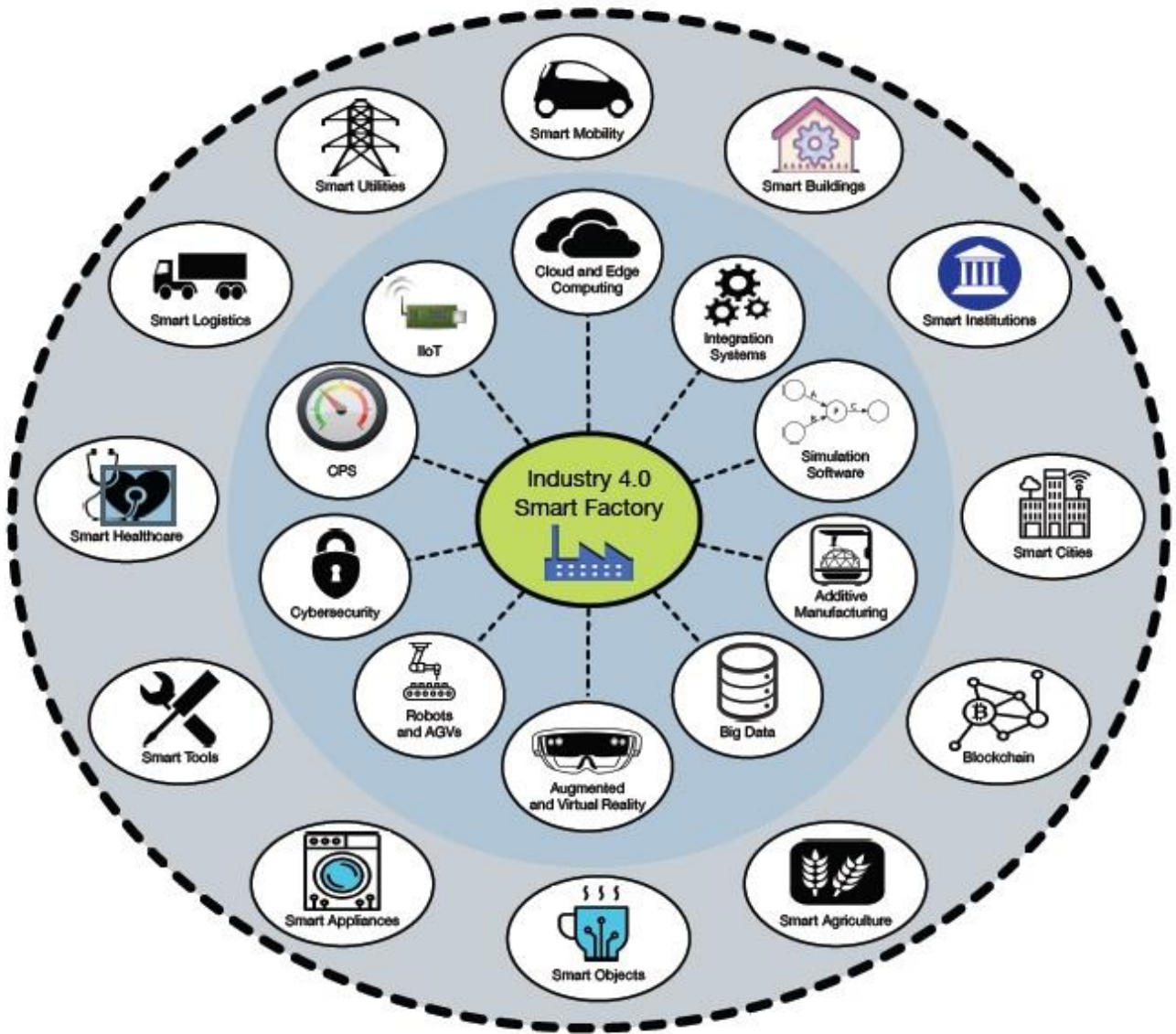


Ilustración 3. Mapa Conceptual 3. "Industria 4.0 Tecnologías y campos relacionados". Fuente: (Férrandez & Fraga, 2018).

En la *ilustración 4* se puede ejemplificar la pila tecnológica de mayor importancia para las industrias que se desarrollan en el marco de la industria 4.0 dentro de las que se pueden enlistar; Big Data, Computación en la Nube, Ciberseguridad, Integración Vertical Horizontal, Robótica, Realidad Aumentada, Manufactura Aditiva, Simulación e Internet de las Cosas.



Ilustración 4. Mapa Conceptual 4. "Tecnologías de la Industria 4.0". Fuente: (HRSC, 2019)

Otra propuesta sobre las tecnologías presentes en la Industria 4.0 se puede enunciar de forma concreta en la *ilustración 5*, en la que se enlistan: Ciber Seguridad, Big Data, Simulación, Integración Vertical y Horizontal, Internet de las Cosas, Realidad Aumentada, la Manufactura Aditiva y la Computación en la Nube.



Ilustración 5. Mapa conceptual 5. "Industria 4.0". Fuente: (PD Solutions, 2020)

La *ilustración 6* hace referencia a la última propuesta analizada para concluir sobre las tecnologías más importantes de la industria 4.0

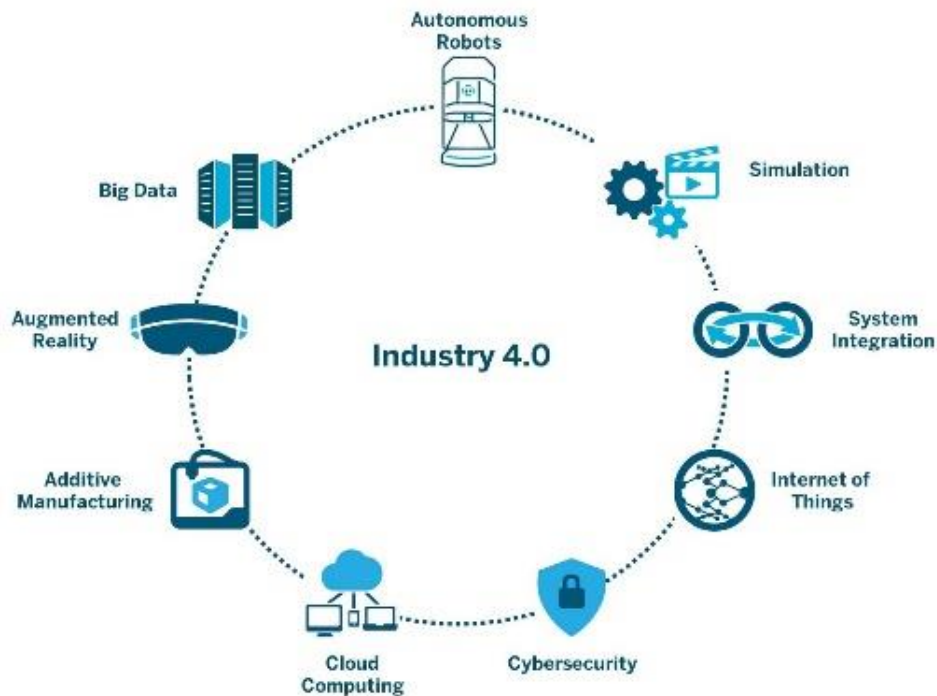


Ilustración 6. Mapa conceptual 6. "Elementos de la Industria 4.0". Fuente: (Menezes, 2019)

Considerando los mapas presentados, se puede observar que los autores coinciden de forma general con los elementos que conforman la pila tecnológica. Por lo anterior, a continuación, se muestra la matriz, donde se observa de forma puntual qué elementos de la pila tecnológica coinciden respecto a las tecnologías presentes en este periodo.

Tecnologías presentes en la Industria 4.0	Mapa Conceptual 1	Mapa Conceptual 2	Mapa Conceptual 3	Mapa Conceptual 4	Mapa Conceptual 5	Mapa Conceptual 6
Año de elaboración	2015	2018	2018	2019	2019	2020
Tecnologías de Identificación por Radio Frecuencia	x	x				
Internet de las cosas	x	x	x	x	x	x
Big Data	x	x	x	x	x	x
Robótica Avanzada	x	x	x	x	x	x
Cognitive computing	x					
Ciber seguridad	x		x	x	x	x
Cloud computing	x	x	x	x	x	x
Mobile Technologies	x					
Machine machine	x					
Impresión 3D	x	x				
Sensores inteligentes		x				
Realidad aumentada		x	x	x	x	x
Sistemas integrados			x	x	x	x
Software de simulación			x	x	x	x
Additive manufacturing			x	x	x	x
CPS (Sistemas CiberFísicos)			x			

Tabla 1. Matriz de identificación de las tecnologías existentes en la Industria 4.0. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información establecida en la Tabla 1, se pudieron analizar los elementos que se consideran parte de la pila tecnológica de la Industria 4.0, concluyendo que los 9 pilares tecnológicos sobre los que se rige el desenlace de la Cuarta Revolución Industrial son los siguientes:

1. Internet de las Cosas.

El término Internet of Things (IoT) fue acuñado en Julio del 2009 por el británico Kevin Ashton en un artículo publicado en el RFID Journal y principalmente introduce el concepto de conectar

todas las cosas que se encuentran a nuestro alrededor para poder monitorearlas en cualquier momento, así como aportar información sobre el entorno que le rodea.

Este concepto también hace referencia a la interconexión de distintos dispositivos u objetos, que normalmente se encuentran equipados con softwares de inteligencia. Dichos dispositivos comparten información e intercambian datos (capital de conocimiento) por medio de la conexión a internet desde distintas partes del mundo. El Internet de las Cosas junto con el Big Data conforma la espina dorsal de la evolución tecnológica de la Industria 4.0.

Hoy en día, la interacción remota entre dispositivos y personas a través de internet en cualquier lugar se presenta gracias a la convergencia de tecnologías e implica el desarrollo de una estructura global para la sociedad de la información que, como consecuencia, habilita diferentes servicios mediante en la interconexión de entes físicos y virtuales basados en TICs interoperables, existentes y en desarrollo.

En el contexto de las ciber fábricas el IOT permite que los dispositivos inteligentes se conecten entre ellos y con otros sistemas de control, dando origen al concepto de M2M (Machine to Machine o Comunicaciones de Máquina a Máquina).

Puede verse como una evolución de internet, ya que involucra una interconectividad mucho más extensa, mejor percepción de la información y servicios inteligentes más completos.

La arquitectura IOT se puede dividir en 5 capas:

1. Recolección (ingesta de datos).
2. Transmisión de datos.
3. Almacenamiento de datos.
4. Analítica de datos.
5. Visualización de resultados.

2. Big Data.

Se denomina Big Data a cantidades masivas de datos que se generan con el tiempo, su análisis es complejo y no se puede manejar utilizando herramientas comunes de gestión de bases de datos y

analíticas, sin embargo, al obtener resultados de análisis se puede extraer información de calidad que resulta sumamente importante en la toma de decisiones estratégicas de diferentes organizaciones.

El Big Data también puede ser una combinación o combinaciones de conjuntos de datos, es por ello por lo que resulta conveniente utilizar softwares especializados para poder efectuar la captura, gestión, procesamiento y análisis de dicha información ya que la velocidad de crecimiento y la variabilidad resulta compleja.

Esta tecnología se puede definir como el resultado de un conjunto de herramientas, procesos y procedimientos que permiten a una organización, crear, manipular y administrar grandes conjuntos de datos e instalaciones de almacenamiento.

El Big Data provoca que las soluciones sean asequibles y contribuyan a la solución de los negocios por medio del mejoramiento de toma de decisiones ya que toda esta información contribuye a que las empresas tengan conocimiento sobre las tendencias del mercado y saber si sus productos y servicios cumplen con las necesidades de sus clientes o están presentando inconvenientes para que de esta manera puedan innovar en sus productos o ajustarlos reduciendo el riesgo de errores estratégicos y operacionales.

Los datos de los que se alimenta el Big Data crecen de forma exponencial, aumentando la información que las organizaciones y empresas pueden utilizar, estos datos proceden de diversas fuentes que utilizamos día con día desde los videojuegos, teléfonos inteligentes hasta otras fuentes de operaciones como los bancos, almacenes, sensores, telecomunicaciones, entre otros. Estos datos pueden ser del tipo estructurados, no estructurados semiestructurados.

Los datos del tipo estructurados son aquellos con formato o esquema fijo bien definido, fundamentalmente se refiere a los datos que se encuentran en las hojas de las bases de datos, hojas de cálculo y archivos.

Los datos no estructurados son datos sin predefinir que se almacenan como objetos y documentos y que se tiene muy poco control sobre ellos. Algunos ejemplos comunes de datos sin campos fijos: formatos de texto libre, video, audio, imágenes, mensajería instantánea, fotografías digitales y archivos de texto como Power Point, PDF, etc.

Los datos semiestructurados son aquellos que tienen características de los datos estructurados y no estructurados y pueden tener alguna estructura o marcador que se puede utilizar para el análisis. Como ejemplo podemos mencionar las etiquetas XML de páginas Web y software de tratamiento de datos.

Uno de los factores por los que la utilización del Big Data resulta eficaz es el hecho de que proporciona puntos de referencia para tomar decisiones estratégicas mucho mejor fundamentadas por medio de los modelos predictivos que permiten la integración de la cadena de valor. A la vez que identifican nuevas oportunidades lo que origina operaciones más eficientes, mayores ganancias y clientes más satisfechos.

3. Robótica Avanzada y Autónoma.

Este concepto es utilizado para hacer referencia al uso de robots con sensores que imitan la inteligencia humana. Este nuevo desarrollo tecnológico se utiliza en diferentes sectores que van desde el desarrollo de energía nuclear, la exploración espacial, atención médica, construcción y la fabricación, entre muchos otros.

Los robots semi avanzados surgen en el siglo XXI y pueden realizar ciertas tareas con cierto nivel de independencia, cosa que no se presenta en las máquinas automáticas, por lo que se les denomina robots semiautónomos. Estas características han ido avanzando a tal grado de ser capaces de reconocer personas, monitorear variables ambientales, realizar tareas de recolectado y empaquetado, soldadura, manipular materiales e incluso inspeccionar tareas de forma simultánea a su realización.

Estas máquinas dotadas de sensores y programación poseen ciertas destrezas que permiten el trabajo en ambientes nocivos que en el pasado eran realizados por operarios humanos. Los avances en este tipo de tecnologías conllevan a que se puedan desarrollar nuevas formas de trabajo salvaguardando el bien del operario provocando cambios importantes en la forma de producción industrial.

Entre 1950 y 1960 se registran las primeras patentes de robots industriales que fueron instalados en las fábricas de General Motors pero se limitaban a definirlos como máquinas de transferencia ya que su labor principal era tomar piezas de máquinas y transferirlas a otras para la parte final del montaje, estos avances son la pauta para el desarrollo de las primeras investigaciones de la

ciencia robótica que dan paso al desarrollo de sensores y avances relacionados con la movilidad, agilidad, equilibrio, etc. Partiendo de la utilización de brazos robóticos en la industria, la evolución de estas herramientas ha llegado al grado de realizar tareas de forma autónoma en distintos sectores (Pelegri, 2019).

Principalmente en el sector industrial estas nuevas herramientas generan beneficios tanto a las condiciones de los trabajadores como a la eficiencia de la productividad, algunas de las características que resaltan del papel de la robótica en la Cuarta Revolución Industrial tienen que ver con la *accesibilidad* ya que hoy en día los operarios pueden programar un robot para que sea multifuncional provocando que los procesos puedan cambiar y por lo tanto crear diferentes productos en una misma línea de producción. Otra de las características es la *Seguridad*, gracias a los avances en el desarrollo de sensores, los operarios pueden trabajar de la mano con los robots en el mismo entorno laboral sin necesidad de medidas de protección extremas; la última característica particular de los robots es la *flexibilidad* ya que este tipo de maquinaria es fácil de almacenar debido a los materiales de los que están constituidas algunas de ellas, además de que no es necesario apartarlas de los procesos para almacenarlas ya que basta con reprogramar algunas de ellas para puedan reasignarse sin necesidad de cambiar el proceso de producción.

En el entorno de la Industria 4.0 la Robótica ha sido una de las ciencias con mayores beneficios para las industrias ya que se requiere de sistemas productivos más flexibles para cumplir con las demandas de mayor personalización que exigen los consumidores actuales, es por ello que en esta nueva etapa el concepto evoluciona a uno nuevo denominado “Robots Autónomos” que engloba principalmente el enlace entre los robots que ya conocíamos junto con el uso de sensores e Inteligencia Artificial generando máquinas inteligentes capaces de realizar operaciones programables con mayor rendimiento y precisión.

El concepto de Robots Autónomos concretamente se refiere a máquinas dotadas de Inteligencia Artificial que tienen la capacidad de ejecutar tareas sin la necesidad de comandos explícitos con cierto nivel de autosuficiencia que permite la colaboración con humanos. Dentro de las características más importantes de este tipo de tecnologías se encuentra que pueden generar información sobre su entorno para poder realizar ciertas actividades, tienen el poder de ejecutar tareas por largos periodos de tiempo sin necesidad de comandos, libertad de movilidad operativa, pueden evitar situaciones de riesgo y ejecutar correcciones, generan aprendizaje basado en

distintos parámetros y pueden coordinar actividades colaborativas con otros robots o máquinas (Mundo PMMI, 2019).

Algunos de los beneficios que trae consigo la automatización por medio del uso de robots se traducen en la realización de tareas repetitivas y con alta precisión provocando mejor gestión de líneas productivas, mayor eficiencia y eficacia, supervisión, menores costos debido a la reducción de tiempos de producción, menor mantenimiento y aumento de la calidad.

4. Ciber Seguridad.

Se denomina “Ciber Seguridad” al conjunto de tecnologías, procesos y prácticas diseñadas para proteger las redes informáticas, los ordenadores, los programas, dispositivos y los datos de los ataques, daños o accesos no autorizados (Garrell & Llorenc, 2019).

En el ambiente de la Industria 4.0 se habla de que el elemento más valioso para las empresas, ahora, es el capital de información o capital de conocimiento. El valor de los datos, es decir, su información.

Con el aumento y desarrollo de la pila tecnológica que ha contribuido a la transformación de la industria, surgen nuevas problemáticas que desde un inicio no fueron contempladas sino que han ido surgiendo con el avance de la digitalización de procesos y a la vez que se integran más dispositivos inteligentes a la cadena de valor y debido al trabajo en conjunto por medio de la conexión a internet; en este nuevo contexto de conectividad surgen estos nuevos riesgos en el que la ciberseguridad juega un papel de suma importancia con el objetivo de proteger toda la estructura telemática de los ataques virtuales en los que no solo suponen la pérdida de información primordial de las empresas sino que inclusive pone en riesgo la integridad física de los trabajadores.

En el entorno de la Industria 4.0 cada vez es más común que las empresas sean blanco de ciberataques debido al valor que representan los datos e información de estas. Dicha información, principalmente, incluye datos de procesos, desarrollo de nuevos productos, uso de tecnología, fórmulas secretas, procesos detallados, planos o información confidencial.

Algunos de los objetivos hacia los que apunta la ciberseguridad consisten en la protección de procesos de producción, instalaciones de las fábricas y la operatividad, proteger la recolección de

datos de valor, así como conservar su confidencialidad a lo largo del proceso de comunicación entre distintos dispositivos de la red de fabricación.

La implementación de estos métodos de seguridad consiste en la prevención de ciber ataques tanto internos como externos, a las redes de fabricación, de forma integrada considerando medidas de protección que abarcan desde el área de gestión hasta el control de accesos y resguardo de la propiedad intelectual. Para garantizar la seguridad de las industrias se han incorporado funciones de accesibilidad y confidencialidad junto con métodos de autenticación y cifrado

Los ciber ataques o ataques informáticos en las industrias pueden ser de distintos niveles de gravedad y causados por distintos factores, por ejemplo, desde un SPAM que puede provocar ciertos tipos de molestias a la organización o un Spyware que puede monitorear distintos aspectos de la información o un Phishing que sustrae la información y puede disponer de ella más adelante para otros ciber ataques especializados y de mayor gravedad. En el caso de Troyanos, virus o gusanos pueden generar apertura puertas para el secuestro o manipulación de datos. Los ciber ataques de mayor gravedad pueden suponer elementos invasivos indetectables que permanecen por mayor tiempo sin que sus movimientos sean visibles y que implican una pérdida total de la información u obtener el control total del sistema.

Otro ejemplo de cómo se pueden generar factores de riesgo para los ciber ataques son aquellos que se presentan de forma accidental por medio de errores humanos, desde conectar dispositivos infectados, responder correos, o no tener precaución en el respaldo de la información.

La implementación de medidas de ciberseguridad ha demostrado grandes avances que contribuyen al progreso de la digitalización industrial porque han permitido el control exhaustivo de los diferentes dispositivos en tiempo real, al mismo tiempo que se van presentando advertencias y alarmas que permiten corregir desviaciones (Garrell & Llorenc, 2019).

Para garantizar la seguridad de los datos se deben considerar aspectos clave como la evaluación las necesidades de cada dispositivo y controlar los tipos de acceso permitidos para el equipamiento, crear aislamientos para los dispositivos autónomos, crear visibilidad de los activos y monitorear su comportamiento dentro de la red corporativa, incorporar funcionalidades de seguridad en dispositivos autónomos que garanticen la comunicación protegida asegurando la confidencialidad

y el control de acceso por medio de la autenticación y cifrado así como mantener actualizados las medidas de seguridad y software dadas por el fabricante.

5. Cloud Computing.

El Cloud Computing, o Computación en la Nube, es una de las tecnologías que forman parte de la Cuarta Revolución Industrial, dicha herramienta tecnológica consiste en almacenar archivos, software e información en la red de manera que tanto la entidad como los usuarios puedan tener acceso desde cualquier lugar, sin necesidad de disponer de infraestructura compleja.

La nube (Cloud) se define como un entorno de red en el cual se almacenan, agrupan y comparten recursos por medio de servidores. Se trata de un sistema compartido al que tienen acceso diversos usuarios de diferentes partes del mundo vía internet.

El Cloud Computing, por su parte, es la acción a través de la cual se ejecutan las aplicaciones que permiten a otras computadoras acceder a la red (habitualmente alojada en internet) para extraer, ejecutar o compartir información.

A través del Cloud Computing, las empresas obtienen un notable ahorro de recursos. Al almacenar los datos y ejecutar las aplicaciones desde la nube, las empresas pueden reducir su inversión en hardware e infraestructura ya que no se requiere de instalar los programas o aplicaciones en los ordenadores para poder ejecutarlos, bastará con la conexión a la red para hacer uso de ellos ya que toda la información generada en distintas computadoras o dispositivos queda almacenada para acceder a ella de forma remota (Garrell & Llorenc, 2019).

Para utilizar un servicio en Cloud Computing sólo basta con conectarse a un servidor, introducir usuario y contraseña y personalizar el entorno de trabajo.

El servicio de Cloud Computing puede ofrecerse a través de tres modelos:

- a. **PaaS (Platform as a Service):** *Plataforma como servicio* este modelo de servicio hace referencia a que los programadores desarrollan y crean herramientas como softwares, programas o aplicaciones que los usuarios pueden utilizar y programar de acuerdo con sus necesidades, por el tiempo que lo requieran y sin la complejidad de crear dichos programas de forma interna y sin los gastos de infraestructura.

- b. SaaS (Software as a Service):** *Software como servicio* Consiste en aplicaciones dentro del **PaaS** en las que el usuario puede hacer uso de ellas, pero no las puede reprogramar, están cargadas con software predeterminado, un ejemplo de este tipo de herramientas es Office 365.
- c. IaaS (Infrastructure as a Service):** *Infraestructura como servicio* se refiere a que las empresas tienen la posibilidad de contratar el hardware que permite elegir la capacidad de proceso, el almacenamiento y la memoria a utilizar. Entre las ventajas de este tipo de servicios destacan la flexibilidad de la infraestructura de tecnología, el acceso a la información en tiempo real, la reducción del mantenimiento y costos.

6. Realidad Aumentada.

La Realidad Aumentada es una herramienta a través de la cual se puede crear una experiencia gráfica e interactiva en una dimensión adicional al mundo real constituida de elementos de texto, imágenes y sonido generados por un ordenador.

Este concepto también hace referencia a un sistema informático que genera una representación del mundo real y sumerge al usuario en un mundo virtual artificial en el que puede interactuar, pero este es generado por computadoras, en él se pueden construir simulaciones exactas de procesos, diseñar productos o prototipos de plantas productivas para analizar su funcionamiento. Reduciendo la probabilidad de errores y riesgos debido al desempeño previo a la ejecución real.

En el entorno de la Industria 4.0 esta herramienta se puede utilizar en diferentes campos de aplicación, por ejemplo, contribuye a maximizar y optimizar el proceso de aprendizaje y los conocimientos para los usuarios ya que es posible experimentar situaciones reales, facilitando el proceso de capacitación de tareas en entornos peligrosos, pero sin la exposición al riesgo real que conlleva y reduciendo significativamente los costos.

La Realidad Aumentada contribuye también en los procesos de fabricación, esto es por medio de las simulaciones en las que se puede analizar el diseño de ciertos prototipos de productos o incluso de plantas de fabricación completas debido a que se pueden identificar errores antes del desarrollo real de los productos, optimizando los recursos (tiempo y dinero) que conllevaría la fabricación de varios prototipos hasta llegar al resultado final (García, 2019).

Otro de los ejemplos aplicables de la Realidad Aumentada en la Industria 4.0 es como herramienta para visualizar el montaje de maquinarias, diseño de espacios productivos, manos libres en operarios, lenguaje de visualización, proyección de rutas, dimensionar espacios, mantenimiento industrial, control de operaciones, prevención de riesgos y capacitación.

7. Sistemas Integrados. Horizontal – Vertical.

En el entorno de la Industria 4.0 es importante que las células de trabajo que integran las industrias estén estrechamente comunicadas y tengan a su alcance la información para garantizar la optimización de los procesos de la cadena de valor a través del intercambio de datos e información. Sin embargo, la mayoría de las empresas aún no están completamente involucradas en la integración de sus procesos. Desde la tercera Revolución Industrial ya se mencionaba el uso de sistemas integrales de gestión (ERP), sin embargo, es insuficiente la cantidad de centros corporativos que han adoptado estas herramientas.

La importancia de la integración de sistemas radica en el hecho de que para optimizar completamente la cadena de valor, cada parte del sistema debe trabajar de forma conjunta con cada una de las áreas y demás departamentos que están involucrados en el ciclo de vida del producto para que se pueda compartir la información y datos necesarios de forma rápida para alcanzar mejores resultados, optimizar el proceso de toma de decisiones, disminuir costos, reducir pérdidas y mejorar los procesos de gestión.

El proceso de integración se divide en integración horizontal, que se refiere a toda la cadena productiva y proceso de fabricación; y la integración vertical que se refiere a los sistemas tecnológicos que se encuentran en distintos niveles jerárquicos.

La integración horizontal es un concepto que hace referencia a la conexión y flujo de información entre sectores y sistemas tecnológicos que forman parte de las etapas o procesos de la Cadena de Suministro como las áreas enfocadas en el intercambio de materiales e información, dicha conexión contribuye a la centralización de la información de la cadena de valor permitiendo el crecimiento óptimo de los niveles de automatización y flexibilidad dentro de la organización. Esto se refiere a que el flujo de información o interconexión se presenta entre dispositivos, maquinarias, procesos, proveedores, etc. garantizando el correcto funcionamiento de la Cadena de Suministro.

A diferencia de la integración horizontal, la integración vertical está relacionada con la interconexión en diferentes niveles jerárquicos dentro de la organización, la información de cada área puede ser de utilidad para varios procesos, por ejemplo, los dispositivos dedicados a la recolección de datos pueden enviar dicha información al nivel de control que posteriormente se conectará con la zona operacional y finalmente con el área de gestión, dicho proceso contribuye a la optimización del proceso de toma de decisiones y elevando el nivel de productividad. En otras palabras, esta conexión da origen a un flujo libre de la información entre áreas específicas situadas en diferentes niveles dentro de la organización englobando la información dada por sensores y actuadores hasta información de la planificación general de la producción (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2015).

La integración de sistemas dentro de las organizaciones trae consigo una larga lista de beneficios que incluyen menores costos de producción, flexibilidad para personalización de productos, mejoras en la toma de decisiones, optimización en los procesos automatizados, mejorar los estándares de calidad además de que la implementación de esta tecnología representa una ventaja competitiva para las empresas.

8. Software de Simulación.

La simulación es un concepto tecnológico que hace referencia a la imitación de distintos procedimientos de la vida real a través de programas informáticos; con estas imitaciones, en la industria, se pueden estudiar sistemas, procesos o prototipos en ambientes controlados y repetibles con ayuda de distintos dispositivos y programas especializados; esto permite que las organizaciones tengan oportunidad de analizar la ejecución de sus procesos antes de implementarlos.

En el contexto manufacturero la aplicación de tecnologías de simulación está presente en los procesos de diseño, fabricación y verificación del producto, así como en el desarrollo de modelos de planificación que contribuyen al proceso de toma de decisiones.

Uno de los conceptos que engloba la simulación es “Digital Twin” (Gemelo Digital) y se refiere a la simulación virtual de una contraparte digital de un objeto o proceso. El gemelo utiliza datos del mundo real para generar las simulaciones y predecir su funcionamiento, de esta forma, las organizaciones pueden estipular mejores planes de mantenimiento y optimizar el rendimiento de

productos y sistemas industriales, garantizando que las futuras configuraciones de las maquinas sean óptimas para llevar a cabo el proceso de fabricación incluso antes de comenzar a producir el producto.

El concepto “Digital Twin” se puede desarrollar en diferentes etapas del proceso de producción. La simulación comienza a utilizarse desde la fase del desarrollo del producto en la que la información y los datos generados contribuyen a la configuración del resto proceso productivo. Al comparar la información obtenida en la simulación con los datos de la realidad se pueden predecir acciones que garanticen optimización de la producción.

La implementación de los gemelos digitales de las máquinas contribuye a garantizar la calidad y eficiencia de un sistema de producción ya que los procesos son probados virtualmente antes de su ejecución real permitiendo la anticipación a los problemas. Otro ejemplo de aplicación de la simulación dentro de la manufactura es como programas de entrenamiento o capacitación de los trabajadores, ellos pueden analizar diferentes situaciones de riesgo sin necesidad de exponerse realmente a un entorno peligroso.

La aplicación de modelos de simulación de Gemelos Digitales es primordial para garantizar la manufactura autónoma y es la base de los sistemas Cíber –físicos. En la actualidad, se considera que la implementación de procesos de simulación garantiza el éxito de los procesos ya que se pueden configurar de diferentes formas las líneas de producción antes de aplicar dichos cambios en la realidad (SciTechSociety , 2021).

9. Manufactura Aditiva.

La Fabricación Aditiva, también conocida como fabricación por adición es un concepto relacionado con la producción de componentes previamente diseñados en programas CAD que constan de la adición del material capa a capa hasta construir el producto final, en lugar de utilizar moldes. Una de las ventajas más importantes de este tipo de herramientas es que se pueden crear diferentes modelos con estructuras complejas que se ajusten a las necesidades de cada sector con mejores materiales.

Este concepto está estrechamente relacionado con la tecnología comúnmente conocida como impresión 3D pues es una de las herramientas de fabricación por adición más utilizadas y

conocidas, sin embargo, estos conceptos son independientes uno de otro, la impresión 3D pasa a ser parte de los tipos de fabricación por adición.

El proceso de Fabricación Aditiva comienza con el diseño o boceto del producto final en un sistema de diseño asistido por computadora (CAD) para que posteriormente será procesado por el equipo de fabricación agregando capas de material, dicho material puede abarcar metales, resinas, plásticos, fibra de carbono, entre otros y de esta forma se irá construyendo capa a capa hasta completar el producto final.

Algunas de las ventajas de la Manufactura Aditiva están relacionadas con la flexibilidad de la producción y la hiper personalización porque permiten diseños sin límites estructurales que se ajusten estrictamente a características solicitadas y con materiales como polímeros y aleaciones, permitiendo la fabricación de todo tipo de objetos personalizados sin la necesidad de moldes de fabricación. Con este tipo de avances en la producción y diseño se pueden llegar a observar distintas aplicaciones en sectores industriales como el automotriz, textil, joyero, electrónico e incluso en otras áreas como la medicina ya que con este tipo de prototipado incluso se podrían llegar a desarrollar distintos tipos de implantes basados en las necesidades específicas de cada paciente.

Entre otras ventajas, con este proceso de fabricación se reduce el tiempo de fabricación, ya que no es necesario elaborar un molde y probarlo para llevar a cabo la producción, otra ventaja se ve reflejada en los costos de materias primas ya que únicamente se utiliza el material necesario en cada pieza reduciendo así los residuos que pudieran generarse en dicho proceso generando un ritmo de producción más rápido y económico que puede ajustarse a menores lotes de producción sin afectar los costos finales.

Con la implementación de la Manufactura Aditiva también se observarán beneficios en el área de logística de las organizaciones ya que los productos se podrán fabricar en el momento que se requieran con las cantidades de material necesarias por lo que no se generarán costos elevados de almacenaje de materia prima o de producto terminado.

En los últimos años las tecnologías presentes en la Fabricación Aditiva se han ido expandiendo de forma rápida, algunas empresas incluso ya han ido desarrollando proyectos para la construcción de casas hasta alimentos.

Este tipo de tecnología es considerado como uno de los pilares más importantes y prometedores de la Industria 4.0 porque representa ventajas significativas en costos y velocidad en las líneas de producción (Schawb, 2021).

En el contexto de Cuarta Revolución Industrial, los pilares mencionados anteriormente son enlistados por la gran mayoría de los autores y se encuentran enlistadas de forma oficial en los 9 pilares tecnológicos de la Industria 4.0, sin embargo existen otras ramas tecnológicas que, si bien no se enlistan en los 9 pilares, también tienen trascendencia y se aplican en las organizaciones actuales y las cuales podemos considerar como “subpilares” que complementan la pila tecnológica de la Industria 4.0; estas herramientas también son significativas para el desarrollo en la industria actual, entre ellas, podemos mencionar 4 principales.

10. Localización por Radiofrecuencia.

Los primeros indicios del desarrollo de tecnología de RIFD (Radio-Frequency Identification) o Identificación por Radiofrecuencia surgen en 1940 por la industria militar en la segunda guerra mundial y consistía en la identificación mediante un transmisor IFF de aviones que permitía distinguir entre naves de aliados o enemigos. Sin embargo, es hasta 1971 cuando es patentado, por Mario Cardullo, el primer transmisor de RIFD como los conocemos hoy en día.

En la actualidad, las organizaciones interconectadas hacen uso de este tipo de tecnología y suponen una de las mejoras competitivas ya que la utilizan como medio de transmisión de información permitiendo el seguimiento de mercancía, conocer diferentes características de esta, mejoras en los tiempos operativos debido al óptimo flujo de trabajo y ofreciendo seguridad en los procesos.

La Identificación por Radiofrecuencia es una de las tecnologías más importantes en el marco industrial actual dado que ha sustituido la identificación generada por otros medios físicos como los códigos de barras y QR, esto es debido a que con esta nueva herramienta es posible la localización de diversos elementos que forman parte de la cadena de valor, desde la gestión de materia prima, la gestión de almacén, el rastreo de vehículos, e incluso la trazabilidad del producto final.

Esta tecnología tiene por objetivo la identificación de etiquetas colocadas en diferentes elementos por medio de ondas de radio. Para llevar a cabo este proceso se hace uso de una etiqueta inteligente RIFD (tag) que permite almacenar y transmitir datos que son procesados a través de un lector y antena RIFD que identificará la etiqueta y de forma remota leerá la información contenida en ella para poderla enviar al sistema central del cliente, este proceso se puede llevar a cabo de forma activa o pasiva, es decir, se puede acceder a la información solo cuando se requiere o estar disponible de forma constante.

Una de las clasificaciones más importantes de los sistemas de RIFD está basada de acuerdo con el modo de alimentación del sistema, enlistando el uso de tags activos y pasivos. En los tags activos, los chips contenidos en este sistema cuentan con una fuente de alimentación propia, con una alimentación externa se puede cumplir con las capacidades de lectura y escritura de forma eficiente ya que pueden enviar datos a mayores distancias y son menos vulnerables a interferencias. En el caso de los tags pasivos, las etiquetas se activan por la radiofrecuencia emitida por el lector que activa el microchip y le suministra la energía necesaria para que responda con la información, las capacidades de lectura y escritura son inferiores a los sistemas activos (Advanced Mobile Group , 2017).

El uso de las herramientas como RIFD ha contribuido en la gestión completa de toda la planta de producción de las organizaciones que han incorporado este tipo de tecnologías, permitiendo optimizar los procesos productivos y, a su vez, generando mejoras significativas en la personalización de productos, la reducción de errores, abaratar costos de fabricación y sobre todo con un ritmo más eficiente. Hoy en día se puede decir que es una de las herramientas cruciales en el camino hacia la automatización de las plantas industriales.

Con la creciente demanda de automatización, este tipo de tecnología ha sido adoptada por múltiples industrias y organizaciones a nivel mundial, es por ello que para la aplicación de las herramientas tecnológicas dadas por el RIFD se debe cumplir adecuadamente con las normas de estandarización estipuladas por los organismos internacionales ya que muchas de ellas se desarrollan en dentro del ecosistema tecnológico de la Industria 4.0 en el que se requiere de la identificación digital de diversos elementos como contenedores, herramientas, productos, maquinaria y equipo en un solo sistema de identificación.

11. Sensores Inteligentes.

Con el crecimiento en la demanda de automatización de las industrias, se ha incrementado significativamente el uso de dispositivos como los Sensores Inteligentes. Estos dispositivos generalmente proporcionan una retroalimentación sobre un proceso físico y se utilizan para medir diferentes fenómenos del entorno. Tienen diversas aplicaciones según sea el caso, por ejemplo, en el uso cotidiano permiten medir diferentes características de actividades deportivas como el ritmo cardíaco de un usuario a través de su teléfono inteligente y en un contexto industrial estos dispositivos pudieran medir la presencia de contaminantes en un ambiente determinado.

Un sensor se puede definir como un dispositivo que puede detectar diferentes magnitudes físicas o químicas y transformarlas en variables eléctricas. Estos elementos funcionan como dispositivos de entrada que al estar en contacto con el mundo físico recolectan información de este y cuando ocurre algún suceso estos envían señal a un controlador. Regularmente los sensores están diseñados con un propósito específico, es decir, se diseñan para medir una sola variable y tienen capacidad limitada de procesamiento.

La inteligencia de los sistemas de sensores prevalece en que el dispositivo es capaz de nutrir de información más precisa a las máquinas pues los sensores les proporcionan la capacidad de observar, detectar, comunicar e interpretar cierta información del entorno físico con mayor fiabilidad dentro de grandes volúmenes de datos y es a través de los microprocesadores integrados a ellos y la comunicación inalámbrica que pueden monitorear y examinar varios sistemas. Así mismo, los sensores se encuentran conectados a otros dispositivos de información pudiendo ser otros sensores, controladores, plataformas de gestión y/o plataformas de análisis, permitiendo que se detecten problemas o errores de forma automática.

Los sensores se pueden clasificar de acuerdo con su funcionamiento como Sensores Activos y Sensores Pasivos. Los Sensores Activos inyectan energía en el entorno para detectar cambios de algún tipo, mientras que los sensores pasivos detectan energía que ya está presente, es decir, generan una señal eléctrica en reacción a un estímulo externo sin necesidad de una fuente de energía externa.

Los Sensores Inteligentes son uno de los elementos más importantes que hacen posible la Industria 4.0. Esto es porque a través de estos dispositivos se logra un intercambio masivo de datos entre

diferentes niveles de las cadenas de valor, y a su vez, permite tener una transparencia en los datos, facilitar el control de diferentes etapas e identificar los datos completos de productos para cumplir con el objetivo de incrementar la eficiencia de las organizaciones. Gracias a estos dispositivos se pueden tomar mejores decisiones, se reducen riesgos de operación, se monitorean operaciones en tiempo real y se potencializan funciones de automatización permitiendo aumentar la productividad de las máquinas y los estándares de calidad (BGH Tec Partner, 2021).

12. Tecnologías Móviles.

En el entorno de la Industria 4.0, basado en el incremento del intercambio masivo de datos y la automatización, la tecnología móvil pasa a ser un complemento crucial de la pila tecnológica por ser uno de los elementos que impulsa el movimiento de Cuarta Revolución Industrial contribuyendo a la creación de “fabricas inteligentes” y agilizando las operaciones de fabricación debido a que permite el acceso a la información y por ende optimiza el trabajo en conjunto entre máquinas y personas a través de las redes inalámbricas.

El concepto de Tecnologías Móviles se refiere principalmente a los dispositivos portátiles e inalámbricos de comunicación bidireccional a través de los que se da el intercambio de datos. Estos dispositivos pueden ser los teléfonos inteligentes, tabletas, computadores portátiles, dispositivos de navegación GPS, entre otros.

Los dispositivos móviles son la clave para el aprovechamiento de los datos recopilados por sensores, máquinas y otros dispositivos de forma constante en las organizaciones. Esto es porque el personal además de poder acceder a la información desde tabletas de servicio puede tomar notas o fotografías de elementos específicos que le permitan tomar mejores decisiones y optimizar tiempos debido a que las tareas relacionadas con el acceso a la información se pueden simplificar y se evitan problemáticas de distancia entre los puntos de información físicos.

A través de estos dispositivos los trabajadores pueden acceder a las otras herramientas de la pila tecnológica de la Industria 4.0, como ejemplo se puede mencionar la Realidad Aumentada, ésta se puede utilizar para visualizar problemas, piezas, funcionamiento de maquinaria e incluso líneas de fabricación. Otro ejemplo es el caso de los auditores; a lo largo de su recorrido por la planta pueden acceder a todos los datos que se requieran y obtener información instantánea sobre áreas u operaciones que estén auditando. Junto con la computación en la nube y las integraciones de datos,

la tecnología móvil brinda la versatilidad necesaria para ser eficiente en todas las operaciones de la fábrica (Garrell & Llorenc, 2019).

La movilidad en los procesos de fabricación representa mejoras en cada uno de niveles de las organizaciones, desde que ingresa la materia prima hasta la entrega del producto final al cliente.

Algunos beneficios que representa el uso de tecnologías móviles están relacionados con:

- a. La portabilidad; por medio de dispositivos móviles como teléfonos inteligentes o tabletas se puede acceder de forma rápida a las bases de datos o información crítica según se requiera, sin necesidad de regresar a un punto físico a consultar información, revisar alguna lista o completar pedidos, incluso el usuario puede enviar alertas sobre algún problema, realizar controles de calidad y actualizar constantemente el estado de trabajo de alguna máquina, pieza o pedido.
- b. Problemáticas y soluciones en tiempo real: A través de estos dispositivos el personal de diferentes áreas puede comunicarse y evaluar problemas de campo para posteriormente enviar o recibir alertas instantáneas en diferentes problemáticas que contribuyan a reaccionar en el menor tiempo posible y corregir para mejorar los resultados.
- c. Incremento en la productividad laboral: El uso de dispositivos móviles en diferentes procesos productivos ha sido una de las tecnologías mejor aceptadas por el personal, esto se debe a la practicidad de su uso al ser intuitivo y fácil de usar lo que les permite realizar tareas sobre la marcha, así mismo la curva de aprendizaje tradicional se reduce al incorporar sistemas o procesos innovadores debido a que están familiarizados con estos dispositivos que usan en su vida diaria y tienen acceso a la información correcta en el momento correcto.
- d. Monitoreo: Los dispositivos móviles permiten que se lleve a cabo la localización de diferentes elementos del proceso productivo para llevar un control de la logística de las organizaciones, por lo que es posible gestionar tareas para reducir la ineficiencia de tiempos al presentar constantes actualizaciones de forma instantánea, esto permite verificar el estado de pedidos, así como el inventario e ingresar ventas mejorando la eficiencia y relaciones con los clientes.

13. Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial (IA) es un concepto tecnológico que hace referencia a la combinación de algoritmos, integrados a un sistema o máquina, que imitan la inteligencia humana para realizar tareas, mejorarlas constantemente y tomar decisiones basándose en el aprendizaje de la información que recopilan.

El principio fundamental de la IA se basa en comprender, replicar y mejorar constantemente las respuestas a diferentes situaciones reconociendo patrones que le permitan realizar predicciones para llevar a cabo la automatización de tareas complejas.

Las investigaciones para el desarrollo de este tipo de tecnología están enfocadas en crear sistemas o máquinas capaces de realizar tareas de forma racional, es decir, que sean capaces de percibir, razonar y actuar según sea la situación o problemática.

Algunos de los objetivos más importantes de la Inteligencia Artificial tienen que ver con la automatización de actividades relacionadas con la toma de decisiones, la solución de problemas y el auto aprendizaje.

La base científica de la Inteligencia Artificial se basa en 3 fases fundamentales: Recopilación o asimilación de información, análisis de los datos y despliegue de respuestas.

- La recopilación de información se presenta a través de algoritmos diseñados con el objetivo de captar información y re transcribirla a través de diferentes programas, también llamados neuronas artificiales para descifrar imágenes, por ejemplo, y redistribuir dichos datos a algoritmos de aprendizaje.
- Análisis de datos: los datos descifrados por los algoritmos de IA conforman una base de auto aprendizaje en la que se someten a diferentes criterios para obtener distintas respuestas que se adapten a otros retos y así ampliar constantemente la lista de nuevas soluciones. Dichos datos son obtenidos por medio de Big Data y se debe asegurar la fiabilidad y actualización de la información.
- Creación de respuestas: una vez analizados los datos, la IA ofrece una respuesta que se ajuste a las expectativas, también conocido como “reflejo cognitivo” que permite ofrecer

recomendaciones, realizar tareas repetitivas, identificar tendencias de mercado, gestionar recursos, entre otros ejemplos.

En el marco empresarial, la IA es una de las innovaciones más significativas debido a que su aplicación ha representado mejoras en el rendimiento y productividad de las organizaciones mediante la automatización de procesos y tareas que anteriormente requerían del esfuerzo humano, así como su contribución en la personalización de productos que representa incrementos en ventas por medio del análisis de clientes y predicciones de ventas (OCI, s.f.).

Uno de los modelos que contribuye al ordenamiento de los conceptos presentes en la Industria 4.0 es el “Modelo de doble anillo” (Ilustración 7), este gráfico representa las tecnologías y factores estratégicos presentes en el desarrollo de la Cuarta Revolución Industrial.



Ilustración 7. Modelo de Doble Anillo. fuente (Industrial Transformation Mexico, 2021)

Este esquema integra los conceptos existentes en el marco de la Cuarta Revolución Industrial y a diferencia de otros modelos propuestos, en éste se pueden sintetizar de forma concreta los componentes.

El primer nivel del anillo enlista las tecnologías disruptivas más importantes de este periodo (Big Data, Internet de las Cosas, Fabricación Aditiva, entre otras), muchas de estas tecnologías ya estaban presentes o en vías de desarrollo desde la tercera Revolución Industrial, sin embargo, es en este periodo de la Industria 4.0 donde se integran con otras y representan una ventaja significativa en la era digital. El segundo nivel nos da un panorama respecto a los entornos en los que tendrían efecto dichas tecnologías.

2.3 Desarrollo actual y perspectivas futuras.

Desde el año 2011 se ha presenciado el surgimiento de este periodo de disrupción tecnológica y digitalización que, en definitiva, traerá consigo consecuencias en diferentes ámbitos de la humanidad como la economía, la tecnología e incluso causará un alto impacto en la sociedad en la que nos desarrollamos. Se estima que en los próximos años se presentará el auge de la Industria 4.0 que perdurará hasta el año 2040 – 2060.

A diferencia de otros movimientos históricos en los que era necesario vivir directamente los impactos que traería consigo la presencia de algún movimiento histórico, en este periodo se pueden predecir, de cierta forma, algunas consecuencias que presenciara el mundo. Esto es porque a diferencia de los anteriores, en este periodo se tiene acceso a grandes cantidades de datos y existen canales de comunicación globales que permiten que el flujo de la información se lleve a cabo de forma instantánea y usuarios de todo el mundo tengan acceso a ella en cualquier momento.

Uno de los objetivos más importantes al acuñar el término de Industria 4.0 es describir la digitalización de sistemas y procesos industriales por medio de internet, dando origen a la transformación de la producción de bienes y servicios, sin embargo es impensable que solo se observen consecuencias en este único sector puesto que en las últimas décadas se venían desarrollando progresivamente tecnologías multidisciplinarias y que convergen en este periodo dando paso a transformaciones tecnológicas que repercuten de forma directa o indirecta en diferentes actividades de nuestra vida diaria.

La gran mayoría de los efectos que tendrá el desarrollo de la Cuarta Revolución Industrial son de carácter multidisciplinario debido al crecimiento acelerado de las diferentes herramientas tecnológicas que se funden para enriquecerse mutuamente generando grandes avances que pueden repercutir en sectores como la medicina, por ejemplo, en ésta disciplina se prevé que en los próximos años sea posible realizar un trasplante de órganos impresos en 3D, esto se logrará gracias al avance e integración de tecnologías de diferentes disciplinas relacionadas con el desarrollo de nuevos materiales, biotecnología, medicina, nanotecnología, Fabricación Aditiva entre muchas más. Este tipo de innovación es el claro ejemplo de qué participan diferentes sectores para la ejecución de nuevos proyectos que contribuyen a mejorar las actividades humanas.

La escala de crecimiento de este periodo de revolución tecnológica indudablemente provocará un impacto significativo, en este apartado se consideran tres ámbitos en los que se podrán observar dichos efectos como la tecnología, la economía y la sociedad.

a) Tecnología.

La transformación digital que representa el desarrollo de la Industria 4.0 ha dado paso al progreso de avances tecnológicos, así como descubrimientos científicos que se despliegan en diferentes ámbitos y lugares del mundo. Algunas de estas tecnologías ya son aplicadas en sectores actuales, sin embargo, la expectativa apunta a que el mejoramiento y la integración de éstas den origen a otro tipo de herramientas y tecnologías más avanzadas.

Las tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 respecto al mejoramiento de la cadena de valor son capaces de monitorear procesos, crear una simulación de la realidad para luego tomar decisiones propias. Los sistemas ciber físicos y el internet de las cosas brindan soluciones y están transformando el papel de los sistemas industriales actuales pues la realidad es que las máquinas son capaces de recibir y transmitir información y ejecutar acciones.

El economista Klaus Schwab (en el libro la Cuarta Revolución Industrial) enlista algunos de los avances tecnológicos claves estipulados por el Foro Económico Mundial que podemos presenciar en los próximos años, la lista se divide en tres categorías: Impulsores tecnológicos físicos, digitales y biológicos.

Impulsores tecnológicos físicos.

- Vehículos autónomos. Automóviles, drones, camiones, barcos y aviones sin conductor, capaces de tomar mejores decisiones para utilizarse en diferentes aplicaciones como agricultura y reducción de riesgos humanos.
- Impresión 3D. Se planea que este tipo de tecnología mejore significativamente y progrese a tal grado de incrementar sus aplicaciones para la impresión de aerogeneradores hasta implantes médicos.
- Robótica Avanzada. Mejoras en los diseños de robots con acceso a la nube e Inteligencia Artificial para reducir la brecha de interacción hombre- máquina.
- Nuevos materiales. Desarrollo de materiales más ligeros, sólidos, reciclables, y adaptables con Inteligencia Artificial para auto reparación, limpieza y memoria para volver a su forma original e incluso con estructura para almacenar energía.

Impulsores tecnológicos digitales.

- Internet de las cosas. Principal medio de conexión entre elementos físicos y digitales.
- Sensores. Su utilización prolifera a tal grado de ser implantado en hogares, ropa, accesorios, medios de transporte, ciudades, redes de energía, así como en procesos de fabricación.
- Comercio electrónico. El aumento de la utilización de plataformas digitales para llevar a cabo transacciones comerciales hace posible la economía bajo demanda reduciendo costos de transacciones pues reúne la oferta y la demanda en un solo lugar.

Impulsores tecnológicos biológicos.

En los últimos años, debido a los avances en materia de cómputo los científicos ya no trabajan basándose en ensayos de prueba y error, sino que ahora es posible trabajar bajo la evaluación de variaciones genéticas para determinar tratamientos particulares y enfermedades.

- Edición genética. Proporciona la posibilidad de configurar el ADN de una larga lista de organismos.
- Biología sintética. La modificación genética de organismos genera un impacto profundo en materia de medicina, agricultura y biocombustibles. de igual forma, la utilización de máquinas especializadas que arrojarán diagnósticos precisos genera tratamientos personalizados y mucho más eficaces.

- Bio impresión. La fabricación 3d se unirá con la edición genética a fin de producir tejidos vivos para la reparación y regeneración de tejidos, eventualmente se utilizarán para generar órganos de trasplante.

b) Economía.

El avance en el crecimiento de la era de la conectividad digital ha dado origen a una serie de cambios en los procesos operativos de las empresas y por ello se ha generado una serie de impactos relevantes desde el punto de vista macro y microeconómico en la economía mundial.

En la actualidad son notorios los cambios en nuestra forma de vida y se reflejan principalmente en las prácticas de consumo de la población, así como la forma de producir de las empresas, por lo tanto, se obtienen consecuencias que podemos observar a través de la evaluación del comercio, la inflación, el PIB, productividad, empleo, entre muchas variables más.

Este periodo se caracteriza por el avance acelerado de la tecnología, sin embargo, el economista Klaus Schwab describe que los niveles de productividad mundial no han tenido un crecimiento importante desde la época post guerra a la segunda guerra mundial. La productividad se considera uno de los factores más importantes del crecimiento a largo plazo por lo que, si no se incrementa a lo largo de este periodo significa menores beneficios para la sociedad.

La Cuarta Revolución Industrial tiene el potencial de contribuir en el crecimiento económico, sin embargo, es necesario contemplar la incertidumbre de las consecuencias que pueden presentarse en otros aspectos como el empleo y los mercados de trabajo.

La sociedad actual está presentando un dilema o fenómeno de resistencia al cambio de forma inconsciente pues las preocupaciones por la sustitución laboral se hacen presentes e indudablemente la forma de trabajar que conocíamos cambiará drásticamente. Si bien algunas profesiones y puestos de trabajo se encuentran en riesgo debido a que pueden ser automatizados a mediano plazo el enfoque de la sociedad laboral debe redirigirse y adaptarse a los nuevos modelos laborales. Como antecedente, desde un punto de vista optimista, se puede destacar el informe *Future of Jobs 2018* del Foro Económico mundial en el que se estima que para el 2050 la automatización eliminará 75 millones de puestos de trabajo actuales, pero, al mismo tiempo, se habrán creado 133 millones de nuevos empleos, concluyendo así que la creación neta de empleos ascenderá a 50 millones de nuevos puestos de trabajo.

Otro de los factores que repercute en el crecimiento económico es el envejecimiento de la población pues la caída de la tasa de natalidad mundial es una realidad que no solo afecta a Europa, sino que esta tendencia se hará presente en países de todos los continentes. Este factor hará que aumente el porcentaje de población de adultos mayores dependientes y la población en edad laboral decaiga, suponiendo un rezago en el mundo empresarial ya que la población al tener mayor edad es muy probable que se incline hacia la idea íntegra de preservar sus bienes y su patrimonio para poder jubilarse cómodamente en lugar de crear nuevas empresas, esto genera un escenario económico en el que no existirá suficiente población “joven” que tome los riesgos para seguir creando y desarrollando empresas y mucho menos comprando artículos como vehículos, casas, muebles, dispositivos electrónicos, etc. Estos hábitos y pautas pueden cambiar a medida que la sociedad se adapte (Gibaja, 2021).

Por otro lado, en términos monetarios, de acuerdo con el “Informe global de competitividad 2016-2017”, del Foro Económico Mundial, la Manufactura 4.0 agregará 14,200 millones de dólares (mdd) a la economía global en los próximos 15 años.

En los mercados globales modernos, en particular, los mercados financieros, la velocidad de los flujos de capital será igual a la velocidad del flujo de información y superará con creces la velocidad de su comprensión.

“Se estima que el 25% de los niños nacidos hoy en las economías avanzadas lleguen a vivir cien años, será necesario repensar temas como la edad productiva y de jubilación de la población.”

El alto grado de adopción de nuevas tecnologías ha provocado grandes impactos en las cadenas de valor de las empresas y la creación de nuevos modelos de negocio pues las innovaciones tecnológicas representan un factor de crecimiento en la economía global. Aunado a esto, las empresas han cambiado drásticamente la forma de producir y su interacción con el mercado así como también han cambiado los hábitos de los consumidores, es por ello que las organizaciones deben contemplar y mejorar su nivel de competitividad respecto a otras empresas que se desarrollan en esta nueva era por medio de la innovación de sus herramientas y modelos de negocio, pues el buen aprovechamiento de este tipo de transformaciones puede representar un incremento en la generación de capital de las organizaciones.

Otro de los pronósticos sugiere que la competencia entre países se intensificará con el fin de acelerar el desarrollo de industrias basadas en la automatización, la robótica y la intelectualización que produzcan bienes y servicios de gran demanda internacional. Para ganar esta lucha hipercompetitiva, los países no solo deberán tener activos únicos para la producción de nuevos conocimientos y tecnologías, sino que también tienen la posibilidad de transformarlos en productos concretos y ofrecerlos en los mercados mundiales tan pronto como sea posible. Así mismo, una de las causas de la competitividad serán los recursos de inversión limitados, específicamente, aquellos que son base material para la implementación de las últimas tecnologías.

c) Sociedad.

La velocidad de los cambios que se han presentado gracias a la conectividad digital de la Cuarta Revolución Industrial ha dado origen a una serie de consecuencias importantes en la sociedad. A partir del nuevo porvenir tecnológico se presentan dos posturas respecto al futuro de la sociedad en la Industria 4.0. Desde un punto de vista optimista, las innovaciones tecnológicas que se desarrollarán a lo largo de este periodo representarán ventajas importantes en la calidad de vida de las personas ya que se presentan cambios que abarcan desde la forma de trabajo basado en conocimiento hasta la manera de relacionarse, gracias a los avances tecnológicos se reducirán cargas de trabajo, se permite el acceso a más y mejores servicios (streaming, plataformas de servicio, dispositivos más eficientes, etc.), acceso a información, avances médicos, mejores recursos, corrección del impacto ambiental, etc.

Sin embargo, desde una postura un tanto pesimista, el efecto a largo plazo dependerá de que los gobiernos no cambien su postura con respecto a los avances tecnológicos, su principal labor es regular, no deben centrarse en capturar sus propios beneficios ya que pueden conducir a problemáticas, desigualdad e incluso la fragmentación de la sociedad.

El director del foro económico mundial, Klaus Schwab, considera que el reto más importante que se avecina en la sociedad es la adaptación a la nueva modernidad mientras las personas sigan acogiendo valores tradicionales. Las ideologías sumamente arraigadas en las comunidades extremistas pueden generar fracturas sociales e incluso conducir a una desestabilización global debido a que se pueden desatar tensiones con aquellas sociedades de visión secular.

Otro de los desafíos sociales que se presentarán en esta era de digitalización son de carácter ético. Hoy en día tenemos a nuestro alcance múltiples innovaciones en diferentes materias que se pueden llevar a cabo gracias a las nuevas investigaciones y nuevos desarrollos, como el caso de la modificación genética, sin embargo, es mucho más difícil ejecutar este tipo de prácticas debido a las ideologías y que no hay claridad respecto a los límites éticos ni la legislación adecuada para llevarlos a cabo. Se han desarrollado nuevos métodos para monitorear diferentes signos vitales del cuerpo humano que enlazándose con otras herramientas tecnológicas contribuyan a arrojar mejores diagnósticos, sin embargo, este es un tema que aún está en discusión, pues existe dificultad para determinar si se debe o puede compartir información sobre el cuerpo y la salud de las personas, así como los límites a los que puede llegar una intervención médica (Schawb, 2021).

Uno de los paradigmas que aflige a la sociedad es la preocupación ante la posible sustitución de trabajadores manuales por máquinas o robots. Es un hecho que con el desarrollo de nuevas tecnologías se sustituyan ciertos trabajos repetitivos y peligrosos realizados por humanos y pasen a ser realizados por máquinas o robots, esta situación generará cambios en los perfiles laborales de múltiples áreas, no obstante, esto no representará aumento en las tasas de desempleo sino el traslado de mano de obra y nuevos requerimientos laborales dando paso a la evolución de trabajadores manuales por trabajadores del conocimiento. Este es uno de los desafíos más grandes a los que se enfrenta la sociedad, sin embargo, se deben buscar nuevas de empleo que se adapten a la naturaleza cambiante del trabajo.

Otra de las realidades a las que se enfrentará la sociedad de la era digital, está relacionada con cambios en el individuo que podrían llegar incluso a redefinir al ser humano. Esto se debe a que el impacto de la disrupción tecnológica repercute en las actividades que realizamos y de esta forma también repercute en quienes somos. Los efectos de esta nueva era impactarán en aspectos que van desde la longevidad de la vida humana hasta la cognición y capacidades. Las nuevas actividades que realizan los seres humanos impactan en su noción de identidad, el sentido de propiedad, la privacidad, los hábitos, forma de trabajo, ocio, destrezas, nuevas formas de relacionarse y conocer gente, provocando un cambio sistémico radical. También se prevé que, así como se incrementen algunas capacidades humanas existe la posibilidad de que otras de ellas resulten afectadas como es el caso de la capacidad de autorreflexión, empatía y compasión.

Uno de los factores que nos coloca en el umbral del cambio sistémico es la notable presencia de las brechas generacionales, pues en este periodo se encuentran personas nacidas en el mundo digital y personas que no, provocando divisiones y desigualdades que pueden ocasionar división y enfrentamientos de clase.

“El impacto de la Industria 4.0 en la economía y en la sociedad tiene consecuencias ineludibles de gran alcance. Y que los efectos sean positivos o negativos va a depender, en cada país, de cómo asuman el cambio, lo comprendan y lo canalicen las personas afectadas en los ámbitos empresarial, político e intelectual” (Garrell & Llorenc, 2019).

Es muy pronto para poder cuantificar los alcances e implicaciones de la Cuarta Revolución Industrial, sin embargo, se debe hacer conciencia de cómo se abordarán los impactos en los múltiples escenarios ante la transformación de los sistemas de fabricación y la interconectividad global para que de esta forma se pueda evaluar la información generada y se tomen mejores decisiones en diferentes ámbitos que implican a la sociedad.

La Cuarta Revolución Industrial trae consigo oportunidades y al mismo tiempo riesgos significativos. Una de las tareas clave que afronta el mundo a medida que esta revolución se desarrolla es como reunir más y mejores datos sobre los beneficios y retos para lograr la cohesión de la comunidad. Así mismo, debemos enfocarnos en fortalecer diferentes cuestiones para afrontar los desafíos que trae consigo para poder adaptarnos y progresar en nuestro nuevo entorno emergente.

Mediante la cooperación multilateral y la responsabilidad colectiva, el desarrollo de la Industria 4.0, tiene la capacidad de abordar y resolver algunos de los desafíos del mundo actual.

CAPÍTULO 3

LOGÍSTICA 4.0

3.1 Antecedentes.

3.1.1 Breve historia de la logística.

El concepto de logística ha ido evolucionando, de acuerdo con el periodo en el que se desarrolla, pero ha mantenido la misma denominación para funciones diferentes; inicialmente, la primera definición de logística surge de forma oficial en la ingeniería militar y el término fue utilizado para hacer referencia al abastecimiento de provisiones, despliegue de campamentos, la distribución de tropas, así como la gestión de estrategias de guerra y transporte.

Posterior a la segunda guerra mundial el concepto de logística se implanta en el ámbito administrativo-industrial, y con el progreso de tecnología y desarrollo de la sociedad dicho concepto comienza a hacer referencia a lo que conocemos hoy en día y cuya función principal es dar respuesta a todas las operaciones de la cadena de valor de forma integradora.

El proceso de industrialización desarrollado en el siglo XX dio paso a la transformación de los enfoques de la logística debido a que era necesaria la creación de una logística integral para lograr objetivos más eficientes pues la capacidad de producción y venta de las industrias era superior a la distribución, por lo que comenzaron las dificultades en la entrega puntual y eficiente de recursos por medio de la implementación de los primeros centros de distribución y la utilización de medios de transporte.

Con el surgimiento del concepto de “Globalización” en la década de 1980, el enfoque empresarial comienza a enfatizarse en la expansión a otros mercados, provocando cambios en las necesidades logísticas centrándose en la relevancia de los tiempos de entrega y la gestión de materiales, así como el servicio al cliente. Esta serie de elementos generó incrementos en la productividad de las plantas distribuidoras y en la gestión de los servicios de transporte debido a que las operaciones se realizaban a nivel internacional.

Para realizar sus operaciones de forma más eficiente y competitiva, las organizaciones comienzan a mover sus plantas a diversas regiones geográficas para mejorar sus costos productivos, por medio

de la logística dichos desplazamientos pueden rentabilizarse, pero se incrementan las exigencias de la Cadena de Suministro, representando un gran reto en la reducción y cumplimiento de los tiempos de entrega.

En el marco del nacimiento de la Industria 4.0, con el desarrollo de tecnologías de digitalización y nuevos modelos de negocio, se integran diferentes herramientas informáticas y tecnológicas al área logística, generando nuevos sistemas para mejorarla y desarrollando nuevas herramientas pues gran parte del éxito de las empresas recae en el perfeccionamiento de su Cadena de Suministro.

La serie de fenómenos desarrollados en la Cuarta Revolución Industrial da paso al cambio de las condiciones, los procesos e indudablemente las tecnologías que están involucradas en diferentes organizaciones, es por ello por lo que se aborda el cambio en el concepto de logística tradicional hacia una Logística 4.0 e incluso se origina el concepto denominado Cadena de Suministro 4.0 o ecosistema de suministro (Mora, 2011).

La gran diferencia entre la logística tradicional y la Logística 4.0 radica en la integración y aplicación de diferentes tecnologías disruptivas desarrolladas a lo largo de la Industria 4.0, entre las que podemos destacar: Internet de las Cosas, Big Data, Cloud Computing, Software de Simulación, Robótica, Inteligencia Artificial, Localización y rastreo, Blockchain, entre otras.

En resumen, la Logística 4.0 se caracteriza principalmente por la conexión tecnológica y el uso de datos que apuntan al desarrollo de sistemas más autónomos.

Por lo tanto, podemos establecer que el concepto de logística tradicional hace referencia a la planeación, compra y suministro de materiales y componentes en la secuencia de actividades de una empresa, así como el procesamiento y transporte de estos. Mientras que el concepto de Logística 4.0 es, en esencia, el mismo proceso, pero integrando de forma conjunta las nuevas tecnologías ofreciendo beneficios o ventajas en sus servicios a través de la digitalización y automatización de sus procesos.

Así mismo, el desarrollo de la logística industrial puede resumirse de acuerdo con diferentes etapas de su desarrollo.

Logística 1.0

La Logística 1.0 está relacionada con las aplicaciones militares como el despliegue de tropas y gestión de campamentos y se desplazó hasta la integración de la logística al mundo de los negocios, en 1964 surge como “logística empresarial” y únicamente abarcaba actividades de distribución física de mercancías y optimización de las 3P (Place, Period and Pace y Pattern) traducidas como Lugar, Periodo y ritmo y Patrón. La primera P (Place) Lugar: ubicación y destino, consiste en el movimiento de la mercancía entre ubicaciones. La segunda P (Period and Pace) Valor del tiempo, crear valor basándose en la optimización de los tiempos cuyos beneficios se reflejan en la gestión de inventarios y la última P (Pattern).

Sin embargo, este concepto solo se estaba enfocando en la optimización del transporte y el movimiento de mercancías (distribución física), no de personal, dentro de una organización, lo que se mejoró con el mecanizado de las herramientas de transporte.

Logística 2.0.

Se estima que el inicio de la Logística 2.0 se presenta en la década de 1960 a partir del desarrollo de la producción en masa, esta nueva forma de producción requería la automatización del manejo de carga.

A partir de 1980 surge el término “Gestión de la Cadena de Suministro” que abarca acciones relacionadas con la planificación y gestión de logística; dentro de las actividades que destacan se encuentran la adquisición, abastecimiento de bienes, así como la conversión, coordinación y colaboración de socios del canal que son los proveedores y clientes intermediarios.

Es en este periodo donde surge el proceso de coordinación entre diferentes organizaciones de una misma Cadena de Suministro dando como resultado un incremento del compromiso entre organizaciones que fungen como proveedores entre sí generando incrementos en el grado de productividad.

Otra de las características que destacan en este periodo es que se comienza a considerar actividades de almacén y de trayectoria como parte del sistema de suministro de las organizaciones, y se dejan de considerar operaciones excluidas del sistema de gestión. (Ezzat, Kassem, & Abd Elkader, 2019)

Logística 3.0

La Logística 3.0 nace a partir de la tercera Revolución Industrial en la que surge el concepto de Sistemas de Gestión de Logística, esto es debido a que se comienza a notar que otras áreas como Mercadotecnia, Finanzas, el área legal, entre otras, se deben considerar para mantener la coordinación óptima de la organización. A partir de ello el enfoque ya no se centra únicamente en el flujo físico, sino que se consideran flujo de caja, flujo de ideas, flujo de servicio y todo aquello que tenga agregue valor según el cliente.

Logística 4.0

Logística 4.0. El enfoque de la logística que se desarrolla en la Cuarta Revolución Industrial está relacionado con el concepto Cadena de Suministro, incluso se ha llegado a abordar esta etapa bajo el concepto de Cadena de Suministro 4.0 y la logística pasa a ser un área que forma parte de ella.

Algunas de las actividades logísticas más importantes en esta etapa están relacionadas con las actividades de rastreo de activos y el máximo nivel de transparencia de todo el proceso de las partes involucradas, desde la entrega de materia prima hasta el final con la entrega al cliente.

Esta etapa se caracteriza por la utilización constante de Sistemas Ciber Físicos que contribuyen a la toma de decisiones descentralizadas, así mismo, también permiten monitorear diferentes elementos de la vida real y por medio del IoT lograr una comunicación entre objetos y humanos. Con esta integración se puede lograr el objetivo del concepto de “Logística 4.0” o “Logística inteligente”

Se puede concluir que la Logística 4.0 tiene por objetivo integrar los conceptos más importantes de la materia en sí que se han ido desarrollando y evolucionando con el paso del tiempo, junto con los conceptos de la Industria 4.0 como los sistemas ciber físicos para lograr integrarse con el concepto de “Gestión de la cadena de Valor” más que en la gestión de la Cadena de Suministro, es decir, la cadena de valor que se enfoca en identificar las necesidades del cliente final para lograr un diseño de producto enfocado en el usuario final que maximice y sume al valor agregado del producto.

Con el surgimiento de nuevos modelos de negocios en el marco de la Industria 4.0, la Logística 4.0 transformará sus objetivos centrándose en la cadena de valor, así como prevenir la necesidad de los mercados más allá de sólo satisfacer la demanda.

Al final, se puede establecer una definición de la Logística 4.0 como: "Una dirección tecnológica estratégica que integra diferentes tipos de tecnologías para aumentar tanto la eficiencia como la eficacia de la Cadena de Suministro, desplazando el foco de las organizaciones hacia las cadenas de valor, maximizando el valor entregado tanto a los consumidores como a los clientes elevando los niveles de competitividad, esto se logra aumentando los niveles de transparencia y descentralización entre las diferentes partes a través de la digitalización".

3.1.2 Conceptos de logística.

Existe una amplia lista de definiciones del término "logística", sin embargo una de las más importantes es la definición dada por el "Council of Logistic Management" (Consejo de administración Logística), una organización fundada por profesionales en 1962 define "La logística es el proceso de planear, implementar y controlar el flujo y almacenamiento eficiente y a un costo efectivo de las materias primas, inventarios en proceso, de producto terminado e información relacionada desde los puntos de origen hasta los de consumo; con el propósito de satisfacer las necesidades de los cliente".

Para el profesor Ronald H. Ballou (1991), la logística es: "todo movimiento y almacenamiento que facilite el flujo de productos desde el punto de compra de los materiales hasta el punto de consumo, así como los flujos de información que se ponen en marcha, con el fin de dar los niveles adecuados de servicio al consumidor a un costo razonable".

Ferrel, Hirt, Adriaenséns, Flores y Ramos (1991), mencionan que la logística es "una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes".

Para Lamb, Hair y McDaniel (1999) la logística es "el proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo."

A partir de estas definiciones se puede estipular una definición propia sobre logística: como un conjunto que integra actividades de planificación, gestión, flujo, almacenamiento y distribución de bienes e información dentro de una organización.

El concepto de logística es sumamente amplio y su definición o conceptualización dependerá del área en el que se utilice debido a que puede abarcar diferentes funciones según sea, por ejemplo; son muy distintas las actividades de logística del área de producción de una empresa a el área de logística inversa, sin embargo, es necesario tener en cuenta que sustancialmente el objetivo parece ser similar en cualquiera que sea el caso, que es garantizar el aprovisionamiento y suministro continuo de bienes, cumplir con los tiempos acordados y de acuerdo a la forma pactada.

La logística es una de las áreas más importantes de las organizaciones debido a que la ejecución adecuada de diferentes procesos dependerá en gran medida, de un buen funcionamiento de las actividades logísticas como el aprovisionamiento de materia prima, los tiempos de entrega, procesos de venta y transporte. Una buena organización logística asegura la competitividad de las organizaciones por medio de una planificación adecuada que representa beneficios empresariales.

Uno de los objetivos más importantes de la logística moderna es entregar bienes o servicios correctos en el lugar y tiempo acordados y en la condición deseada, mientras se hace la contribución mayor a la compañía, es por ello por lo que se considera que el papel de la logística es clave para la actividad de las empresas actuales pues se ha convertido en una ventaja competitiva en el entorno actual.

3.2 Desarrollo de la Logística 4.0.

En el entorno de la Industria 4.0 nos enfrentamos al creciente aumento del comercio digital, en el que el consumidor está más informado sobre los productos que consume y a la vez que puede obtenerlo de una larga lista de opciones. El acceso a múltiples opciones sobre un solo producto marca cambios significativos en la demanda pues los diseños y tendencias cambian día con día y el reto más importante al que se enfrentan las organizaciones de la actualidad prevalece en satisfacer las necesidades del mercado de una forma prácticamente inmediata.

La digitalización y el comercio electrónico han cambiado significativamente la rutina de compra del consumidor contemporáneo, en el proceso de compras actual, no es necesario acudir a una tienda física a seleccionar productos, sino que comienza desde los teléfonos inteligentes en el que basta con que el cliente busque un producto por internet, seleccione su mejor opción, pague y espere a recibirlo en su domicilio. Este hecho cambia drásticamente el ritmo de producción de las

empresas, obligándolos a adaptar nuevas innovaciones tecnológicas en todas las etapas del ciclo de vida del producto, una de las más importantes, el área logística.

Considerando las nuevas tendencias y prácticas de los consumidores, las empresas deben ser sumamente flexibles ante los continuos cambios en las exigencias de los clientes y llevarlo a cabo sin incrementar su inventario de existencias, sin incrementar mano de obra y sin producir en exceso para poder competir en el entorno de la Industria 4.0.

Una de las áreas con mayor responsabilidad para lograr una organización que presente ventajas competitivas, es el área logística ya que ésta es la responsable de todo el flujo de materiales y de información en el ciclo de vida del producto, así como el movimiento de materiales para suministrar la línea de producción que implica, intercambios entre proveedores, almacén, línea de producción, distribuidores y clientes finales.

Considerando que la Logística 4.0 debe ser capaz de responder a las exigencias del entorno actual, los autores Antoni Garrell y Llorenç Guilera en su obra "La Industria 4.0 en la sociedad digital" mencionan cuatro principales requisitos de lo que llaman una buena logística, entre los que se encuentran:

- **Trazabilidad.** En la actualidad, es primordial que las compañías cuenten con sistemas de trazabilidad que le permitan al cliente tener conocimiento del lugar dónde se encuentre su producto, en el momento que lo requiera, así como saber si ocurren incidencias a lo largo de su trayecto. Esta transparencia es cada vez más exigida por la cadena de distribución y del consumidor, ya que todos los involucrados, tienen mayor control sobre el producto y la evolución del envío. Gracias a la trazabilidad pueden ser mucho más efectivas las diversas actuaciones posventa, como los servicios de mantenimiento, marketing digital de promociones de renovación o ampliación de productos y las encuestas de satisfacción de los usuarios.
- **Flexibilidad.** Los cambios en la demanda y la evolución de los mercados requieren una evolución en las diferentes etapas de producción y la Cadena de Suministro. Las organizaciones deben considerar las estrategias logísticas más adecuadas para cumplir los requerimientos de sus clientes, así como preparar y expedir los pedidos en el momento que sean requeridos manteniendo al margen sus costos de operación.

- **Eficiencia.** En sí, el simple hecho de transportar una mercancía es una actividad que no aporta valor añadido al cliente. Es por ello por lo que la logística debe analizar los flujos internos en el proceso de fabricación y asegurar que existen los mínimos desechos y mermas posibles considerando el análisis de los puntos de entrega, la periodicidad y creando una buena red de distribución de productos. Que satisfaga al cliente y minimice los costos.
- **Sostenibilidad.** Cada vez incrementan las empresas conscientes con la conservación del medio ambiente que ven la necesidad de usar sistemas de transporte sostenibles. En este sentido, la Logística 4.0 está alineada con este concepto y da dato origen a la “logística sostenible” o “logística verde”. Actualmente se desarrollan sistemas de propulsión alternativos y aplicaciones que permiten medir la huella de carbono y contribuyen a optimizar las rutas de transporte.

La logística de una organización o empresa se compone de 5 procesos:

- A. Procesos de almacenamiento.
- B. Procesos de transporte.
- C. Flujos internos.
- D. Manejo de inventarios.
- E. Recolección, administración, almacenamiento y transmisión de datos.

3.2.1 Importancia de la Logística 4.0.

La logística es una de las áreas más importantes de las organizaciones debido a que una adecuada ejecución de estas actividades permite el logro de los objetivos mediante la gestión de la Cadena de Suministro que integrándose con otro tipo de soluciones representan una gran ventaja competitiva en el entorno de la Industria 4.0.

La logística es una de las disciplinas que también evolucionó al ritmo del crecimiento de la Industria 4.0, es importante que las organizaciones que deseen alcanzar un buen nivel de competitividad adapten sus procesos hacia la Logística 4.0 pues esta evolución puede traer consigo diferentes beneficios como:

- Mejor coordinación entre diferentes elementos de la empresa gracias al acceso y recopilación de información en tiempo real.

- Reducción de mermas gracias a la trazabilidad de distintos elementos.
- Reducción de costos, con la implementación de diferentes herramientas y tecnologías se puede tener una estimación predictiva de la demanda, así como de los tiempos de entrega.
- Mayor seguridad en los procesos de almacén y transporte de los productos.
- Satisfacción de los clientes, clave para la imagen de la empresa.
- Mejora de la analítica y del proceso de toma de decisiones gracias a la recopilación continua de datos.
- Incremento de la eficiencia operativa, debido a la automatización de procesos e integración de datos.

Los desafíos a los que se enfrentan las organizaciones que deseen migrar hacia la Logística 4.0 para aumentar su nivel de competitividad y perfilarse como una empresa “inteligente” deben enfocarse en 5 objetivos que permitirán cumplir con dicha expectativa.

1. Reducir el “Lead Time”.

El “Lead Time” es el tiempo transcurrido desde el inicio de un proceso de producción, hasta su finalización, incluyendo, además, los lapsos de entrega.

En toda compañía es importante medir el lead time, ya que esto permite determinar la calidad del servicio y los niveles de productividad, un factor fundamental que contribuye a tener un modelo dirigido a satisfacer las necesidades de los clientes y optimizar las cadenas de suministro.

Ventajas:

- Ventaja competitiva, ya que la organización consigue posicionarse por encima de la competencia en términos de producción, distribución y entrega
- Reduce los inventarios; debido a la alta capacidad de respuesta y gastos asociados al almacenaje.
- Producciones más limitadas que satisfagan lo puntual y necesario, de esta forma, evitaremos la acumulación de stock y gastos de almacenaje.

De esta forma se obtendrá un proceso flexible y se consigue un producto o servicio cada vez más adaptado a las exigencias del cliente sin la necesidad de perder eficiencia en ninguna parte del proceso.

2. Integración a la logística inteligente

Integrar logística inteligente en las organizaciones significa aprovechar todas las posibilidades tecnológicas disponibles, de este modo, se podrán automatizar los procesos, agilizándolos, reduciendo el margen de error, bajando las pérdidas y aumentando las ganancias.

3. Favorecer una omnicanalidad real

La omnicanalidad define los procesos que ejecuta una empresa para adaptar e integrar todos sus canales de comunicación, haciendo más cómodo el acceso de los usuarios a la plataforma de la empresa desde cualquier dispositivo representando ventajas como:

- Ofrece un valor añadido a tus clientes. Facilita el acceso directo entre usuarios y empresa para mejorar y personalizar la atención al cliente, así como simplificar el proceso de compra y solucionar inconvenientes de forma más rápida.
- Potencia la fidelización
- La fidelización como estrategia de mercadotecnia moderna, es lo que les permite a las organizaciones seguir avanzando, con números positivos y mantener buenos márgenes de ganancias. Esta fidelización se puede lograr a partir de la identificación con la marca a partir del grado de calidad en los servicios y productos que ofrece la empresa.
- Incrementa las ventas.
- Las empresas ganan visibilidad de los usuarios que frecuenten plataformas digitales e impulsando las estrategias de mercadotecnia modernas como la publicidad digital, ofertas, promociones, etcétera; generando una mayor cantidad de clientes potenciales y ampliando las opciones de venta.

4. Anticiparse a las necesidades de los clientes

Incorporar la tecnología Big data dentro del área logística y de autotransporte, permite prever las necesidades futuras de los clientes y, en consecuencia, poder anticipar las acciones de abastecimiento ligadas a las previsiones muy confiables de la demanda.

5. Llevar un control sobre la trazabilidad en todo el proceso

La trazabilidad logística es la capacidad de identificar el origen y las diversas etapas por las que pasa un producto a lo largo de todo el proceso de producción y la subsiguiente distribución hasta llegar a manos del consumidor final.

Por ello, es necesario considerar los procedimientos que permiten conocer la ubicación de un producto dentro de la Cadena de Suministro en cualquier momento, así como también el rastreo de su recorrido o saber con anterioridad qué camino o ruta va a seguir.

- Algunas de las ventajas más importantes del proceso de trazabilidad:
- Mejora el control interno de la mercancía.
- Automatiza los datos sobre productos.
- Promueve la disponibilidad de la información.
- Agiliza la velocidad en los datos de transmisión
- Mayor control en las rutas de transporte, optimizando la gestión de stocks, brindando un mejor servicio de cara al cliente.

El control sobre la trazabilidad en todo el proceso es un aspecto indispensable en la Logística 4.0, ya que mejora los procesos, el transporte y el manejo de información acumulada.

Además, mediante la implementación de las nuevas tecnologías posibilita que los registros de productos se ejecuten de una manera fiable y detallada.

La logística ha evolucionado significativamente desde su origen, pues hoy en día nos enfrentamos a un tipo de comercio en el que los clientes pueden realizar compras desde la comodidad de su hogar, por medio de un proceso que pueden realizar a través de un dispositivo móvil y no necesariamente de forma presencial en alguna tienda. Los clientes y sus necesidades también han cambiado en cuanto a sus exigencias y es por ello por lo que las empresas deben estar enfocadas en ofrecer productos de calidad y con valor agregado, pues cada vez se adquieren más productos personalizados, gracias a los avances y tecnologías, la logística puede permitir el cumplimiento en tiempo, en el sitio adecuado y al menor costo para poder llevar a cabo una gestión estratégica de la adquisición, el movimiento, almacenaje y control de activos (Elkader, 2019).

De esta forma, se puede entender el impacto del área logística y su importancia dentro de las organizaciones pues un adecuado tratamiento de estrategias dentro de esta área puede posicionar una organización en el líder mundial de diferentes rubros.

3.3 Tecnologías presentes en la Logística 4.0.

Dados los avances tecnológicos que se han ido desarrollando a lo largo de estos años, hoy en día se cuenta con una amplia lista de soluciones tecnológicas que se adaptan a las necesidades de cada organización.

Aunque la evolución de la tecnología está en constante actualización existen tecnologías que destacan en la logística de la Industria 4.0 en las que podemos enlistar:

1. Básculas de precisión.

Las básculas electrónicas son una herramienta que se ha utilizado desde el siglo XXI, sin embargo, la innovación en este tipo de elementos radica en su integración a un sistema digital, en el que estos dispositivos se pueden integrar a un almacén y gestionar o inventario considerando el peso.

El funcionamiento es simple, las básculas poseen un procesador en el que los valores de los productos previamente medidos o pesados se someten a conversión de unidades.

2. Vehículos de guiado automático.

Los AVG (Automatic Guided Vehicles) son vehículos que se emplean para el transporte de materiales dentro de las fábricas o almacenes. Estos dispositivos son utilizados para apoyar los flujos repetitivos de materiales, así como en cargas que no tienen muchas variaciones.

Este tipo de vehículos posee distintos sistemas de navegación, desde el sistema clásico de filo guía que consiste en el seguimiento, por medio de una antena AVG, de las frecuencias emitidas por hilos conductores en el subsuelo. Existen otros sistemas como el guiado óptico que consiste en el seguimiento de líneas pintadas en el suelo.

3. Identificación por Radio Frecuencia (RIFD)

La identificación por Radio Frecuencia tiene como objetivo transmitir la identidad de un material, persona u objeto cuando se estimula con una onda de frecuencia determinada.

Componentes:

- **Tarjeta/ etiqueta.** *Tag o transponder.* Es la parte que se adhiere al material que se requiere controlar y contiene la identificación y los datos básicos del producto.
- **Lector.** Es el elemento que emite la petición de información a la etiqueta.
- **Antena de lector.** Generalmente está contenida en el propio lector y se ocupa de emitir la onda registradora y recibir la respuesta.
- **Controlador.** *Controller.* Controla los procesos que tienen que ver con la comunicación entre el lector y la tarjeta y el lector y el exterior, entendiéndose por “exterior” todo sistema interno que también esté destinado a gestionar los datos recolectados.
- **Sensor.** Son los componentes necesarios para la salida y entrada de datos del sistema.
- **Sistema software.** Es el programa informático que permite que el sistema RIFD esté conectado con el ERP para captar los datos y crear estadísticas propias.

La RFID se puede combinar junto con otras herramientas dando lugar a funcionalidades como medición de inventario, número de existencias y movimientos de mercancías (fecha de entrega, estado y cantidad, entre otros)

4. **Visión por computadora.**

Se aplica para inventariar las existencias de materiales de suministro o de productos terminados cuando son fácilmente identificables mediante imágenes patrón.

También se puede usar en el departamento de expediciones para comprobar que todos los envases y embalajes cumplen con los marcadores y etiquetas previstas para su distribución.

5. **Drones.** Los drones son pequeños vehículos aéreos no tripulados que permiten realizar actividades como el reconocimiento táctico desde grandes alturas, vigilancia de perímetros, inspecciones visuales entre muchas aplicaciones más. Estos dispositivos pueden o no tener cámaras integradas y se pueden controlar de forma remota desde kilómetros de distancia.

Las aplicaciones más importantes de estos dispositivos en el área logística están relacionadas con la gestión de inventarios y servicios de entrega con los clientes. Debido a

la practicidad de configuración, se pueden agregar elementos como cámaras de visión artificial o lectores de códigos de barras o etiquetas que permitan optimizar la gestión de almacenes en condiciones peligrosas para los humanos, como por ejemplo en almacenes de grandes alturas en las que se requiera de equipo de seguridad extra para evitar riesgos. De esta manera se aporta un valor añadido en la prevención de riesgos e incrementa la eficiencia en el recuento de existencias.

6. **Big data.** Con ayuda de la recolección y análisis de datos que se generan a lo largo de diferentes procesos y operaciones, las empresas tienen a su alcance grandes cantidades de información que se almacena en la nube permitiendo que todas las partes de la organización o del sistema tengan accesos a ella y tener el conocimiento de sus envíos o de procesos que anteriormente debían deducirse basado en parámetros como el tiempo, el recorrido, número de productos, transacciones, etc.
7. **Inteligencia Artificial.** Vinculada al Big Data, esta herramienta tecnológica se encarga de analizar información y datos relevantes que pueden ayudar a la toma de decisiones, por ejemplo, anticipar las necesidades de los clientes para satisfacerlas de forma eficiente. Los algoritmos de la IA poseen la capacidad de extraer, ordenar, procesar y analizar millones de datos en tiempo real para realizar predicciones de todo tipo, obtener una mejor planificación y gestionar los riesgos.
8. **Robótica.** La robótica industrial permite la automatización de las actividades industriales relacionadas con la logística como movimientos dentro del almacén, empaque, clasificación de mercancías, carga y descarga de pallets y envío y entrega de mercancías. A través de esta herramienta se previenen riesgos de accidentes, se reducen los errores y se dinamizan diferentes actividades.
9. **Internet de las cosas.** Por medio de esta herramienta se permite hacer uso de los datos recolectados, se permite el flujo de información de diferentes áreas, así como conocer el estado de mercancía, maquinaria, infraestructura, vehículos, sistemas, etc.
10. **Omnicanalidad.** A través de la interacción de un sistema integrado en un solo canal, se tiene una mejor interacción con el cliente y se da una mejor gestión del sistema pues las acciones provenientes de múltiples dispositivos se centralizan para tener mejor control de ello.

11. Códigos QR. Estos códigos son un tipo de etiqueta que permite contribuir en las actividades de inventario, permitiendo que se realice con mayor rapidez, así como realizar el seguimiento de los productos a lo largo de toda la Cadena de Suministro. La sustitución de los códigos de barras por código QR representa ventajas para las organizaciones en materia de información, ya que permiten mayor almacenamiento de caracteres, incluso 10 veces más que un código de barras, su tamaño permite implantar este tipo de etiquetas en elementos de diferentes tamaños, la resistencia de estos elementos ante situaciones extremas representa información de mayor confiabilidad ya que se reducen las probabilidades de que presente fallas y cause dificultades para su seguimiento o identificación, como última cualidad podemos enlistar la facilidad de lectura pues los códigos se pueden identificar de forma rápida sin necesidad de que tenga una posición exacta respecto al lector.

12. Sistemas de trazabilidad. Un sistema de trazabilidad es el conjunto de herramientas que permiten conocer la ubicación y el histórico de un determinado producto o lote de productos. Este conjunto de procedimientos preestablecidos permite realizar un seguimiento del producto desde su fabricación hasta que llega a manos del cliente final, pasando por todas las fases de transporte logístico intermedias.

Se compone de sistemas de identificación y es a través de éstos que se puede efectuar la identificación de productos, ya sea de forma individual o en conjunto.

13. Blockchain: Esta tecnología ofrece un mecanismo de seguro para el intercambio de información entre los distintos componentes de la cadena productiva y logística, mediante una encriptación de la información y su almacenaje de forma distribuida evitando con ello un único punto de fallo o adulteración fraudulenta de la información.

El concepto implícito en el Blockchain es que cada registro de la base de datos se compone de una serie de bloques, donde una misma transacción se registra y se comparte en múltiples nodos de la red, y donde cada nodo mantiene una copia y todas las copias se actualizan y validan simultáneamente. Para asegurar que las transacciones no puedan ser borradas o alteradas, se utiliza una marca de tiempo que codifica la fecha, hora de creación y modificación de una transacción, así como la información que los une al bloque anterior. Cada uno de los bloques contiene un enlace o hash que es un identificador único y acceso directo al bloque anterior, que se crea cuando los datos reales de la transacción se pasan a

través de una herramienta criptográfica para mantener los datos de la transacción en secreto (Garrell & Llorenc, 2019).

Las tecnologías presentes en los procesos logísticos se deben considerar de forma integral pues la aplicación de estas dependerá de otras herramientas tecnológicas de la Industria 4.0, mencionadas en el capítulo anterior.

3.4 Evolución de los procesos logísticos 4.0.

Las actividades que se llevan a cabo en el proceso logístico empresarial engloban actividades que se clasifican en tres áreas:

1. Proceso de aprovisionamiento. Se refiere a la gestión de materiales entre los puntos de adquisición y las plantas de procesamiento.
2. Proceso de producción. Gestión de las operaciones de fabricación de las diferentes plantas
3. Proceso de distribución. Gestión de materiales entre las plantas de procesamiento y puntos de consumo.

Dentro de estos procesos se realizan actividades logísticas fundamentales y necesarias para cualquier canal logístico y también existen actividades denominadas de apoyo que no siempre son consideradas por la gestión logística de la empresa.

Actividades fundamentales.

- Procesamiento de pedidos. Es la actividad que origina el movimiento de productos y el cumplimiento de los servicios solicitados, y tienen una gran incidencia en el tiempo del ciclo del pedido.
- Gestión de inventarios. Tiene por objetivo proporcionar la requerida disponibilidad de los productos que solicita la demanda.
- Transporte. Esta actividad resulta indispensable en cualquier empresa para poder trasladar los materiales o productos propios, así como los productos finales (distribución)
- Servicio al cliente. Establece el nivel y la calidad de respuesta que deben tener todas las actividades de la cadena logística, así como determinar las necesidades del cliente y determinar los niveles de respuesta.

Actividades de apoyo.

- **Compras.** En esta actividad se determinan las cantidades a adquirir, el momento de efectuar las adquisiciones y la planificación de productos.
- **Embalaje.** Se consideran todos los requisitos de tratamiento, transporte, almacenaje o nivel de protección que se deben dar a los materiales para evitar pérdidas y su deterioro.
- **Almacenaje.** Engloba todas las decisiones relacionadas con la determinación del espacio requerido, diseño y configuración de los almacenes y la disposición de productos en su interior. Esta actividad añade valor tiempo al producto.
- **Gestión de la información.** Engloba actividades de recolección, almacenaje, tratamiento y análisis de datos necesarios para llevar a cabo la planificación y el control, que da soporte al sistema logístico.

Es importante considerar que las actividades de gestión de la logística de una organización abarcan más allá que actividades de gestión de transporte, almacenaje, embalaje y manipulación de materiales para la distribución, sino que también abarcan actividades como el procesamiento de pedidos, gestión de inventarios y algunos elementos de la producción y compras (Sierra, 2005).

Desde el surgimiento de la Logística 1.0 en la década de 1960 se han producido cambios en la forma de organizar las actividades logísticas empresariales y manufactureras y principalmente se debe al cambio en los modelos de negocio y tipos de consumidores.

Hoy en día las empresas buscan maximizar sus beneficios que dependen de la calidad percibida por los clientes y no de los mayores retos a los que se enfrentan las empresas es adaptarse y reinventarse ante los continuos cambios y exigencias de los clientes. Los procesos de logística han evolucionado y es por ello por lo que hoy en día se habla de un concepto integral, denominado “Cadena de Suministro”

La Cadena de Suministro abarca en su totalidad las actividades operacionales de una organización Desde la adquisición de los recursos necesarios para su funcionamiento, hasta la entrega final de los bienes y servicios que produce. Así, abarca todos los procesos de la empresa, tanto los principales como aquellos que se pueden considerar auxiliares.

Al afirmar que la Cadena de Suministro se beneficiará de las tecnologías digitales quiere decir que toda la empresa se verá beneficiada. Y en tanto que la Cadena de Suministro es también el punto de unión de la empresa con su entorno, a través de proveedores, clientes y otras partes interesadas, estas tecnologías beneficiarán también al entorno de la compañía.

Las tecnologías 4.0 generan valor en el conjunto de la Cadena de Suministro (e incluso en el entorno de la empresa) a través de la innovación, focalizando los cambios en las oportunidades de mejora. (Tundidor, y otros, 2018) En cuanto al camino por el que las nuevas tecnologías van a canalizar su impacto positivo en la Cadena de Suministro, se puede sintetizar en la palabra innovación. Entendiendo como innovación la «transformación en valor de una oportunidad de mejora, introduciendo un cambio en un sistema de referencia», es precisamente en las oportunidades de mejora en las cadenas de suministro de las empresas donde más se producirá un impacto beneficioso (véase la *ilustración 7*).

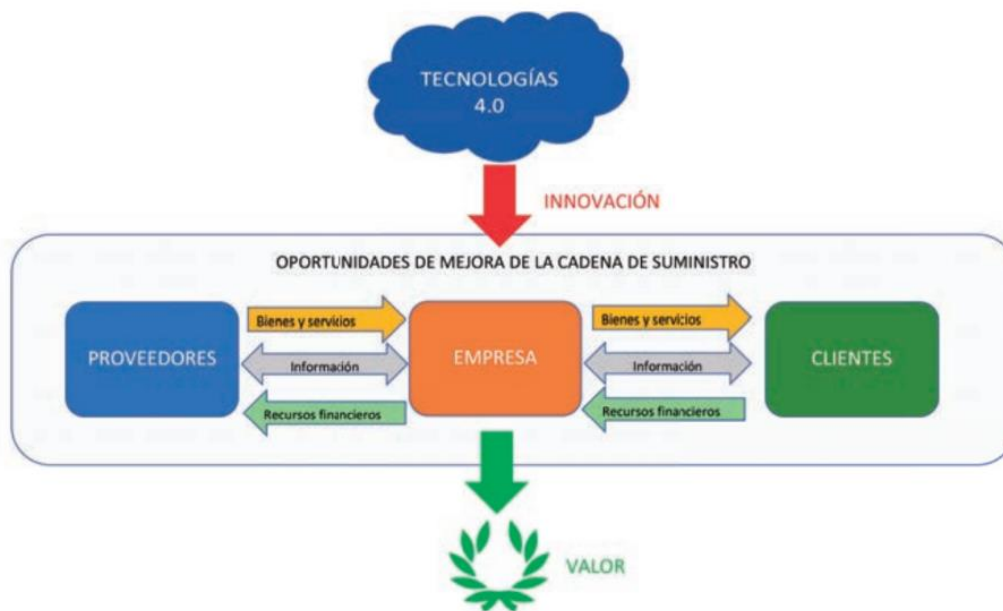


Ilustración 7. “La Cadena de Suministro”. Fuente: (Tundidor, y otros, 2018)

La Cadena de Suministro es el resultado de la incorporación de las tecnologías que componen la Cuarta Revolución Industrial y se caracteriza por el alto nivel de interacción entre aspectos digitales y físicos, permitiendo optimizar el desempeño empresarial a nivel local, regional y global.

En este marco, la gestión de la logística internacional es un factor diferenciador indiscutible para el logro de ventajas competitivas sostenibles entre las empresas y sus respectivos conglomerados globales.

En el siguiente gráfico (*Ilustración 8*) se puede apreciar un panorama de cómo se presenta la interacción de diferentes niveles organizacionales dentro de la Cadena de Suministro.

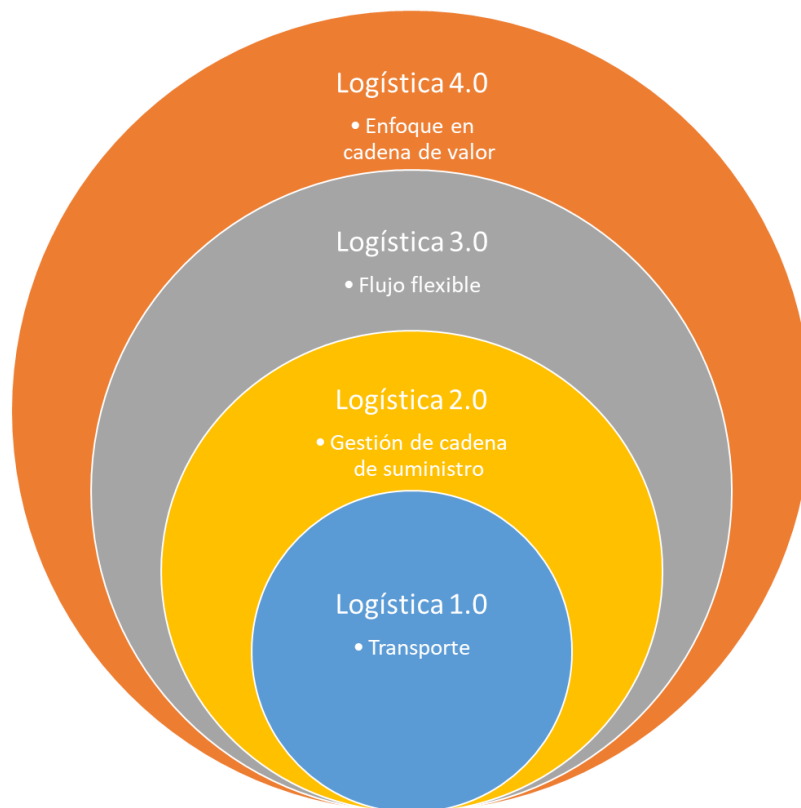


Ilustración 8. Relación de logística entre diferentes áreas organizacionales. Elaboración Propia.

La cadena de valor de un producto comienza con el suministro de la materia prima o insumos necesarios para la producción de este y finaliza hasta que es entregado al cliente final.

3.5 Fases de la Cadena de Suministro.

La fase de planificación es el comienzo de cualquier actividad industrial, este proceso debe elaborarse de forma minuciosa y debe contemplar aspectos como instalaciones y condiciones de

almacenamiento, embalaje, medidas de seguridad, procesos de fabricación, tiempos de entrega, mediciones de calidad, entre muchos elementos más para llevar a cabo de forma óptima los procesos correspondientes.

Posterior a la etapa de planificación se pueden estipular 4 fases importantes de la Cadena de Suministro:

1. Aprovisionamiento:

Es la fase centrada en las actividades necesarias para obtener las materias primas y los subproductos necesarios para la fabricación de los productos que se venderán. En esta etapa de la Cadena de Suministro es importante tener bien planificado y coordinado la disponibilidad de los materiales, la cantidad de estos y el tiempo que requieren.

2. Fabricación/producción:

En esta fase se incluyen todos los procesos relacionados con la creación y elaboración del producto. Es decir, las operaciones necesarias para la transformación de las materias primas en productos y su fabricación en serie. La optimización del proceso industrial juega un papel diferencial en la estandarización de la operativa y, por tanto, en un ciclo más ágil y efectivo.

3. Almacenaje:

Fase central de la Cadena de Suministro, el almacenaje consiste en el manejo temporal de mercancías, manteniéndolas bajo control de calidad y cantidad en un determinado espacio de forma que su flujo de entrada y salida sea rentable para la empresa. En esta fase entran muchos factores que pueden marcar la diferencia entre una gestión eficiente de la Cadena de Suministro y la actividad de una empresa o la mala deriva de un negocio. Los almacenes y/o centros de distribución son el eje de esta etapa.

Una correcta gestión preverá posibles picos de producción o fluctuaciones de la demanda y su influencia en el stock y su gestión. Al mismo tiempo, la gestión de almacenaje tendrá en cuenta los costes de almacenamiento y provisión para evitar el encarecimiento del producto o el servicio final, garantizando una respuesta óptima a distintos niveles de demanda y manteniendo los inventarios en los niveles que exige el negocio. Para ello, será clave la elección del tipo de estantería industrial a instalar en el almacén.

4. Distribución y entrega:

Hablamos de la última etapa de la Cadena de Suministro, en la que el producto llega al cliente final. Abarca desde la salida del almacén o centro de distribución hasta la entrega del producto al cliente final. El objetivo, además de realizar la entrega a destino final, debería ser que el producto llegara al cliente en buen estado y en los plazos estipulados.

Si bien la fase que cierra el ciclo de la Cadena de Suministro o “Supply Chain” es la que corresponde a la distribución y entrega, se podría incluir otra etapa más. Se trata de la etapa de devoluciones, en la que se inicia un proceso inverso en el que el cliente final envía de vuelta el producto a la empresa. El auge que ha experimentado el comercio electrónico en los últimos años ha obligado a las cadenas de suministros a cambiar (Oleskow, 2018).

En la *ilustración 9* se muestra un diagrama correspondiente a las etapas más importantes de la Cadena de Suministro.



Ilustración 9. Etapas de la Cadena de Suministro. Fuente: (ar racking , 2017)

En el siguiente gráfico (*Ilustración 10*) se puede observar las diferentes etapas de las que se integra la Cadena de Suministro. Comenzando desde el aprovisionamiento de materia prima en la que se

involucra a proveedores, así como distintas herramientas de transporte y de gestión, después involucrando actividades internas del proceso de producción y finalmente la etapa de distribución en la que se abastecen diferentes canales para que lleguen los productos al cliente final.

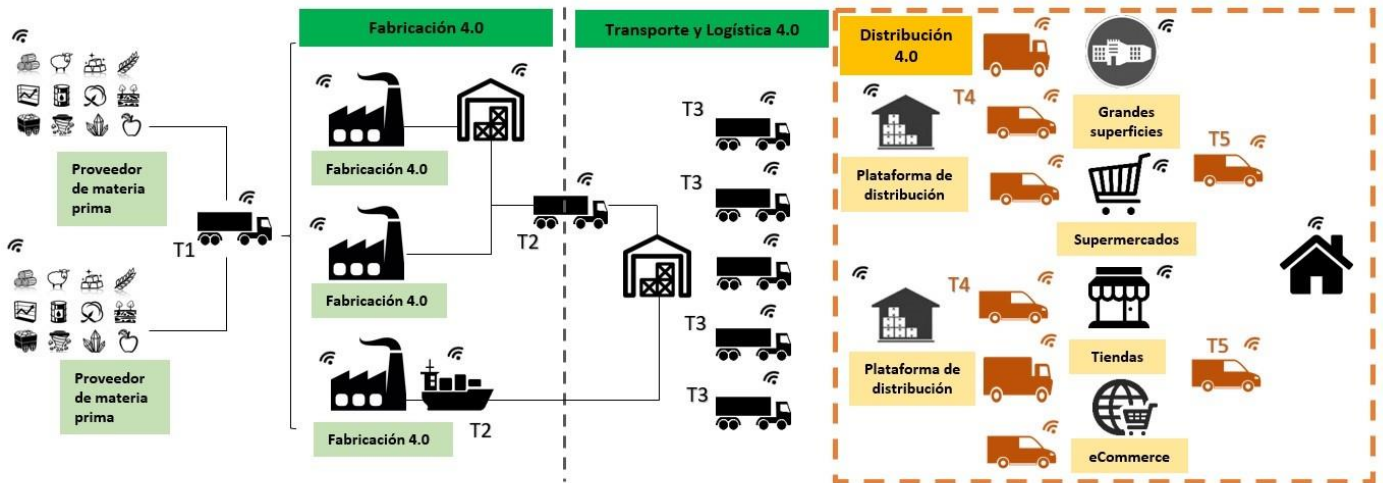


Ilustración 10. Cadena de Suministro. Fuente: (Centro Español de Logística, 2017)

A partir de esto, se puede identificar de forma más concreta la diferencia de las etapas que conforman la cadena de valor de los productos, así como las áreas que se integran en la Cadena de Suministro y en las que hace uso de diferentes herramientas tecnológicas y de información.

Como conclusión podemos determinar que “Logística” y “Cadena de Suministro” son conceptos diferentes, pues en el caso de la logística se refiere a las actividades vinculadas con la gestión de almacenamiento de provisiones, organización de transporte y distribución al cliente final, mientras que el objetivo de la Cadena de Suministro integra diferentes etapas de vida de un producto desde su origen hasta la entrega al cliente, es decir la logística forma parte de las actividades que integran la Cadena de Suministro.

Las empresas gastan mucho tiempo buscando la manera de diferenciar sus productos de los de sus competidores. Cuando la administración reconoce que la logística y la Cadena de Suministros afectan a una parte importante de los costos de una empresa y que el resultado de las decisiones que toma en relación con los procesos de la Cadena de Suministros reditúa en diferentes niveles de servicio al cliente, está en posición de usar esto de manera efectiva para penetrar nuevos mercados, para incrementar la cuota de mercado y para aumentar los beneficios. Es decir, una

buena dirección de la Cadena de Suministros puede no sólo reducir costos, sino también generar ventas (Pérez R. , 2020).

CAPÍTULO 4

SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y RASTREO

4.1 Localización.

En el marco del desarrollo de la Industria 4.0, la localización ha sido una de las herramientas más importantes para el crecimiento y optimización de la movilidad y el transporte de las fábricas inteligentes, así como también la vida cotidiana. Este tipo de soluciones ha pasado a formar parte de las herramientas clave más importantes para las organizaciones 4.0 debido a que la información obtenida de la ubicación de los activos es de gran utilidad y tiene diversas aplicaciones como la gestión de inventarios, la detección de intrusos, seguimiento del tráfico, supervisión de la salud, entre otras aplicaciones más.

El concepto de soluciones de localización ha existido desde el momento en que las personas quisieron rastrear objetos, personas y artículos, y se remonta a los primeros tiempos de la tecnología de radar. Las soluciones de localización empezaron a evolucionar cuando se acuñó el término RTLS (Real-Time Location System o sistema de localización en tiempo real) en 1998 en la feria comercial ID EXPO. Se creó para describir y diferenciar una tecnología emergente que no solo ofrecía las funcionalidades de identificación automática de los identificadores de RFID activa, sino que también añadía la posibilidad de ver la ubicación en la pantalla de un ordenador. Fue en esta feria donde se mostraron los primeros ejemplos de un sistema RTLS basado en la radio comercial. Aunque esta funcionalidad había sido utilizada anteriormente por organismos militares y gubernamentales, la tecnología había sido demasiado cara para fines comerciales. Los primeros RTLS comerciales, que se basaban en identificadores de transmisión, se instalaron en los Estados Unidos a principios de la década de 1990. Desde entonces, se han realizado avances en la localización de hardware y también se han realizado mejoras en la localización de datos y software. Los líderes del sector están ahora desarrollando análisis predictivos y aplicando algoritmos de flujo de trabajo para ayudar a las empresas a mejorar aún más el rendimiento.

En la actualidad se hace uso del concepto de soluciones de localización, principalmente para referirse a las tecnologías que se utilizan para rastrear la localización geográfica de algún activo y

que se combinan con sistemas de localización para recopilar datos que permiten brindar la información necesaria para mejorar la toma de decisiones de las empresas.

La estimación de la localización, en el entorno digital, y haciendo cohesión con otras herramientas como los sensores, permiten que se pueda llevar a cabo el monitoreo de diferentes entornos, objetos e incluso personas.

Los métodos utilizados para determinar de forma inalámbrica la posición suelen basarse en cálculos geométricos como la triangulación y la trilateración. La primera, se realiza mediante la medición de ángulos con respecto a puntos fijos o nodos con posición conocida y la trilateración se lleva a cabo mediante la medición de distancia entre nodos.

Para determinar la distancia entre dos nodos, se pueden emplear varias técnicas como la sincronización, la intensidad de la señal de radio y las características físicas de la onda portadora.

La geolocalización funciona a partir de la identificación de la dirección IP desde la que cada computadora se conecta a internet. La geolocalización hace referencia a la localización del usuario en un punto determinado del mapa, según las coordenadas geográficas y utiliza el valor de la ubicación geográfica (coordenadas) como herramienta clave para obtener información que pueda ser de vital importancia para las compañías (Figeroa, Araiza, & Francisco, 2022).

La tecnología de geolocalización se basa en los sistemas de información geográfica (GIS) para analizar, gestionar y visualizar conocimiento geográfico.

La geolocalización permite tener control de los almacenes, así como identificar envíos al cliente o a los proveedores, conocer en qué punto exacto se encuentran los trabajadores en una situación de emergencia o realizar mapas y esquemas 3D del interior de la planta de fabricación y de las máquinas para llevar a cabo posteriores reorganizaciones del espacio de una manera más efectiva.

El desarrollo de los sistemas de localización ha contribuido a mejorar significativamente la gestión de las cadenas de suministro de las organizaciones lo que significa que es una de las tecnologías que contribuyen al incremento de la competitividad de las organizaciones.

La importancia de las herramientas de seguimiento o trazabilidad radica en que a través de ellas se pueden realizar procesos con alto grado de calidad debido a que es posible el rastreo tanto de productos como procesos desde su origen hasta su entrega al cliente o eliminación.

En materia de productividad, el conocimiento sobre la situación de la mercancía o paquetes permite que la Cadena de Suministro se desarrolle de forma más eficiente y precisa. Al tener acceso a la información sobre el seguimiento de mercancías, la comunicación se da de forma más fluida y la información se recibe de forma directa, reduciendo los tiempos de trayecto tanto de información como de productos.

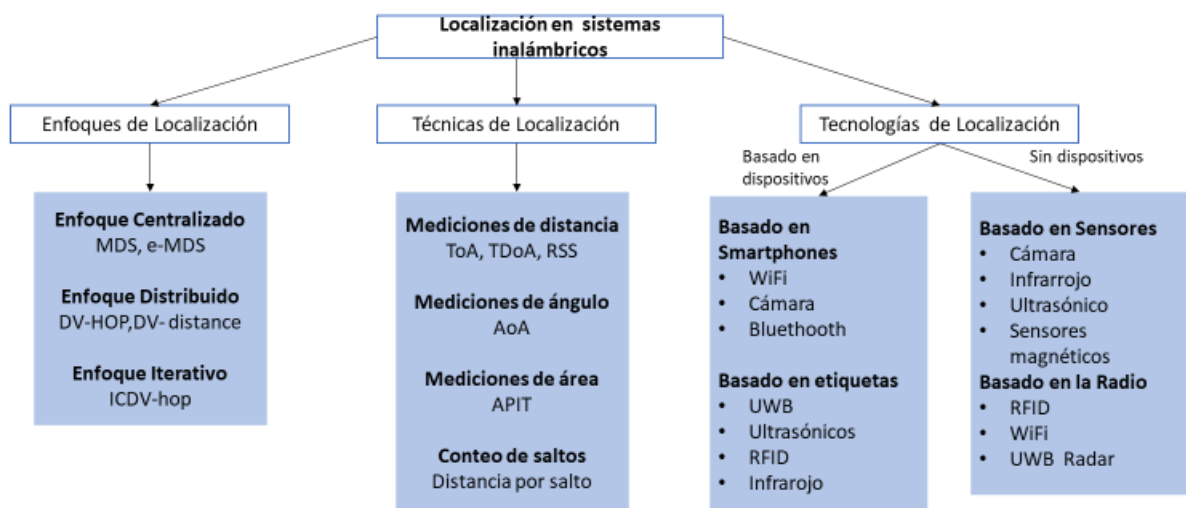
4.2 Sistemas de localización.

Con los avances en el desarrollo de las tecnologías inalámbricas e Internet se prevé que los servicios basados en localización se encuentran entre las aplicaciones más atractivas relacionadas con el Internet de las Cosas. Junto con el despliegue de redes de sensores capaces de recopilar y transmitir datos se puede determinar la posición de los objetos de forma precisa. Estos sistemas de localización se basan en diferentes enfoques de posicionamiento, diferentes técnicas y diferentes tecnologías, lo que los hace apropiados para algunas aplicaciones e inapropiados para otras aplicaciones

Un sistema de geolocalización o localización es un software de protocolo automatizado que tiene como finalidad la localización física de cualquier objeto móvil en un espacio determinado y en tiempo real de forma inalámbrica. La búsqueda del objeto se ejecuta en el momento exacto e incluso si éste se encuentra en movimiento y de esta forma se potencializa la capacidad de seguimiento también llamado “tracking”, mientras que el dispositivo que permite dicho seguimiento es denominado como localizador o “tracker”.

A partir del mapa conceptual de la *Ilustración 11*, se puede observar de forma concreta la taxonomía de los sistemas de localización, así como su clasificación de acuerdo con características de enfoque de localización, los sistemas de localización y finalmente los dispositivos que se utilizan para la ejecución de la misma.

Ilustración 11. Taxonomía de los Sistemas de Localización Inalámbricos. Fuente: (Khelifi, Bradai, Benslimane, Rawat, & Atri, 2019)



La ventaja de los sistemas de localización radica en que la obtención de la información, en este caso una ubicación, es de forma prácticamente instantánea y se produce en el momento exacto en el que se detecte movimiento el usuario lo solicite. Los objetos para seguir deben estar conectados a un sistema de localización óptimo.

Existen diversas clasificaciones para los sistemas de localización de acuerdo con diferentes enfoques, en este caso nos referimos a la localización generada por medio de dispositivos inalámbricos.

La clasificación puede basarse en el tipo de técnica que se emplee para la medición de la distancia: basada en **rango y sin rango**. Los primeros, hacen uso de medidas basadas en el rango para medir distancias/ángulos absolutos mientras que el segundo, hace uso de técnicas que dan la ubicación relativa de los objetos. (Khelifi, Bradai, Benslimane, Rawat, & Atri, 2019)

Las técnicas de localización también se pueden clasificar en **centralizadas o distribuidas**. El enfoque centralizado depende de los nodos sensores que transmiten los datos a un servidor central, donde se realiza el cálculo para determinar la ubicación de cada nodo.

Otra forma de determinar los sistemas de ubicación es basándose en el tipo de coordenadas que genera. Un sistema de coordenadas absolutas tiene conexión global y es ideal para la mayoría de las situaciones, ya que se alinea con los sistemas de coordenadas más populares utilizados como referencias comerciales y militares, como el GPS. El posicionamiento relativo establece posiciones que son relativas a un sistema que es local a la red y posiblemente puede ser arbitrario, pero aun así proporciona coherencia en toda la red.

Los pasos generales de cualquier sistema de localización se pueden resumir en tres, siendo primero la medición de distancia por medio de beacons ¹el segundo paso es la estimación de posición y finalmente el refinamiento de posición. Según sea la técnica que se seleccione para la medición, así como la tecnología que se emplee para ello, determinarán la precisión en la información de la ubicación

Las técnicas de localización en las WSN (Wireless Sensor Networks/ Redes de sensores inalámbricas) pueden estar libres de una determinación de posición previa en la red, confiando en la información de posición de algunos sensores específicos y sus intermediaciones en la red, como diferencia de tiempo de llegada, distancia, ángulo de llegada, y conectividad. Los sensores de información de localización conocidos anteriormente se denominan anclas o referencias donde se pueden obtener sus ubicaciones a través de un sistema de posicionamiento global (GPS), o instalando anclas en puntos con coordenadas conocidas.

4.3 Clasificación.

¹ Son pequeños dispositivos basados en tecnología Bluetooth de bajo consumo, que emiten una señal que identifica de forma única a cada dispositivo. Esta señal puede ser recibida e interpretada por otros dispositivos (normalmente, un Smartphone), conociendo además la distancia a la que se encuentran. (The Valley, 2014)

Con base en los enfoques de localización, proponemos clasificar los sistemas de localización en centralizados, distribuidos e interactivos. Considerando las técnicas de localización, las clasificamos en medición de distancias, medición de ángulos, medición de áreas y basado en la medición del conteo de saltos. Finalmente, dependiendo de la forma en que los dispositivos inalámbricos interactúen con el objetivo, podemos clasificar los sistemas de localización en dos categorías: sistemas basados en dispositivos y sin dispositivos.

4.3.1 Clasificación basada en enfoques de localización.

1. CENTRALIZADOS.

Los algoritmos centralizados están diseñados para activar una unidad central de procesamiento muy poderosa a nivel de recursos. De hecho, los nodos sensores recopilan información (señal, vecinos, distancias, etc.) de su entorno y luego la transmiten a una estación base. Este último analiza, calcula sus posiciones y las transmite a los nodos.

Los algoritmos centralizados requieren que se pueda implementar una estación base potente entre los nodos. Sin embargo, el problema de la escala puede resolverse mediante el despliegue de varias estaciones base. La centralización permite que el algoritmo sea más complejo, ya que los cálculos se realizan en la unidad central de procesamiento y no en los propios nodos.

Los algoritmos MDS (Multi-Dimensional Scaling) se utilizan para calcular la ruta más corta (por ejemplo, el menor número de saltos) entre todos los pares de nodos. Si se determinan las distancias que siguen este camino y conectan los dos nodos, se puede calcular la distancia entre los dos nodos a lo largo del camino más corto. La estimación de localización obtenida utilizando los pasos anteriores se puede refinar basándose en la minimización de mínimos cuadrados. La forma base del MDS es una técnica de localización centralizada y solo se puede usar en una red regular donde la distancia entre dos nodos a lo largo del camino más corto es cercana a su distancia euclidiana. Sin embargo, se sugieren diferentes variantes del algoritmo MDS para permitir la implementación de MDS en entornos distribuidos y redes irregulares. Se ha propuesto un ejemplo de MDS el cual se trata de un mando a distancia multidimensional (EKF-MDS). Por lo tanto, explora el nodo virtual y construye los caminos más cortos entre los nodos para lograr las distancias euclidianas entre los nodos (Khelifi, Bradai, Benslimane, Rawat, & Atri, 2019).

2. DISTRIBUIDOS

En el caso de enfoques de localización distribuidos, todos los nodos se comunican con sus vecinos para estimar las distancias e intercambiar la información del vecindario para derivar su posición. Sin embargo, al final del proceso de localización, cada nodo debe determinar su posición y la de sus vecinos sin la ayuda de ninguna unidad central. Los algoritmos distribuidos generalmente extrapolan las posiciones de los nodos a partir de las de los anclajes. Así, ubican los nodos directamente en el sistema de coordenadas global de estos anclajes.

Para redes a gran escala, se considera que es necesario un método distribuido porque los métodos centralizados requerirían demasiada comunicación para el enrutamiento de la información a la unidad central y, por lo tanto, consumirían demasiada energía.

El algoritmo comienza con la difusión de todos los nodos de anclaje a través de sus ubicaciones a los demás nodos de la red. Siempre que los mensajes se propaguen salto por salto, hay un contador de saltos en el mensaje. Cada nodo mantiene una tabla de información sobre el nodo ancla y calcula el menor número de saltos que lo separan de un nodo ancla. Si un nodo ancla recibe un mensaje de otro nodo ancla, estima la distancia promedio de un salto utilizando las ubicaciones de las dos anclas y el contador de saltos que regresa a la red como factor de corrección. En el caso de la recepción del factor de corrección, un nodo no ancla es capaz de estimar su distancia con nodos ancla y realiza una trilateración para considerar su posición especialmente cuando sus distancias con al menos tres nodos ancla están disponibles. El algoritmo de distancia DV (insertar nota Vector de distancia) no solo es similar al algoritmo de salto DV, sino que también incluye las distancias medidas en el proceso de localización. La idea esencial del algoritmo de distancia DV es la propagación de la distancia medida entre nodos vecinos en lugar de números de salto.

3. INTERACTIVOS

En el enfoque iterativo, la red se divide en una gran topología de red de muchos elementos de red pequeños. Un elemento puede ser un nodo individual o un grupo de nodos. Cada elemento tiene su propio marco de coordenadas. En este enfoque, la fusión es fundamental para compartir un marco de coordenadas y generar un elemento más importante. Esta operación de fusión es una primitiva que se puede aplicar de forma recursiva. Todos los elementos de la red se pueden ubicar cuando comparten un marco de coordenadas unificado. La ventaja del enfoque iterativo es que

puede ayudar a evitar el mínimo local mediante una técnica de reducción de dimensiones. Por otro lado, los mecanismos iterativos son utilizados por un algoritmo distribuido para mejorar la estimación de ubicación inicial, que se obtiene agregando más medidas de rango o información de relación espacial.

ICDV-Hop (Iterative Cooperation Dv-hop) es un ejemplo de un algoritmo distribuido que utiliza el mecanismo iterativo. El algoritmo ICDV-Hop selecciona los nodos de baliza óptimos para una alta precisión de localización y utiliza el umbral de salto para limitar las distancias entre los nodos. Posteriormente, utiliza el grado de colinealidad para restringir las relaciones de topología entre nodos. Cuando el error de localización del nodo localizado está por debajo del umbral de error, se designa como una nueva baliza para ayudar a los nodos desconocidos restantes a reducir, en particular para ampliar la cobertura de la ubicación mediante una cooperación iterativa (Khelifi, Bradai, Benslimane, Rawat, & Atri, 2019).

4.3.2 Clasificación basada en técnicas de localización.

La localización en redes de sensores inalámbricos (WSN) se basa en diferentes técnicas. Estas técnicas se pueden clasificar en cuatro clases principales: medición de distancia, medición de ángulo, medición de área, medición de conteo de saltos.

1. MEDICIÓN DE DISTANCIAS

Los algoritmos de localización se pueden organizar como medidas relacionadas con la distancia, que implican medidas basadas en el tiempo de propagación, es decir, medidas del tiempo de viaje en un solo sentido, medidas del tiempo de ida y vuelta y medidas de diferencia de tiempo de llegada “Time-Difference-of-Arrival “ (TDoA); Mediciones basadas en RSSI “Received Signal Strength Indicator” (Indicador de intensidad de señal recibida) y mediciones de conectividad.

2. MEDICIÓN DE ÁNGULOS.

En trigonometría y geometría, la triangulación es en realidad el proceso de hallar las coordenadas y la distancia en un punto calculando la longitud de un lado de un triángulo, teniendo en cuenta las medidas de los ángulos y los lados del triángulo formados por este punto y de otros dos puntos de referencia conocidos. La triangulación involucra la información angular medida entre el objeto y cada punto de referencia, con al menos una distancia conocida.

3. MEDICIÓN DE ÁREAS

La idea fundamental de la estimación de zona es calcular las intersecciones entre todas las regiones de cobertura superpuestas y elegir el centro como estimación de localización. Además del creciente número de zonas restringidas, se puede lograr una mayor precisión de localización.

4. MEDICIÓN DE CONTEO DE SALTOS

Dos nodos pueden comunicarse por radio, la distancia entre ellos es menor que R (el rango máximo de sus radios) con una alta probabilidad e idéntica a la estimación de referencia única, se diseñan varios enfoques para una ubicación precisa. El algoritmo de localización se basa en el número de saltos utilizando un tamaño medio de salto que se deriva localmente en cada nodo regular o independientemente de la posición con una evitación total de su difusión por anclas. Este método generalmente se requiere en el estado actual. La expresión analítica de salto se deriva para diferentes distribuciones de nodos. Es factible determinar localmente en cada nodo regular con o sin conocimiento previo de la distribución de nodos. El conteo de saltos es capaz de reducir errores debido al mapeo de saltos en unidades de distancia. El método de transmisión multipotencial se utiliza posteriormente para pulir las coordenadas de los nodos que pueden tener mayores errores. Este método se denomina método de amortización amortizada utilizando un método multidimensional (BIA-MMS) (Khelifi, Bradai, Benslimane, Rawat, & Atri, 2019).

4.3.3 Clasificación basada en tipos de dispositivos a utilizar.

En las técnicas basadas en dispositivos, la localización está vinculada al objetivo y la localización se determina gracias a la cooperación con otros dispositivos inalámbricos desplegados. Mientras en los sistemas sin dispositivo, el objetivo no incluye ningún dispositivo inalámbrico según la localización. De hecho, estos sistemas se presentan en diferentes formatos: relojes, etiquetas, teléfonos inteligentes e incluso prendas de vestir. Además, la localización es un servicio necesario de vigilancia interior o exterior. Por ello, se han desarrollado varias técnicas y algoritmos para garantizar este servicio de localización. Estos métodos utilizan diferentes tecnologías que requieren en algunos casos el uso de ciertos dispositivos: teléfono inteligente, RFID, etiqueta, etc. (basados en dispositivos) y en otros casos, el usuario no necesita estar equipado con un dispositivo

adicional como posicionamiento por un radar Ultrasonido o un detector de infrarrojos (sin dispositivo).

1. SISTEMAS BASADOS EN DISPOSITIVOS.

Las técnicas de localización basadas en dispositivos pueden proporcionar datos de localización por medio de la utilización de un dispositivo específico como un teléfono inteligente o una etiqueta, por ejemplo. Evidentemente, se utilizan muchas técnicas de localización basadas en dispositivos para resolver el problema de la localización como por ejemplo en el caso de grandes almacenes y tiendas que necesitan medidas de seguridad para monitorear diferentes variables.

1. Localización por medio de smartphones.
2. Localización por medio de etiquetas (tags).

2. SISTEMAS SIN DISPOSITIVOS.

La técnica de localización sin dispositivos permite generalmente rastrear objetivos sin llevar dispositivos especiales. La mayoría de los sistemas de localización periférica existentes se basan en las técnicas de radiofrecuencia (RF) y en la suposición de la existencia o el movimiento de los cuerpos humanos que, a su vez, alterarán los modelos originales de RF.

1. Localización basada en etiquetas infrarrojas
2. Localización por radar de banda ultra ancha
3. Localización ultrasónica
4. Localización basada en Wi-Fi
5. RFID: Identificación por Radiofrecuencia
6. Localización basada en sensores magnéticos
7. Localización basada en cámara

4.4 Tipos de sistemas de localización.

4.4.1 Sistemas basados en radiofrecuencia de muy corto alcance o bluetooth.

Estos sistemas se caracterizan por usarse en dispositivos de muy poco alcance y de consumo reducido. Regularmente este procedimiento se utiliza en la mayoría de los dispositivos móviles.

La localización con el uso de este sistema se determina a través de dispositivos Bluetooth denominados etiquetas (tags). Cuando el tag se aleja del dispositivo móvil se interrumpe el emparejamiento entre ambos y es cuando emite una respuesta o alerta para avisar dicha desconexión. Aunque la utilización de este sistema es común no es la mejor pues funcionan a distancias menores a 100 metros y mientras más alejados estén del dispositivo es menor su eficiencia.

4.4.2 Sistemas basados en radiofrecuencia de largo alcance.

El funcionamiento de este sistema requiere de un elemento emisor de señal y un receptor. Los equipos suelen ser dispositivos pequeños, livianos, de poco consumo y bajo costo, sin embargo, los receptores suelen ser más costosos y requiere de infraestructura robusta.

Uno de los requerimientos más importantes es que entre el emisor y el receptor no haya obstáculos y que la señal emitida sea visible para el receptor, por ejemplo, para obtener un alcance 16 mk la antena del receptor deberá estar a 17.88 m del suelo.

A mayor distancia requerida mayor potencia de emisión lo que implica un mayor consumo de energía y mayores costos por lo que su alcance sigue siendo relativamente limitado.

4.4.3 Sistemas basados en el seguimiento por satélite o alcance ilimitado.

Los sistemas de seguimiento satelital son sistemas basados en radiofrecuencia, sin embargo, sus antenas de se encuentran a 20.000 km de la Tierra. Estos sistemas tienen la capacidad de localizar en segundos y entre sus ventajas más importantes se encuentran la precisión y su bajo costo.

El sistema de posicionamiento global (GPS) estadounidense fue el primer sistema de navegación por satélite del mundo, este compuesto por 24 satélites. Su funcionamiento se basa en que el receptor o localizador detecta al receptor satelital que aparezca en su horizonte y lo sigue hasta que desaparece de su área visual.

Entre las principales desventajas de este sistema se encuentra que la tecnología por GPS utiliza frecuencias a 1.57 Mhz que no atraviesan objetos, más bien rebotan en ellos por lo que es ineficiente en interiores. (Billa, Ibraheem, Alhammadi, Abdulla, & Mardeni, 2020)

4.5 Tecnologías para la localización.

Receptores GPS.

GPS o Sistema de Posicionamiento Global es una red compuesta por al menos 30 satélites que orbitan alrededor de la Tierra, y al menos 4 de estos satélites están visibles para nuestro dispositivo. Cuantos más satélites estén involucrados en el proceso, mayor será la triangulación.

GSM o Sistema Global para las Comunicaciones Móviles.

Es el sistema global para la comunicación móvil, en otras palabras, es una red que utiliza la red de telefonía general. Existen torres y antenas a lo largo y ancho de nuestro territorio, que nos dan servicios de red para que nuestros teléfonos tengan cobertura. Esta tecnología no es tan precisa como la anterior, sin embargo, nos dará una aproximación de la ubicación en un rango entre 2 a 10 cuadras, esto es debido a que aquí no obtenemos coordenadas del satélite si no que más bien intentamos hacer una triangulación de la señal emitida por dicho móvil y así obtenemos una aproximación del celular, pero es útil cuando no es posible acceder a la señal GPS.

WIFI .

Las redes WIFI encendidas emiten una señal identificativa, comúnmente llamada dirección MAC. Sabiendo a que conexión alguien está conectado, se puede conocer la localización de un teléfono u ordenador. El secreto está en lo que se conoce como triangulación. Básicamente se trata de usar 3 o más puntos de referencia y ciertas distancias conocidas para calcular la ubicación exacta de un objeto. Igual que el sistema anterior puede llegar a tener un gran margen de error.

BLE .

Bluetooth Low Energy (BLE) “beacons”, son dispositivos que funcionan con baterías de larga duración, estos se han convertido en la tecnología por excelencia de los sistemas de posicionamiento en interiores. El “beacon” envía una señal bluetooth que puede ser leída por cualquier dispositivo externo que pase a su alrededor y que tenga la opción bluetooth activada, por ejemplo, un smartphone. De esta forma calcular la distancia aproximada a la que el dispositivo está del beacon y estimar su localización.

Soluciones de banda ultra ancha.

La radiación UWB tiene anchos de banda relativos superiores al 20% o anchos de banda absolutos de más de 500 MHz. Dichos anchos de banda tan amplios ofrecen una serie de ventajas para

comunicaciones y aplicaciones de radar. En ambos casos, un gran ancho de banda mejora la fiabilidad, ya que la señal contiene diferentes componentes de frecuencia, lo que aumenta la posibilidad de que al menos algunas de ellas puedan atravesar o rodear obstáculos. Además, un ancho de banda absoluto que sea amplio hace que los sistemas UWB tengan una resolución alta y que su rango de precisión mejore. Para comunicaciones, tanto el ancho de banda absoluto como relativo grandes alivian los desvanecimientos de menor relevancia. Incluso, por el hecho de desplegar información a lo largo de un ancho de banda tan grande, podemos disminuir la densidad espectral de potencia, reduciendo así la interferencia con otros sistemas y la posibilidad de interceptación de la señal.

RFID. Radio Frequency Identification o Identificación por Radiofrecuencia.

Se trata de una tecnología de identificación automática en la que un lector captura datos digitales codificados en un identificador RFID o en una "etiqueta inteligente" mediante ondas de radio. La tecnología RFID es similar a la de código de barras, pero emplea ondas de radio para captar datos de un identificador en lugar de escanear ópticamente códigos de barras de una etiqueta. Este tipo de tecnología no requiere que el identificador o la etiqueta se vea para leer sus datos almacenados significando una de las características clave de un sistema RFID. La tecnología RFID es dinámica, lo que significa que puede actualizar los datos en los circuitos, a diferencia de un código de barras que es estático y no se puede cambiar.

Al conectar el lector RFID a Internet, los artículos con identificadores RFID se pueden identificar y rastrear automáticamente.

RFID pasiva –No tiene fuente de alimentación y utiliza una antena y un circuito integrado (CI). El lector envía ondas de radio que accionan el CI cuando queda dentro de la zona del lector. Estos identificadores generalmente se limitan a proporcionar información básica de identificación, pero su tamaño es reducido, tienen una larga vida útil (más de 20 años) y son de bajo costo.

RFID activa –Requiere que los identificadores tengan su propia fuente de alimentación (normalmente una batería) y un transmisor para emitir una señal al lector RFID. Pueden almacenar más datos, tienen un mayor alcance de lectura y son una excelente opción para soluciones de alta precisión que requieren trazabilidad en tiempo real. Son más grandes a causa de la batería y, por

lo general, resultan ser de mayor costo. Los receptores detectan transmisiones unidireccionales procedentes de identificadores activos (Zafari, 2017).

4.6 Seguridad y privacidad de datos.

Con el desarrollo acelerado de nuevas tecnologías en las diferentes etapas industriales también se han desarrollado distintos tipos de amenazas para los sistemas, en la Industria 4.0 se han transformado de amenazas físicas a ciber amenazas; debido a la automatización de sistemas y la digitalización, la producción de datos ha incrementado y pasa a ser el capital más importante de las organizaciones y se requiere de estrategias de seguridad robustas para brindar la protección adecuada.

En este periodo de digitalización, la mayoría de los sistemas comparten información al estar hiperconectados de forma remota, el software está vinculado a sus componentes físicos y es responsable de sus acciones. Hoy en día es necesario que las organizaciones cuenten con medidas de seguridad ante ataques digitales debido a que la vulnerabilidad ante éstos ha incrementada y las consecuencias que pueden generar son sumamente costosas y pueden afectar el capital tanto material como humano.

A la práctica de la protección de la información y los datos en riesgo de amenazas o ataques se le denomina ciberseguridad. Este tipo de protección se enfoca en sistemas de información (redes, hardware, software), factor humano y elementos físicos.

Por lo tanto, se puede definir que un ciberataque son las acciones dirigidas a un sistema con el objetivo de vulnerar, dañar, bloquear, manipular o alterarlo.

Los ciberataques pueden abarcar diferentes niveles de gravedad en función de su impacto. Desde producir molestias como el Spam, monitorear hábitos de uso y navegación (Spyware) y el Phishing en el que se puede utilizar posteriormente la información adquirida para realizar ciberataques más especializados y de mayor gravedad. En el caso de los Troyanos, Virus, Gusanos y Ransomware pueden posibilitar el establecimiento de puertas traseras y el secuestro, la manipulación o la destrucción de datos. Entre los ciberataques de mayor gravedad nos podemos encontrar con los RootKit y Advance Persistent Threats (APT) que pueden suponer una pérdida total e inconsciente

del control del sistema y que pueden ser prácticamente indetectables permaneciendo en un sistema durante mucho tiempo antes de que sus efectos sean visibles.

Las consecuencias más graves ante un ciberataque empresarial o industrial pueden englobar acciones como sabotaje de parte de compañías que forman parte del mismo giro, espionaje, pérdida de información confidencial, robo, interrupción del servicio ofrecido, pérdida de control de un sistema y secuestro de datos.

De acuerdo con los principios de ciberseguridad, los factores críticos que se deben considerar para asegurar la información incluyen:

- Confidencialidad
- Integridad.
- Disponibilidad
- Autenticación

Estrategia de ciberseguridad.

1. Gestión de activos.

- Realizar un inventario completo y clasificado de todos los dispositivos del sistema.
- Clasificar la información considerando las tres propiedades de la seguridad informática; confidencialidad, integridad y disponibilidad.
- Una vez clasificada se aplican las medidas para su protección.
- Gestionar los soportes, con esto se evita que se revele, modifique o elimine de forma no autorizada la información almacenada.
- Diseñar y mantener una base de datos de gestión de configuración que contenga los elementos para proporcionar un servicio y la relación entre ellos.

2. Seguridad de las operaciones.

- Todas las actividades encaminadas a asegurar el correcto funcionamiento de los equipos donde se procesa la información deben considerar lo siguiente:
- Establecer y documentar los procedimientos y responsabilidades que se realizan en la organización.

- Garantizar la instalación de los sistemas y aplicaciones que se realizan conforme a los requisitos de seguridad de la organización.
- Monitorear y analizar la capacidad de los servidores y dispositivos.
- Gestionar y controlar los sistemas de antivirus de la empresa.
- Implantar un sistema de copias de seguridad.

3. Gestión de los incidentes y recuperación ante desastres.

- Es importante establecer un plan para estar preparados ante cualquier eventualidad. Se deben establecer responsabilidades y procedimientos.
- Definir la gestión de incidencias de seguridad.
- Establecer un plan de recuperación ante desastres.

4. Control de acceso a sistemas y aplicaciones.

- Como medida de prevención al acceso no autorizado a los sistemas y aplicaciones, se deben establecer políticas de control de acceso físico y lógico.
- Controlar el acceso a aplicaciones críticas y zonas restringidas
- Administrar los accesos lógicos, gestionar credenciales, permisos, atributos y medidas de autenticación.
- Gestionar usuarios y dividir funciones.
- Aplicación segura de las contraseñas.

5. Conciencia de Seguridad.

- Concientización y educación a los usuarios, capacitándolos y a través de la producción de políticas de seguridad, el uso de sus sistemas de modo seguro y prácticas que incluyan mantener conciencia de los riesgos cibernéticos (OSI, 2016).

Es importante considerar que las plataformas de servicios de localización deben brindar detalladamente la política de privacidad de datos y es responsabilidad del usuario determinar el uso y grado de protección de los datos que determinará con el uso de esta.

La legislación sobre las políticas de uso de datos varía de acuerdo con cada proveedor y país de origen y es muy importante considerar colaborar con proveedores que cumplan los lineamientos como ISO27000 cuya documentación corresponde a los estándares internacionales en materia de Seguridad de la Información y los estipulados por IEC (International Electrotechnical

Commission) 62443 cuyo alcance corresponde a la seguridad en sistemas de automatización y control industrial.

El incremento de ciberataques a infraestructuras aumenta el nivel de preocupación de las organizaciones debido al impacto en cuestiones de seguridad y pérdidas que generan. Es importante implementar estrategias de seguridad en el sistema organizacional y cuidar la privacidad de datos para tener la capacidad de dar respuesta ante estas situaciones.

Algunas recomendaciones para evitar la vulnerabilidad dentro de la organización:

- Organizar tipos de comunicación cifradas de extremo a extremo.
- Auditar los sistemas por un tercero.
- Gestión, detección y respuesta a incidentes.
- Estrategias de defensa preventiva y protectora.
- Análisis de política de datos y privacidad.
- Concientización.

CAPÍTULO 5

PLATAFORMAS DE LOCALIZACIÓN

5.1 Plataformas de localización y de rastreo.

En la actualidad, existen diferentes soluciones integrales que nos pueden ayudar a realizar el seguimiento de diferentes elementos, así como monitorear la trazabilidad de toda la cadena de valor de un producto, desde la adquisición de materia prima o piezas hasta el procesamiento, distribución y venta, gracias a este tipo de soluciones, las compañías pueden monitorear la entrega de sus productos y los clientes pueden rastrear sus compras y productos para estimar tiempos de

entrega más precisos generando confianza y altos grados de satisfacción con la entrega de sus productos.

Las plataformas de soluciones de rastreo permiten llevar a cabo una trazabilidad de la cadena tanto de manera interna como externa, la primera se refiere al monitoreo de elementos dentro de un área específica dentro de la planta o empresa; la segunda se refiere al monitoreo de actividades que se desarrollan fuera de la organización como el transporte o entregas al cliente final.

Se puede definir que el concepto de plataformas que brindan soluciones de localización está estrechamente relacionado con las denominadas API's (application programming interfaces); estos mecanismos permiten a diferentes componentes comunicarse entre sí por medio de un software permitiendo el procesamiento de diferentes solicitudes y emitir respuestas.

Las APIs de Geolocalización son herramientas que permiten ubicar dispositivos con gran precisión en cualquier lugar de la superficie del planeta. Para hacerlo, se basan en señales de teléfonos móviles, GPS y WiFi que son detectadas por el dispositivo. Además, realizan cálculos para definir la mejor ruta entre distintos puntos teniendo en cuenta el tiempo y la distancia, entre otras funcionalidades (Trafaniuc, 2022).

Este tipo de herramientas brindan diferentes soluciones como acelerar el proceso de compra de los clientes, incrementar la eficiencia del proceso de entrega, ayudar a los compradores a encontrar la mejor tienda y automatizar la planificación y secuenciación de rutas de entregas.

5.1.1 Funcionamiento.

Existen diversas compañías que han desarrollado plataformas de fácil acceso para llevar a cabo una adecuada gestión de activos y también el rastreo de diferentes elementos. Su principal objetivo es integrar en una sola plataforma o aplicación, las herramientas de software y hardware para llevar a cabo un adecuado proceso de trazabilidad.

El funcionamiento de estas plataformas se resume en los siguientes pasos.

Personalización de plan de seguimiento. La gran mayoría de los proveedores de estas soluciones permiten que el usuario brinde la mayor cantidad de detalles sobre el proceso en el que implementará el servicio de seguimiento, para ofrecerle las opciones más adecuadas según sea el

tamaño de la empresa, el tipo de seguimiento (de producto, personal o transporte), limitación de funciones (solo seguimiento, seguimiento y respuesta, reacciones de seguridad) y el tipo de transporte en el que se implementa ya que dependiendo las condiciones a las que se exponga los elementos de recolección de datos será el tipo de hardware que se utilizará.

- Instalación de Hardware. Una vez seleccionada la opción que mejor se ajuste a las necesidades del plan de trazabilidad de la organización, se procede a implementar los dispositivos o hardware necesario para poder realizar la recolección de datos o bien, llevar a cabo el rastreo de los elementos. El hardware básico para cualquier sistema de localización deberá conformarse al menos de dispositivo de localización, lectores de dichos dispositivos y la plataforma para dar seguimiento al mismo.
- Seguimiento a través de la plataforma. Los sistemas de localización de este tipo se caracterizan por la practicidad de funcionamiento y su fácil instalación por lo que una vez instalado el hardware en los elementos se puede hacer uso del sistema casi de forma inmediata. Algunas marcas hacen uso de plataformas o sitios Web para visualizar el proceso de monitoreo o incluso la gran mayoría cuenta con su propia aplicación Web para que se lleve a cabo el proceso desde los dispositivos móviles (Informap, 2019).

5.1.2 Usos.

Los usos de este tipo de estrategias de rastreo abarcan una gama amplia de aplicaciones, algunas de las más importantes están relacionadas con:

- Localización y rastreo de paquetes o personal.
- Monitorear el flujo de trabajo
- Detección de paros de línea de producción
- Monitoreo de equipos
- Seguridad basada en video
- Generación de informes
- Monitoreo de vehículos y funcionamiento de motor
- Programas de mantenimiento preventivo
- Gestión y optimización de rutas de transporte

- Estimación de tiempos de llegada
- Asignación de envíos

5.1.3 Componentes.

Los componentes de los sistemas de localización varían dependiendo las condiciones o el elemento a rastrear, pero de forma más genérica se pueden considerar únicamente dos componentes principales: el equipo de rastreo instalado en el vehículo y la plataforma para localizarlo a través de internet.

Se pueden considerar otros elementos como subcomponentes ya que forman parte de la clasificación mencionada, enlistando:

- Elementos de recolección de datos. (Sensores)
- Etiquetas
- Software
- Lectores.
- Dispositivos móviles.
- Cámaras inteligentes
- Botones de pánico

5.2 Principales proveedores de soluciones de localización.

PROJECT 44.

Fundada en: 2013

Sede en: Chicago, Illinois, Estados Unidos. Presencia mundial en 170 países.

Sitio Web: <https://www.project44.com/>



Ilustración 12. Logo Project 44. Fuente: (Project 44, s.f.)

Es una plataforma de integración como servicio (iPaaS)(Nota al pie: iPaaS (Integration Platform as a Service) es una plataforma tecnológica en la nube que integra las distintas aplicaciones y los datos que se generan en una empresa; que utiliza API (Interfaz de programación de aplicaciones) de carga basadas en la nube para conectar al instante a los transportistas y empresas de logística de terceros (3PL) con la capacidad de transporte. Proporciona comunicación para la industria del transporte a través de servicios web.

La plataforma project44 conecta, automatiza y proporciona visibilidad durante el proceso de transporte, permitiendo geolocalizar tráileres y camiones en más de 130 países. El principal objetivo de esta plataforma radica en la conectividad de transportistas multimodales y la automatización del flujo de trabajo de envío de las organizaciones.

Project44 aspira a conectar todas las telemáticas para obtener una visibilidad completa de la Cadena de Suministro, sin importar el modo de transporte. Su red se extiende a todas las variantes, desde camiones completos o parciales, pasando por marítimo o barcas, ferroviario, aéreo, intermodal o última milla. Actualmente, la compañía asegura que efectúa el seguimiento de más de 500.000 contenedores mundiales al día, “el 10% del tráfico de contenedores del mundo”.

La plataforma de project 44 proporciona la infraestructura de sistemas necesaria para realizar análisis predictivos basados en IoT, causando que los comercios minoristas, proveedores, fabricantes, 3PL (nota al pie: La logística 3PL (Third Party Logistics), también conocida como logística de terceros o logística tercerizada, hace referencia a aquellos servicios que una empresa contrata a un proveedor para que lleve a cabo su logística, así como las tareas de almacenaje, preparación de pedidos o transporte de mercancía y proveedores de transporte pueden compartir datos críticos a toda su Cadena de Suministro en tiempo real y de forma automatizada.

El proceso de seguimiento comienza cuando el vehículo se acerca a la ubicación de recepción de mercancía y concluye cuando se detecta que el vehículo sale de la ubicación final de descarga. Cada transportista tiene la opción de seleccionar su conexión preferida a través de su sistema GPS o sistema TMS. De esta manera, project44 recibe constantemente información de localización de los dispositivos GPS, lo que le permite trazar un mapa preciso de los envíos y calcular las horas de entrega estimadas.

Algunos de los usuarios más comunes de esta plataforma son transportistas de carga, 3PL, comercio electrónico y minoristas, así como fabricantes de productos químicos y combustibles. Project 44 cuenta con más de 1000 clientes a nivel mundial entre los que destacan marcas como Amazon, P&G, Starbucks, Lenovo, Unilever, Nestlé o The Bosch Group, entre muchas otras.

Las ofertas se basan en el seguimiento en tiempo real y en la predicción de las horas de llegada, y contribuyen a los gestores de instalaciones y operaciones a:

- Habilitar el autoservicio para los procesos de llegada y salida de los transportistas
- Mejorar la eficiencia operativa dentro de las instalaciones mediante la configuración de tareas y la automatización del proceso de carga y descarga de remolques.
- Dispone de actualizaciones precisas y en tiempo real sobre la ubicación de la mercancía y la hora de llegada estimada, permitiéndonos atajar imprevistos en la entrega.
- Agilizar las operaciones, reduciendo el uso de conductores y tiempos muertos.
- Mejorar los procesos de previsión y planificación del patio utilizando previsiones de tiempo de llegada con actualizaciones en tiempo real sobre el estado de los remolques, garantizando que las puertas de los muelles y el personal de las instalaciones se utilicen al máximo.
- Permite el acceso a datos de transporte de alta fidelidad e información predictiva en cada paso de la Cadena de Suministro global.
- Utilizar datos enriquecidos para ejecutar informes y análisis avanzados en uno o varios patios para comprender cuántas citas se produjeron por día, la cantidad de remolques que llegaron, los conductores que incurrieron en tiempos de espera y más.
- El intercambio de datos cumple siempre con el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR).

Project 44 ofrece soluciones de monitorización de las condiciones y temperatura de la cadena de frío para aquellas empresas cuyo producto este en riesgo de sufrir daños o deteriorarse asumiendo altos costos por pérdida del producto. Esta oferta permite a los usuarios:

- Monitorear rangos de temperatura y recibir alertas o notificaciones en caso de que se cruce el umbral permitiendo la visibilidad, control y protección del producto.

- Permitir el seguimiento del envío por medio de ubicación precisa y recibir alertas en tiempo real que permitan gestionar las operaciones logísticas.
- Enviar rangos de temperatura en un envío y recibir una notificación si el tráiler cruza el umbral, para brindarles a los clientes visibilidad, control y protección del producto
- Habilitar el IoT y el seguimiento en el envío para obtener ubicaciones muy precisas y recibir alertas a tiempo real para poder gestionar excepciones, operaciones logísticas y tener un servicio al cliente más proactivo Realizar monitorización de temperatura y condición a través de IoT para mejorar la precisión.

Principales capacidades (virtudes) de la aplicación.

- *Seguimiento predictivo.* Con la aplicación de Project 44 se puede llevar a cabo un seguimiento continuo de los envíos, órdenes de compra, artículos de línea o SKU² para mejorar la gestión del inventario, lo que da como resultado entregas más confiables y predecibles.
- *Productos personalizables.* Permite el fortalecimiento de la planificación, reducción de los tiempos de permanencia y eliminación de las multas mediante la gestión proactiva de carriles, envíos en tránsito y eventos con paneles e informes personalizados.
- *Colaboración optimizada.* Es posible compartir los detalles del estado del envío interna y externamente. Las notificaciones de alerta pueden notificarse por medio de correo electrónico, mensaje de texto o una notificación automática para garantizar que se informe a todas las partes interesadas.
- *Flujo de datos seguro y privacidad.* Se permite administrar las relaciones complejas de intercambio de datos con miles de operadores en todo el mundo.

Implicaciones organizativas para la implementación de Project 44:

- 1) Entrenamiento funcional y técnico.
- 2) El equipo de operaciones de la organización que solicite el servicio recibirá capacitación detallada y acompañamiento diario en el uso de project44.

² Un código SKU es un número de referencia único que se utiliza en una tienda o empresa para identificar una unidad de venta. De este modo, cada ítem o elemento que forma parte del stock tiene su propio código SKU, lo que facilita su identificación y diferenciación del resto de productos o elementos con los que se trabaja. (Beetrack, 2019)

- 3) Brinda documentación para el personal técnico.
- 4) Colaboraciones en sesiones de diseño.
- 5) Se realiza una planificación de entornos de prueba y compilación basado en necesidades técnicas específicas.
- 6) Proceso de validación de la configuración.
- 7) Creación de un canal sólido de documentación de diseño que incluye tecnología clave, dependencias de recursos internos y de terceros.
- 8) Desarrollo de un registro del proyecto y un cronograma de implementación.
- 9) Realización de pruebas de aceptación del usuario para considerar las soluciones ante los primeros errores.
- 10) Comprobación doble de requisitos e integraciones para garantizar que todo esté conectado correctamente
- 11) Mejora continua. Una vez que la implementación esté activa y estable, se dará seguimiento para garantizar operaciones sin problemas, así como descubrir nuevos valores comerciales.



Establecimiento de controles regulares para:

- Revisar y ejecutar planes de soporte.
- Comprobar el estado del sistema.
- Discutir el progreso hacia el logro de nuevos objetivos comerciales.
- Compartir nuevas características y oportunidades de productos.

FOUR KITES

Fundada en: 2014

Sede: Chicago, Illinois, Estados Unidos.

Sitio Web: <https://www.fourkites.com/es/>

Ilustración 13. Logo Fourkites. Fuente: (Fourkites, s.f.)

Presencia en más de 200 países

FourKites es una plataforma de visibilidad de la Cadena de Suministro, que extiende la visibilidad más allá del transporte a patios, almacenes, tiendas, etc. Su seguimiento contempla 2,5 millones de envíos globales diarios en todos los modos, carretera, ferrocarril, mar, aire, paquetería y mensajería con presencia en más de 200 países. FourKites combina datos en tiempo real con aprendizaje automático para ayudar a las empresas a digitalizar sus cadenas de suministro de extremo a extremo.

Más de 1000 de las marcas más reconocidas del mundo -incluidas 9 de las 10 principales empresas de bienes de consumo y 18 de las 20 principales empresas de alimentación y bebidas- confían en FourKites para transformar su negocio y crear cadenas de suministro más ágiles, eficientes y sostenibles. Algunos de los clientes más recientes de FourKites son Barilla Group, Beyond Meat, Cardinal Health, Haworth, LyondellBasell, McCain Foods, Roehm, Rove Concepts y Yamaha Motors.

La plataforma es compatible con: Cloud, SaaS, Web, Android (móvil), iPhone (móvil), iPad (móvil).

El software de visibilidad de la Cadena de Suministro de FourKites es independiente del sistema, ya que agrega los datos de los transportistas, los ELD, el TMS, el ERP, la expedición y otras fuentes para proporcionarle una única fuente de información que maximice la colaboración y elimine los silos.

Four Kites retoma datos de varias fuentes diferentes para proporcionar un seguimiento en tiempo real de los envíos. Su algoritmo de seguimiento patentado utiliza datos en tiempo real de la red de GPS, ELD y telemática, y los combina con análisis históricos de aprendizaje automático para determinar los tiempos de llegada de manera precisa.

Con los avances en el aprendizaje automático y las fuentes de datos enriquecidas - por los vehículos en el campo-, es posible alcanzar el ritmo de eficiencia logística que se requiere para satisfacer a los clientes y socios.

FourKites monitorea los envíos a medida que viajan y es capaz de planificar una ruta evitando áreas donde los camiones de transporte están restringidos, como distritos comerciales. La compañía cuenta con una aplicación móvil y proporciona programación de correo electrónico para que pueda alertar a los clientes a medida que se desarrollan excepciones. Así mismo, una de las soluciones que ofrece esta plataforma es el monitoreo de temperatura en tiempo real de elementos sensibles como productos, alimenticios, agrícolas y farmacéuticos reduciendo su deterioro.

Las soluciones de software de visibilidad de la Cadena de Suministro mejoran la funcionalidad de seguimiento de la carga en tiempo real con algunas o todas las siguientes características adicionales:

- Cobertura multimodal
- Cálculos predictivos de la hora de llegada al destino, con la ayuda del aprendizaje automático
- Integraciones con sistemas TMS y ERP para la planificación de la carga, la licitación y el pago
- Notificaciones y alertas automatizadas y personalizables que mantienen informado a toda la red de trabajo.
- Informes y análisis históricos multidimensionales.
- Análisis avanzados. Los análisis generados por la IA de la plataforma permiten acceder a datos de forma rápida y más precisa, determinando tiempos de permanencia, desempeño del transportista, incidentes de la ruta, sostenibilidad y emisiones GEI (Gases de Efecto Invernadero), rendimiento de instalaciones, garantizar entregas a tiempo brindando recomendaciones descriptivas durante el trayecto e identificar oportunidades para colaborar con otros clientes usuarios de la plataforma.
- Programación de citas
- Seguimiento proactivo de los riesgos y recomendaciones

La tecnología de visibilidad avanzada ofrece a los transportistas la información que necesitan para tomar decisiones proactivas sobre sus operaciones de carga, mejorando la eficiencia.

- Contribución empresarial
- Reducir los costos de explotación

- Automatizar las tareas de seguimiento
- Mejorar la puntualidad de las entregas
- Centralizar las comunicaciones
- Ofrecer un servicio de atención al cliente superior



Razones por las cuales las empresas eligen FourKites:

- Resultados. Tiempos eficientes para obtener valor y expertos que le brindan asesoramiento en cada etapa del proceso.
- Integración. Plataforma totalmente integrada que le ofrece visibilidad de principio a fin y análisis predictivos.
- Red. La amplitud global de la red permite obtener mejores conocimientos y datos más precisos.
- Innovación – FourKites brinda soluciones que añaden valor a su negocio
- Comunidad – La comunidad FourKites permite compartir información con profesionistas de la Cadena de Suministro con el objetivo de mejorar las prácticas y estimular el crecimiento de la red.

Ejemplos de algunas de sus tecnologías más importantes. (De aprendizaje)

- ETAs (Hora Estimada de llegada) dinámicos basados en 1,3 billones de patrones de tránsito LTL (Less Than Truck Load, en español menos de un camión completo), lo que resulta en una precisión 6 veces mayor.
- El motor de recomendación combina datos en tiempo real y millones de envíos históricos para recomendar la hora óptima de salida.
- Smart Forecasted Arrival, una innovación patentada, utiliza más de mil millones de kilómetros rastreados y modelos de redes neuronales para predecir cuándo llegará un envío, incluso sin seguimiento en tiempo real.

SHIPPEO

Fundada en: 2014,

Sede: Paris, Francia

Ilustración 14. Logo Shippeo. Fuente: (Shippeo, s.f.)

Sitio Web: <https://www.shippeo.com/>

Shippeo, líder mundial en visibilidad de transporte multimodal en tiempo real. La plataforma Shippeo brinda acceso instantáneo al seguimiento de entregas en tiempo real, automatiza los procesos de los clientes y ofrece una precisión de ETA inigualable gracias a un algoritmo patentado y líder en la industria desarrollado internamente.

Su red de visibilidad multimodal conecta el transporte de FTL, LTL, paquetes y contenedores e integra más de 875 sistemas TMS, telemáticos y ELD utilizando una API única.

Shippeo ofrece una integración API estándar de sus ofertas de servicios con SAP Logistics Business Network, Freight Collaboration y las opciones Global Track & Trace que respaldan la visibilidad del transporte en tiempo real de los envíos por carretera FTL en Europa para brindar a los clientes una visión global de su Cadena de Suministro.

Más de 100 clientes, incluidas marcas globales como Coca-Cola HBC, Carrefour, Schneider Electric, TotalEnergies, Faurecia, Saint-Gobain y Eckes Granini, trabajan con Shippeo para rastrear más de 28 millones de envíos por año en 75 países.

Beneficios y características

- Venta minorista. Anticipación rápida de los problemas y comunicación proactiva con los equipos de punto de venta para agilizar las operaciones en el sitio, garantizar la disponibilidad de los productos en el estante e impulsar las ventas.
- CPG. Consumer packaged goods: aumentar la satisfacción del cliente y reducir las sanciones. Reducción de las sanciones por medio de la identificación de problemas y la comunicación proactiva con los clientes antes de que se vean afectados.
- Empata con las características necesarias para ajustarse a una línea de producción Just-In-Time, más ágil y receptiva.
- Permite anticipar las entregas en riesgo y el inventario comprometido lo cual contribuye a planificar de forma más rentable las entregas de emergencia y evitar paros en la línea de producción.

Características:

- El enfoque único de incorporación automatizada de transportistas de Shippeo está enfocado en la velocidad y la calidad, así como el aprovechamiento de la automatización, proporcionando un equipo de soporte dedicado.
- El algoritmo ETA patentado de Shippeo utiliza el aprendizaje automático con mayor precisión permitiendo anticipar problemas rápidamente. Dichas predicciones contribuyen a administrar de manera eficiente las excepciones y mitigar su impacto.
- Shippeo le brinda información clara sobre las operaciones de transporte, lo que lo ayuda a tomar mejores decisiones basadas en datos. La precisión de la información de entrega permite medir de manera confiable el rendimiento de la entrega, realizar un análisis de la causa raíz y descubrir áreas de mejora.
- La colaboración del equipo se lleva a cabo de forma optimizada debido a que usuarios internos y externos pueden colaborar para saber con anticipación el estado en tiempo real y la ETA predictiva de sus entregas.
- Tipos de solución: APIs y Componentes Técnicos.
- Funciona con: Nube industrial y SAP Business Network para Logística.
- Solución en la nube. Este producto está diseñado para ser entregado a través de una red como un servicio en la nube.
- Asistencia al usuario proporcionada. Se brinda asistencia para permitir que todos los usuarios de destino instalen, configuren y usen la solución.
- Se integra con las soluciones SAP Cloud. Este producto se integra con las soluciones en la nube de SAP utilizando API e interfaces estándar aprobadas por SAP.
- Implementado en el servidor. Este producto es una solución local/alojada diseñada para descargarse e implementarse en un servidor.
- Solución de software como servicio. Este producto se entrega en línea como un servicio de suscripción.
- Implementado a escala en el dispositivo. Este producto está diseñado para descargarse e implementarse a escala en dispositivos (por ejemplo, aplicaciones móviles, agentes inteligentes, etc.)

ZETES

Fundada en: 1984

Sede: Bruselas con filiales en Bélgica, Dinamarca, Alemania, Francia, Irlanda, Israel, Italia, Países Bajos, Portugal, España, Suiza y Reino Unido

Sitio Web: <http://www.zetes.com/es#visibility>



zetes

Zetes Industries es una empresa paneuropea líder en la industria de servicios y soluciones de valor añadido para la identificación automática de mercancías y personas. Zetes utiliza tecnologías emergentes y maduras (código de barras, reconocimiento de voz, RFID, tarjetas inteligentes, biometría) y desarrolla marcos de arquitectura de soluciones para optimizar el rendimiento comercial de muchos clientes de diferentes segmentos del mercado: fabricación, transporte, logística, comercio minorista, atención médica, finanzas, telecomunicaciones, gobierno y servicios públicos.

Zetes, ofrece soluciones de identificación automática, captura de datos y movilidad, es socia tecnológica en sistemas de identificación automática y captura de datos de DHL, líder logístico internacional, tras implantar soluciones de identificación y captura de datos para optimizar los procesos logísticos de los centros que la compañía tiene por toda España.

Las soluciones de la Cadena de Suministro para fabricantes tienen por objetivo la conexión en tiempo real que abarcan desde las operaciones de fábrica y almacén hasta la distribución y entrega. Estas soluciones dotarán a la empresa de agilidad, trazabilidad y visibilidad sobre los productos, personas, activos y procesos.

Características:

- Ajustado a las últimas normativas de trazabilidad
- Reducción del inventario
- Control del rendimiento de los proveedores y cumplir con plazos de entrega estrictos.

Con motivo de los resultados de un experimento que fue realizado como primicia mundial en la filial belga de DHL en el 2004, ahora la tecnología de voz forma parte también de las operaciones diarias de este grupo logístico en España. La aplicación desarrollada por Zetes es para cubrir los procesos de picking de cada centro logístico, está basada en dispositivos de voz de T2 y T5 de “Vocollect” e integrada directamente con los sistemas de gestión de almacenes con los que DHL trabaja, Infolog y ADAIA según el centro. Esta integración permite el intercambio de información entre el sistema de gestión de la compañía y el sistema de captura de datos basado en voz.

Una de las ventajas competitivas que ofrece la voz a ”DHL Supply Chain” es que los trabajadores tienen manos y ojos libres, obteniendo una mayor productividad y precisión en los pedidos al eliminar los errores más típicos en este tipo de operaciones, ya que sus centros logísticos anteriores están dedicados a clientes concretos del sector de ventas al minorista y requieren un manejo de mercancías continuo, además tienen una gran rotación de producto, productos de gran consumo, que requieren en algún caso trabajar en ambientes refrigerados en los que los empleados han de llevar guantes y/o casco.

Ventajas del trabajo con sistema de voz

Las ventajas de trabajar con un sistema de voz no se limitan a la preparación de pedidos, es viable y eficaz en otras muchas áreas del almacén y para otras operaciones en el mismo, el sistema conduce a mejoras y ahorros significativos: para la ubicación de las mercancías en los estantes, la clasificación de los productos, la elaboración del inventario, el control de las existencias en tiempo real, el control de la calidad.

Ventajas de las soluciones de la Cadena de Suministro para fabricantes:

- Gestión de inventarios exacta.
- Tramitación de pedidos con más garantías.
- Visibilidad total en la Cadena de Suministro.
- Gestión eficiente de la retirada de productos.
- Mejor relación con los proveedores.
- Gestión eficaz de los activos.
- Control de calidad, autenticación de los productos y protección de la marca.
- Eficiencia, exactitud y visibilidad de los procesos.

- Aplicaciones ágiles y escalables para readaptar los procesos en caso necesario.
- Soluciones de acuerdo con el área de implementación.
- Trazabilidad de los productos con procesos seguros de identificación, serialización y agregación.
- Etiquetado y serialización de los productos.
- Agregación y establecimiento de la procedencia electrónica
- Autenticación de los productos.
- Verificación de envíos.
- Gestión de pedidos con exactitud y puntualidad, incluso en los entornos más complejos.
- Readaptación de la gestión de almacén.
- Mayor eficiencia y precisión de la preparación de pedidos.
- Reducción del inventario.
- Exactitud de los envíos.
- Control de los canales de distribución para garantizar la exactitud de las entregas.
- Comprobantes de entrega.
- Trazabilidad de eventos.
- Gestión de los activos retornables.
- Entrega directa en tienda.
- Venta móvil.
- Visibilidad total.
- Información en todo momento y lugar para reducir el riesgo y tramitar los pedidos con exactitud.
- Trazabilidad de todas las mercancías y procesos.
- Visibilidad sobre todos los eventos que tienen lugar y los que no, así tendrá capacidad de reacción.
- Visibilidad sobre todos los proveedores y otras partes interesadas.
- Gestión de activos retornables.

Principales soluciones.

1. Reducción de la complejidad de los sistemas informáticos. Es posible ampliar las funcionalidades de cualquier tipo de sistema MES, ERP, WMS o TMS. Se puede gestionar la infraestructura móvil de forma centralizada con una única plataforma.
2. Un único proveedor. Los conocimientos y alianzas estratégicas con las principales marcas de hardware permiten ofrecer las tecnologías más innovadoras. Para necesidades de serialización e identificación, se puede utilizar el software, sistemas de etiquetado y marcaje diseñados y creados internamente.
3. Planes de asistencia flexibles. Zetes ofrece servicio de asistencia completo en cada paso del proceso: consultoría, gestión de proyectos, servicios totalmente gestionados y servicios propios de mantenimiento y reparación. Garantiza el funcionamiento ininterrumpido de su cadena de

KOSMOS GPS

Fundada en: 1999

Sede en: México

Sitio Web: <https://kosmosgps.com/nosotros/>

Kosmos GPS es una empresa mexicana con reconocimiento nacional que brinda servicios de calidad y soluciones vanguardistas.



Características:

- Taller de Instalación. Acceso a equipo de instaladores altamente capacitados para realizar la correcta integración de los dispositivos a las unidades.
- Infraestructura. La infraestructura integra sistemas redundantes para evitar la pérdida de datos y garantizar una comunicación continua ante cualquier eventualidad.
- Reacción. KOSMOS GPS brinda soluciones desde un botón de pánico hasta un robo confirmado permitiendo la recuperación del activo.
- Equipos de Rastreo y Telemetría. Alta tecnología en soluciones de geolocalización vehicular, seguridad y control de recursos logísticos.

- Monitoreo Dedicado. Central y personal de monitoreo capacitado para brindar atención 24/7 los 365 días del año.
- Plataforma. Utiliza la plataforma DRACO, para garantizar un servicio continuo sin interrupciones.

Principales soluciones:

1. Rastreo Satelital. Trabajo con alta tecnología para brindar soluciones de Localización y Rastreo Satelital de: vehículos, unidades de carga, personas, mercancía, entre otros.
2. Monitoreo. Kosmos ofrece el seguimiento puntual y monitoreo 24/7.
3. Control de Combustible. La solución *Kosmos Fuel* es una herramienta especializada capaz de detectar en tiempo real las cargas y descargas de combustible (DIESEL) por medio de sensores digitales.
4. Control de Temperatura. La solución *Kosmos Cooler* permite obtener informes gráficos sobre los niveles de temperatura del transporte refrigerado brindando protección a la mercancía.
5. Videovigilancia. Por medio de la Inteligencia Artificial ADAS y DSM se tiene acceso a videograbación en cabina, pasillos, compartimentos de carga o exterior. Monitoreo en tiempo real de los hábitos de manejo de los operadores.
6. Accesorios de Seguridad. Con los accesorios de seguridad se permite el control de los desenganches y evita apertura de puerta en zonas no autorizadas.

Productos:

- Soluciones de rastreo satelital.
- Monitoreo en tiempo real mediante rastreo vehicular con GPS.
- Botón de pánico ante emergencia vehicular o personal.
- Optimización de las operaciones logísticas.
- Mayor rendimiento, gestión y planificación de recursos.
- Reportes históricos de recorridos, velocidades, consumo, etc.
- Podrás visualizar la rentabilidad del número de operaciones diarias y mucho más.
- Soluciones de telemetría.

- Control de Temperatura. KOSMOS COOLER. Implementación de sensores de temperatura en las unidades refrigeradas generando informes de los niveles de temperatura para no sufrir daños en mercancía perecedera.
- Control de Combustible. KOSMOS FUEL. Es la opción que utiliza sensores alámbrico e inalámbricos para el control de Diesel de flotas, así como monitorear el rendimiento de los recursos por viaje y fecha.
- Soluciones de videovigilancia vehicular.
- Cámara ADAS Y DSM.
- Inteligencia Artificial con:
 - Transmisión de eventos de manejo
 - Cámara a cabina y carretera
 - Biometría facial
 - Video clip de 10 segundos (configurable)
- Cámara de video para cabina.
- Grabación de hasta 72 hrs sobre escrita.
- Transmisión en tiempo real (opcional).
- Compatible con módulo Wifi (opcional).
- Tecnología 3G y 4G.
- Cámaras internas y externas con micrófonos.

SAMSARA

Fundada en: 2015.

Sede en: San Francisc, EE. UU.

Otras sedes: Alemania, Canadá, México, Reino Unido.

Sitio Web: <https://www.samsara.com/>



Ilustración 17. Logo Samsara. Fuente: (Samsara, s.f.)

Samsara es una plataforma que brinda soluciones integrales para el seguimiento de flotas y equipos. A través del uso de GPS da seguimiento a vehículos mostrando su ubicación en tiempo

real y complementa dicha información con otros informes permitiendo obtener resultados que implican mejoras en la planificación de rutas, gestión de personal de transporte y compartir los tiempos estimados de llegada con los clientes. Así mismo, permite monitorear diferentes elementos gracias a la integración de cámaras en los vehículos y alertas que permiten medir parámetros de seguimiento, así como de seguridad del conductor como: exceso de velocidad, condiciones de motor y perímetro permitido.

Dentro de la lista de operaciones que se pueden gestionar por medio de esta plataforma se encuentran: Telemática de vehículos, Flujos de trabajo y controladores, Monitoreo de equipos, Seguridad basada en video y visibilidad del sitio.

Los dispositivos que se utilizan para brindar las soluciones de Samsara proporcionan actualizaciones de tráfico en tiempo real, contribuyendo a evitar las paradas innecesarias y proporcionando información sobre el vehículo como el rendimiento y eficiencia de este, así como de uso de combustible y averías del motor u otros elementos.

El funcionamiento de la plataforma consiste en la recolección de información por medio de sensores y hacer la conexión con la información en la nube.

El proceso comienza cuando los sensores registran y transmiten datos del conductor y del vehículo a través de la red 4g o conexión Wifi. Además de la incorporación de una cámara de doble cara impulsada por Inteligencia Artificial que monitorea la cabina del conductor, detectando eventos como conducción errática, pasar una luz de alto, excesos de velocidad, eventos de inseguridad, etc. Posteriormente, el video es enviado a la plataforma para tener acceso a él en cualquier momento de forma remota por medio de un dispositivo móvil habilitado por el administrador.

Otro elemento que complementa este sistema de seguimiento son los botones de pánico, cuya función consiste enviar una grabación de video en cuanto son presionados o activados, o bien el administrador puede acceder a ellos en cualquier momento ya que cuenta con la función de transmisión en vivo.

La plataforma permite configurar diferentes alertas o recibir notificaciones frente a eventos relacionados con el estatus de los dispositivos, conductor, ubicación, mantenimiento y seguridad. Este tipo de notificaciones se reciben mediante correo electrónico y mensaje de texto cubriendo

eventos como desconexión de cámaras falla del vehículo, riesgos de conducción e infracciones de las horas de servicio.

Por medio de la plataforma se pueden ejecutar diferentes informes sobre un conductor y/o vehículo pudiendo seleccionar diferentes aspectos a evaluar, por ejemplo:

- **Actividad y combustible:** Dentro de este informe se pueden considerar 25 aspectos monitoreados, que incluyen mediciones del consumo de combustible, el costo, paro de motor, revoluciones ralenti, eficiencia del conductor, distancias y rutas, exceso de velocidad y conducción por inercia.
- **Seguridad:** El informe incluye 15 aspectos a evaluar dentro de los que se pueden contemplar: Velocidad máxima a permitida, incidentes, modo de manejo o movimientos bruscos, aceleración y frenado.
- **Cumplimiento:** Contempla 7 aspectos de los conductores cuando están dentro y fuera del servicio como tiempo de espera en patio, tiempo dentro y fuera de servicio y tiempo que pasan entre negocios de la misma compañía.
- **Mantenimiento:** este informe brinda información del DVIR (informe de inspección del vehículo del conductor

Las opciones para implementar la plataforma se ofrecen para dispositivos móviles (Android/Apple) así como información en la nube (SaaS), excluyendo a dispositivos de escritorio como Windows Linux, etc. La plataforma pone a disposición dos tipos de aplicaciones móviles para su funcionamiento, siendo una de ellas *Samsara Fleet* enfocada para uso de los administradores y *Samsara Driver* para conductores.

Debido a la facilidad de uso y configuración personalizable es posible ajustar la plataforma de Samsara según sean los tamaños de flotillas y organizaciones, desde 1 hasta más de 50 elementos para dar seguimiento; en la plataforma se ofrece la personalización de diferentes herramientas según el tamaño y giro de la organización entre otros elementos como tipos de dispositivos a rastrear, perímetros, temperatura en caso de ser vehículo de refrigeración, condición de neumáticos, entre otros. Algunos de los giros empresariales a los que está orientada Samsara incluyen el sector de construcción, campo, transporte, de distribución de alimentos y bebidas, Gobierno estatal y local.

No hay información del proveedor sobre los precios por el uso de la plataforma, sin embargo, ofrece un periodo de prueba gratuito de 30 días y posterior a este es necesario adquirir una licencia de suscripción anual o por dispositivo que incluye soporte técnico para los usuarios y el uso de la aplicación y capacitación personalizada; algunos elementos secundarios pueden tener un costo extra. El soporte técnico se brinda de forma personal a través de correo electrónico y llamada telefónica.

El programa de capacitación de Samara consiste en atención en línea de forma personal, seminarios Web y documentación necesaria para hacer uso de la plataforma.

Algunas de las principales características que ofrece la plataforma se pueden clasificar en:

- Seguridad. Se refiere a identificar y actuar ante la posibilidad de riesgos de seguridad importantes.
- Telemática. Desde un solo panel puede gestionar y administrar todos los vehículos de la flota de la organización.
- Monitoreo de Equipos. Rastreo y monitoreo de equipos, remolques u otros activos de forma remota.
- Visibilidad de Sitio. Visibilidad y administración de sitios e instalaciones de forma remota con seguridad de videograbaciones.
- Mantenimiento. Reducción de costos debido a la detección proactiva de problemas de motor y alertas de mantenimiento preventivo con apoyo de los informes de actividad del motor y del vehículo.
- Informes. Los datos recopilados en tiempo real se pueden convertir en informes procesables e información accesible.
- Integración de datos. Conexión de datos clave desde diferentes dispositivos y aplicaciones.
- Eficiencia. Reducción de costos, optimización de tiempos, mejores flujos de trabajo e incremento de la productividad empresarial.
- Sustentabilidad. Con los informes de vehículo se puede mejorar de forma significativa el grado de e impacto ambiental de las flotas.
- Hardware para operaciones
- Cámara de tablero doble cara con IA

- Botón de pánico
- Punto de acceso Wifi
- Puerta de enlace para activos con y sin alimentación (GPS de alta precisión con sensores inalámbricos) Diferentes especificaciones y modelos.
- Powered Asset Gateway + se conecta a sensores inalámbricos de temperatura y humedad, puertas y carga para monitorear las condiciones de carga en tiempo real
- Sensores para monitoreo ambiental, apertura de puertas, peso de cargas

TELETRAC NAVMAN

Fundada en: 1988. En el año 2015 se fusionó con la empresa Navman Wireless, de propiedad taiwanesa, un fabricante de dispositivos de navegación GPS.

Sede en: Orange CA, EE. UU.



Sitio

Web:

<https://www.teletracnavman.com.mx/>

Teletrac Navman es un proveedor global de software como servicio (SaaS) de rastreo de flotas vía GPS a través de la nube. Por medio de la plataforma pone a disposición de los usuarios una serie de herramientas para la gestión de flotas, así como la recolección de datos para optimizar operaciones.

A través de esta plataforma los operadores de flotas tienen visibilidad completa de los vehículos y activos en tiempo real, además de obtener datos sobre el rendimiento de combustible, uso y servicio de las unidades.

El software está diseñado para empresas de todos los tamaños desde 2 hasta 500 o más trabajadores.

El funcionamiento de la plataforma y software se basa en la utilización de dispositivos habilitados con GPS que permiten el seguimiento y monitoreo de flotas, así como acceso a estado del vehículo e información del conductor en tiempo real y de forma remota. Impulsado con Inteligencia

Artificial y aprendizaje automático es posible impulsar la gestión de flotas debido a que con los datos recolectados por el software se crean informes sobre diferentes elementos de la flota y se da acceso a información de forma simplificada para mejorar la productividad.

Características de la Plataforma:

- **Visibilidad Universal de la Flota.** El seguimiento de la flota es de forma remota mediante el seguimiento GPS para activos móviles y fijos.
- **Cumplimiento.** Automatización de reportes al tiempo que sincroniza, registra y almacena datos en la nube para tener acceso a la información. Además de cumplir con las regulaciones correspondientes.
- **Seguridad.** Diferentes soluciones de seguridad tanto para personas como para los activos.
- **Mantenimiento y combustible:** La plataforma ofrece programas de mantenimiento preventivo con base en el monitoreo de los vehículos y se generan alertas sobre la forma de manejo, funcionamiento de motor para garantizar la rentabilidad de la flota.
- **Inteligencia de negocios:** Con la creación de reportes personalizables se pueden establecer objetivos y medir rendimientos empresariales además de contar con la información para mejorar la toma de decisiones.

La plataforma se divide en 3 categorías de productos con diferentes objetivos para ajustarse a las necesidades de la organización del usuario.

- a) **Esencial.** Visibilidad de operaciones, activos y conductores. Incluye actividades de rastreo, mantenimiento, reportes y enfoque para flotas pequeñas.
- b) **Profesional.** Solución que incluye seguridad e integraciones de terceros. Engloba las actividades del plan esencial sumando el uso de cámaras integradas, sensores, análisis de seguridad y analítica de datos.
- c) **Empresarial.** Solución personalizada creada para negocios. Sumándose a este plan el soporte de servicios profesionales y análisis personalizados.

Las soluciones otorgadas por esta plataforma varían dependiendo el sector de la organización que lo utiliza, dentro de la lista de soluciones se encuentra la industria de transporte de carga, manufactura, construcción, distribución y refrigeración.

Algunas de las soluciones de acompañamiento para configuración de la plataforma que se brindan al usuario para el uso de la plataforma.

- Soporte bilingüe.
- Aprendizaje contextual: Soporte guía para aprender las funciones y módulos del panel.
- Ayuda director: Cuenta con un apartado de ayuda para proporcionar información sobre la configuración de elementos del sistema.
- Entrenamiento vía Web. Sesiones de capacitación Web con entrenadores expertos.
- Capacitación presencial. Capacitación personalizada presencial para el usuario.
- Datos de costos privados.

ROAMBEE

Fundada en: 2014

Sede: Santa Clara, California, EE. UU.

Sitio Web: <https://www.roambee.com>



Roambee es una plataforma que brinda soluciones de monitoreo integral impulsada por IA permitiendo a las empresas monitorear bienes y activos en tiempo real e impulsar la eficiencia operativa, reducir pérdidas y aumentar rentabilidad. La información recolectada se puede visualizar en la plataforma por medio de un dispositivo móvil.

El objetivo principal del sistema es permitir el control de envíos y activos de la Cadena de Suministro por medio de hardware y sensores, así como análisis de datos en la nube que permiten un monitoreo de flota automatizado a la vez que se realizan informes con parámetros estipulados por el usuario o bien generarlos de forma automática con los aspectos que se requieran.

El funcionamiento consiste en el envío de señales de la Cadena de Suministro, altamente precisas y basadas en sensores de IOT. Así mismo ofrece visibilidad verificable de la Cadena de Suministro.

Para obtener datos globales en tiempo real Roambee utiliza hotspots Bluetooth/Wi-Fi/GSM con Beacons que complementa con la plataforma *Roambee Honeycomb* y la aplicación móvil.

Algunas de las funciones más importantes que ofrece la plataforma:

- Gestión de inventarios, proveedores, transporte, mantenimiento.
- Métricas de rendimiento.
- Planificación de ventas y operaciones.
- Seguimiento de conductores.
- Seguimiento de pedidos.

Gracias a las funcionalidades que ofrece la plataforma es posible monitorear y dar seguimiento a pedidos, activos en interiores y exteriores, así como las condiciones físicas de bienes en tránsito. Con la integración de diferentes acciones como la recolección de datos, el uso de herramientas predictivas y la analítica de datos, Roambee permite tener información confiable sobre los elementos a los que se desea dar seguimiento permitiendo conocer las estimaciones de tiempos de llegada, ubicación, analizar rutas, detectar anomalías y recibir notificaciones de ello, comparar la eficiencia de los operadores e incluso controlar condiciones ambientales dentro de los transportes como humedad, temperatura, presión e iluminación. Algunos ejemplos de los sectores más comunes donde se puede implementar este tipo de plataforma abarcan organizaciones del sector alimenticio, electrónica, farmacia, químicos, automotriz, embalaje, logística entre muchos ejemplos más, pues la plataforma es personalizable según sean las necesidades del usuario y el equipo se puede acoplar a diferentes tipos de mercancía o activos.

Algunas de las organizaciones globales más importantes asociadas con Roambee: Huawei, Oracle, T Mobile, Ingram, etc.

La plataforma ofrece un servicio bajo demanda, es decir, el costo es por lo que se usa y los elementos de hardware, software, conectividad y herramientas necesarias para su uso están incluidas en los costos. En cuanto al precio de la licencia se ofrece un periodo de prueba gratuita y los costos se estiman en promedio de \$20 USD por mes.

Las herramientas tecnológicas que otorga la plataforma dependerán del tipo de plan o servicio que sea seleccionado, ajustando cada elemento según sea el giro o tipo de organización. Ejemplo de los sensores que se utilizan:

- BeeTrac: Diseñado para el seguimiento de ubicación en vivo de bienes o activos y trabajo en tecnologías 2G o de banda estrecha durante semanas de envío o viajes de activos. Existe una variante solar.
- BeeBeacon: Diseñado para ampliar la visibilidad de la ubicación de cada paquete dentro de un envío.
- BeeFleet. Diseñado para conectarse directamente al vehículo o equipo para obtener datos de ubicación, estado, utilización y rendimiento de la flota en tiempo real.
- AirBeeSense: Construido para detectar la ubicación y el estado de los envíos aéreos; funciona en celular/Wi-Fi.

De acuerdo con el sitio Web de Roambee algunos de los beneficios más importantes para el cliente:

- El monitoreo en tiempo real permite la visibilidad de extremo a extremo de todos activos
 - Datos procesables e informes a través de la plataforma Roambee y la aplicación móvil garantiza que los datos de activos generen información
 - Roambee es independiente del modo de transporte permitiendo, envío y monitoreo del nivel del paquete por carretera, aire o mar a nivel local y globalmente
 - El servicio administrado bajo demanda no requiere un pago inicial inversión en hardware/software o conectividad de datos y es 100% pago por uso
 - La infraestructura en la nube permite una rápida implementación y escalabilidad
 - La plataforma API abierta hace la integración con los sistemas existentes simple y rápido
 - Los dispositivos inteligentes constituyen una matriz de sensores encerrados en carcasas resistentes y baterías de larga duración y pueden adaptarse a cualquier necesidad
 - Atención al cliente de calidad proporcionada por un monitoreo bien capacitado servicio
- 24/7/365

EASYTRACK

Fundada en: 2004

Sede: Zapopan, JAL, México

Sitio Web: <https://easytrack.mx/>



Ilustración 20. Logo EasyTrack. Fuente: (Easy Track, s.f.)

EasyTrack es una empresa mexicana enfocada en la fabricación de sistemas de localización satelital con tecnología GPS que brinda soluciones en la administración de vehículos y personal operativo, su misión principal consiste en mejorar el control e incrementar la productividad de las organizaciones mediante el uso de sensores y otros accesorios tecnológicos que permitan el seguimiento de diferentes actividades de la Cadena de Suministro.

El servicio más importante que ofrece Easytrack es el rastreo satelital GPS; con esta herramienta se puede llevar a cabo un seguimiento de gasto de combustible, seguridad, administración de recursos, control de la cadena de frío, monitoreo de tiempos y movimientos, así como mantenimiento preventivo de diferentes activos de la organización.

Para ejecutar el sistema de rastreo GPS y obtener el servicio de seguimiento se requieren otros elementos tecnológicos para la recolección de datos como los sensores y dispositivos inalámbricos, tecnologías de comunicación como red 3G y 4G de cobertura extendida, infraestructura, cámaras con Inteligencia Artificial y una plataforma Web de rastreo., todos estos elementos son puestos a disposición por el proveedor del servicio.

La integración de los elementos tecnológicos y herramientas da como resultado una solución completa para el monitoreo de diferentes acciones tanto del personal, vehículos y cargas.

Algunas de las ventajas más importantes:

- La infraestructura: Cuenta con una plataforma de rastreo con sincronización de datos en la nube.
- Personalización: Los servicios se pueden acoplar a las necesidades de cada cliente.
- Central de Monitoreo e inteligencia: Es posible el rastreo de unidades de cualquier proveedor de rastreo satelital.

- Todos los tamaños de organización: Seguimiento sin mínimo de unidades, desde 1 hasta 1,000+.
- Sensores de alta tecnología. Alimentación solar, reportes automáticos cada 5,15 y 60 minutos, acelerómetros internos que permiten enviar alertas al detectar aceleraciones del vehículo, resistente a situaciones ambientales extremas, mantenimiento a largo plazo (incluso hasta 10 años).

Las soluciones brindadas por el proveedor incluyen acciones de monitoreo de:

- Botones de pánico.
- Cuando se pierde reporte de alguna unidad
- Vigilancia de perímetros permitidos.
- Sabotaje o pérdidas de señal.
- Paradas no autorizadas
- Uso no autorizado
- Control de combustible
- Exceso de velocidad
- Hábitos de conducción.
- Condiciones físicas de los activos.
- Detección de situaciones de riesgo.

Algunas de las empresas que trabajan con Easytrack: Uber, CFE, Gas 1, Peñafiel, Sigma alimentos, Pilot.

FLEETUP

Fundada en: 2013

Sede: California, EE. UU.

Sitio Web: <https://fleetup.com/>



Ilustración 21. Logo FleetUp. Fuente: (Fleet Up, s.f.)

Es una plataforma donde se visualiza en tiempo real vehículos, contenedores, equipos y conductores a través de un software central basado en la nube.

Esta plataforma facilita la comunicación, el envío y recepción de datos de telemetría, análisis de combustible, predicción del mantenimiento de los vehículos, e incluso Geocercas dinámicas. Cuando ocurre un incidente, esta plataforma informa al propietario en los siguientes 10 segundos, críticos para una respuesta rápida y una resolución de problemas de manera eficiente.

Fundada en 2013 en Silicon Valley, California, FLEETUP es una empresa B2B, especializada en el software de movilidad industrial. Utiliza los beneficios de la nube mostrando en tiempo real ubicación GPS de los activos, lugares de trabajo, estado del vehículo, estado de las horas de trabajo del operador. Los beneficios de la nube son:

- Se puede visualizar en computadoras de escritorio y dispositivos móviles
- Información instantánea
- Sin instalación
- información completa

FLEETUP propone 4 pilares para la automatización de flotas:

- Automatizar la recopilación de datos
- Automatizar el análisis de datos
- Automatizar las tareas de gestión
- Automatizar los procesos que optimizan toda la operación

Y ofrece servicios como automatizar los pedidos, el apoyo de una Inteligencia Artificial que acompañe a los operadores y les avise de un manejo peligroso o cuando rompen los límites de seguridad. Al igual que da información al personal de mantenimiento sobre las necesidades de los vehículos, manda notificaciones, SMS, y correos al equipo de seguridad para que estén informados en todo momento.

FLEETUP tiene un sistema de Inteligencia Artificial que vigila las operaciones de la empresa e interviene en cuando es necesario, avisando al equipo y proponiendo soluciones a los problemas.

Además, pone a disposición equipos como cámaras de Inteligencia Artificial de última generación, que graba video y lo almacena en una memoria y en la nube para su posterior examinación y análisis.

5.2.1 Tabla comparativa de proveedores de soluciones de localización.

A partir de la información obtenida de acuerdo con cada proveedor de soluciones de localización, se pudo elaborar la siguiente tabla comparativa en la que se enlistan algunas de las características más importantes de estos sistemas. De acuerdo con la *tabla 2*, los proveedores de sistemas de localización ofrecen productos muy similares considerando que las diferencias entre estos son las tecnologías que utilizan para llevar a cabo el rastreo de vehículos, así como la eficiencia de estos.

Características/ marca	Project 44	FourKites	Shippeo	Zetes	Kosmos	Fleet Complete	Samsara	Teletrac	Roambee	Easytrack	Fleet Up
Personalización según el tamaño de la empresa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ubicación en tiempo real	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rastreo de transporte terrestre	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rastreo de transporte aéreo	●	●									
Rastreo de transporte marítimo y contenedores	●	●	●	●					●		●
Monitoreo de condiciones de motor	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
Monitoreo de condiciones físicas	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
Monitoreo de formas de manejo					●		●	●	●	●	●
Video vigilancia					●	●	●			●	●
Botones de pánico					●	●	●			●	
Creación de informes	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
Capacitación personal	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Privacidad de datos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Hardware incluido	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Tabla 2. Tabla comparativa entre los proveedores de plataformas de localización. Fuente: Elaboración propia.

Cada plataforma ofrece valor agregado en sus servicios, sin embargo, dependerá del giro y tamaño de la organización seleccionar la opción que más se adecue a las necesidades de trazabilidad.

Algunos de los proveedores brindan soluciones que incluyen todas las actividades de la Cadena de Suministro mientras que algunas de ellas únicamente ofrecen tecnología para realizar actividades de localización de diferentes elementos tanto físicos como humanos.

La información de las plataformas coincide y garantiza que poseen interfaz eficiente para ejecutar de forma eficiente sus aplicaciones y sitios Web para dar respuesta inmediata ante cualquier situación que se pueda presentar durante el monitoreo de los elementos.

5.3 Implicaciones organizativas.

Con el desarrollo acelerado de la Industria 4.0 las herramientas tecnológicas han sido adoptadas por múltiples organizaciones que han evolucionado hacia la automatización y digitalización de diferentes procesos y a su vez han optado por incluir diversos tipos de estas herramientas en sus diferentes unidades y procesos.

Es necesario e importante contar con la mayor información posible sobre nuevas implicaciones tecnológicas para prevenir y evitar fallas u obstáculos durante la implementación de estas para asegurar el éxito de dicha implementación y obtener resultados favorables.

En el marco de la Logística 4.0 y la Cadena de Suministro inteligente las herramientas tracking o de seguimiento de la cadena de valor han tomado fuerza e importancia pues representan mejoras significativas en el seguimiento de activos, transporte, personal y otros tipos de capital de valor de la empresa.

La implementación de programas integrales de seguimiento requiere de estrategias perfectamente planeadas y con la participación del elemento humano. Como toda nueva implementación al inicio resultará normal que se presente cierto grado de resistencia ante los cambios y más aún con las herramientas de monitoreo pues las personas pueden pensar que se invade su privacidad y que sólo se trata de algún tipo de espionaje hacia ellos y su trabajo, sin embargo es muy importante tratar la información con la transparencia y ética necesaria para que eventualmente puedan confiar en que la implementación de estos sistemas significa un beneficio para toda la organización e incluso puede facilitar algunas de sus actividades laborales.

De acuerdo con el proveedor de servicios de seguimiento INFORMAP (2019) propone 6 “reglas” a considerar antes de la implementación de este tipo de plataformas.

1) Informar con antelación.

Es recomendable convocar a una reunión de personal y mencionar lo siguiente: "nuestra empresa tiene que utilizar la última tecnología disponible para el sistema de gestión de recursos móviles", ya que la mayoría de las principales industrias la utilizan para gestionar sus activos móviles. Y mencionar que la tecnología también se utiliza como parte del sistema, el GPS para obtener la posición. Esta tecnología es necesaria debido al aumento del costo del combustible y la necesidad de mantener el vehículo a tiempo y optimizar el uso del vehículo. Además de explicar las principales ventajas:

- Los sistemas de seguimiento son una prueba para el personal y los gerentes

No necesita responder preguntas de la oficina que justifiquen dónde se encuentra en cualquier momento. El Gerente puede ver dónde se encuentra y los motivos del retraso en la carretera. El sistema de seguimiento ayuda a probar su paradero. Si llega tarde o hace horas extra, su pista se mantendrá como prueba. No hay más peleas por sus reclamos de horas extras. Durante su revisión, su comportamiento de conducción se puede utilizar en el KPI.

- Ahorro en facturas telefónicas y mejor comunicación.

Ya que no hay necesidad de que la oficina llame continuamente preguntando por la ubicación del personal y devolver la llamada a la oficina para comunicar que se ha comunicado con la empresa ahorrando gastos de facturas telefónicas.

- Identificar quién usó el vehículo cuando hay incidentes.

De esta manera se puede tener claridad y certeza del uso de los vehículos, así como claridad en cuestiones de seguridad.

- Mejor distribución del trabajo y asignación del trabajo.

Al contar un sistema de rastreo GPS, la oficina puede identificar al conductor más cercano y solicitar algún tipo de trabajo en lugar de pedir a un conductor lejano que lo realice, permitiendo una menor carga y mejor distribución de la carga de trabajo entre todos los conductores

2) Explicar claramente cómo funciona el sistema.

- Algunos conductores/usuarios piensan que el sistema daña su salud debido a la radiación, es común que se generen todo tipo de especulaciones sobre el sistema en general, pero es crítico no eliminar estos conceptos erróneos.
- Eliminar el misterio de qué es el rastreo GPS, dónde está instalado, qué datos se adquieren y cómo se transmiten y cómo se utilizarán. Se debe permitir la participación del personal, si expresan sus dudas todas son validadas y se deberán responder con cooperación y comprensión.
- Eliminar los miedos y conceptos erróneos. Otro de los pensamientos recurrentes de algunos conductores es la idea de que las cámaras pueden grabar lo que están haciendo y que el jefe está escuchando todo el tiempo.
- Es posible que el personal se ponga nervioso cuando sienta que los rastrearán. Tranquilícelos dejándoles muy claro que el rastreo por GPS se está introduciendo para administrar y optimizar los vehículos y no para dañar a ningún conductor.

3) Hablar sobre el mantenimiento del vehículo y la seguridad del vehículo

Se pueden presentar problemáticas por no llevar a cabo un plan de mantenimiento adecuado en los vehículos de la flota, con la implementación del sistema de seguimiento el administrador de la flota sabrá qué vehículo enviar para el servicio y programarlos fácilmente. Y, además, hay que mencionar que al existir controles de velocidad se pueden llevar a cabo prácticas de conducción seguras.

4) Preguntar a los empleados sus ideas

Es importante involucrar a los empleados en la implementación escuchando sus ideas sobre cuándo programar la instalación y qué tipo de informes les gustaría ver como retroalimentación del sistema. De esta forma, forman parte de la implementación y podrán ver los beneficios positivos del cambio.

5) Determinar con antelación la posibilidad de que el personal no acepte completamente la nueva herramienta

Mientras que algunos conductores agradecerán que se les rastree y que se confirme su excelente historial de conducción, los conductores con problemas de rendimiento odiarán estar expuestos. Planifique con anticipación cómo abordará el desempeño deficiente, brindando a los conductores la oportunidad de realizar mejoras. Los conductores más eficientes, a menudo estarán satisfechos de que ya no tendrán que llevar una parte injusta de la carga de trabajo para compensar a los conductores de bajo rendimiento.

6) Es muy probable que los primeros 3 meses se presenten desafíos, pero a medida que pasen los meses se aceptará el sistema y será parte de la nueva cultura laboral (Informap, 2019).

CONCLUSIÓN.

Sin lugar a duda las revoluciones industriales, de la manera como se contextualizan en este trabajo, ponen de manifiesto el impacto de los avances tecnológicos y la forma de cómo influyen en el modo de hacer negocios de muchos sectores. En esta Cuarta Revolución Industrial representada por la interconectividad de los equipos o aparatos relacionados con los procesos productivos o servicios de las empresas; la función logística juega un papel fundamental como modelo en las cadenas de suministro de las empresas, razón por la cual el impacto del concepto de la Logística 4.0 pone de manifiesto su importancia, sobre todo con la necesidad de las empresas de saber el impacto que tienen sus operaciones y medir la rapidez de entrega o de movimiento de las mercancías, ya que el tiempo juega un papel fundamental en los indicadores en el nivel de servicio de una Cadena de Suministro.

Por ello la importancia de precisar los alcances y beneficios de los sistemas de localización y rastreo para ser utilizados en las empresas como una herramienta básica de seguimiento de procesos logísticos y su trascendencia dentro de los procesos.

Identificar el seguimiento de las mercancías de punto a punto analizar información en términos de tiempos de entrega, kilómetros recorridos, rutas de transporte, eficiencia de los recursos, y validar la responsabilidad de los conductores respecto al plan de reparto de mercancías, son algunos puntos importantes de los beneficios que tiene el implementar estas tecnologías en las empresas.

La implementación de dispositivos de geolocalización permite monitorear la información generada por el sistema de localización de los dispositivos, generar indicadores de desempeño por vehículo y generar un modelo de toma de decisiones, para hacer más eficiente la Cadena de Suministro en esta parte de la distribución de productos.

La implementación de estos sensores GPS permitirán conocer en tiempo real indicadores de la operación logística que se convertirán en información logística relevante. En cuanto a la información de control: datos de entradas y salidas de punto a punto, tiempo de estancia en sucursales o clientes, desvíos de ruta y estatus de cumplimiento. En cuanto a las alertas de comportamiento de conductor y funcionamiento de la unidad: tiempo excedido detenido en ruta, unidad en ocio, uso de unidad en horario no autorizado, comportamiento del operador, límites de velocidad y cumplimiento.

Esto se logra con los tableros de control de las plataformas que ofrecen los distintos proveedores de los sensores GPS y la posibilidad de extraer información para su manipulación e incrementar el análisis y manejo de información. Lo anterior descrito son algunos de los beneficios de impacto en la implementación de estas tecnologías.

En la combinación de las tecnologías referente a los sistemas de localización y rastreo, está el internet de las cosas que permite conocer en tiempo real lo que sucede con uno o varios equipos de transporte o mercancías, tecnologías móviles que están representadas por los diversos tipos de sensores que existen en el mercado y que pueden brindar todo tipo de información en la nube, que sería imposible compilar, procesar y entender los datos, resultado de la información que se genera dentro de un campo geográfico. Por último y lo más relevante, el impacto que se tiene como propuesta de valor en las operaciones y por ende el modelo de negocio, generando indicadores clave para la toma de decisiones impactando directamente en la productividad empresarial y en la experiencia de los clientes.

Las implicaciones que tiene el implementar este tipo de tecnologías significa para las empresas, dos temas importantes el primero la inversión que se tiene que hacer para lograr que sus vehículos o mercancías se pueda implementar, en algunos casos, las empresas pueden ser dueñas de la tecnología en términos de hardware sin embargo la mayoría de las empresas que ofrece este tipo de tecnología, ofrece el acceso a una plataforma donde la empresa puede visualizar el comportamiento logístico, y puede ser con rentas mensuales o anuales para el uso de esta plataforma. El segundo es tiene que ver con entender la tecnología y contar con el personal responsable de hacer el seguimiento, análisis y determinar los indicadores que puedan ser útiles para la toma de decisiones.

Finalmente las empresas y sobre todo las PYMES tienen una gran oportunidad en implementar estas tecnologías que les permitirán estar a la vanguardia en términos de información de su modelo logístico, que hoy, es una pieza clave del modelo de negocio de cualquier organización tener la claridad y transparencia de lo que sucede en términos de movilidad de mercancías, vehículos u herramientas logísticas que ayuden a brindar un servicio al cliente es la influencia estratégica clave de las organizaciones de hoy.

REFERENCIAS.

- Adriaenséns, M., & Flores, M. A. (2004). *Introducción a los negocios en un mundo cambiante*. México: McGrawHill.
- Advanced Mobile Group . (27 de Marzo de 2017). *RFID's Role in Industry 4.0*. Obtenido de Advanced Mobile Group : <https://www.advancedmobilegroup.com/blog/rfids-role-in-industry-4.0>
- ar racking . (26 de Julio de 2017). *Cadena de suministro*. Obtenido de ar racking: <https://www.ar-racking.com/es/actualidad/blog-soluciones-almacenaje/calidad-y-seguridad/cadena-de-suministro-o-supply-chain-que-es-y-caracteristicas#>
- ASPROMEC. (5 de Marzo de 2019). Obtenido de <https://aspromec.org/la-industria-4-0-y-sus-origenes/>
- Ballou, R. (1991). *Logística empresarial: control y planificación*. Madrid: Diaz de santos.
- Beetrack. (2019). *Tipos de código Stock Keeping Unit en productos*. Obtenido de Beetrack: <https://www.beetrack.com/es/blog/que-es-sku-tipos-de-codigo-stock-keeping-unit>
- BGH Tec Partner. (13 de Septiembre de 2021). *Sensores inteligentes: los aliados para migrar a la industria 4.0*. Obtenido de BGH Tec Partner: <https://www.bghtechpartner.com/2021/09/13/sensoresinteligentes/>
- Billa, A., Ibraheem, S., Alhammedi, A., Abdulla, Q., & Mardeni, R. (13 de Diciembre de 2020). *An Overview of indoor Localization Technologies: Toward IoT Navigation Services*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/346970341_An_Overview_of_Indoor_Localization_Technologies_Toward_IoT_Navigation_Services/citation/download
- Brau, S. (14 de Novimebre de 2018). *Sebastian J Brau*. Obtenido de <http://sebastianbrau.com/la-vision-de-la-industria-4-0-en-el-marco-de-la-feria-industrial-de-hannover-messe-en-2011/>
- Centro Español de Logística. (Noviembre de 2017). *La Gestión de la Cadena de Suministro en la era de la Industria 4.0*. Obtenido de CEL: <https://cel-logistica.org/cel-e-ibm-presentan-la-guia-la-gestion-de-la-cadena-de-suministro-en-la-era-de-la-industria-4-0/>
- Corona, L., Abarca, G., & Mares, J. (2014). *Sensores y Actuadores*. México: Grupo Editorial Patria.
- Deloitte España. (2016). *Los riesgos ocultos de un ciberataque*. Obtenido de Deloitte ES: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/governance-risk-and-compliance/articles/los-riesgos-ocultos-de-un-ciberataque.html>
- Easy Track. (s.f.). Obtenido de <https://easytrack.mx/>
- Elkader, M. (Octubre de 2019). *Logistics 4.0: Definition and historical background*. Obtenido de Research Gate: <https://www.researchgate.net/profile/Mohammad-Abd->

- Elkader/publication/336916467_Logistics_40_Definition_and_Historical_Background/links/5dba9cd992851c818019453a/Logistics-40-Definition-and-Historical-Background.pdf
- Equipo de redacción Drew. (29 de Noviembre de 2019). *DREW*. Obtenido de <https://blog.wear Drew.co/los-cambios-que-trae-la-industria-4.0>
- Ezzat, M., Kassem, S., & Abd Elkader, M. (29 de Octubre de 2019). *Logistics 4.0: Definition and Historical Background*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/336916467_Logistics_40_Definition_and_Historical_Background
- Férrandez, T., & Fraga, P. (07 de Mayo de 2018). *A Review on Human-Centered IoT Connected Smart Labels for The Industry 4.0*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/324997328_A_Review_on_Human-Centered_IoT-Connected_Smart_Labels_for_the_Industry_40
- Figeroa, F., Araiza, M., & Francisco, S. (2022). *El poder de la geolocalización, una revisión de literatura sobre el uso de la geointeligencia en el sector comercio*. Obtenido de EDUCATECONCIENCIA: <https://tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revistaeducate/article/view/486>
- Fleet Up. (s.f.). Obtenido de <https://fleetup.com/>
- Fourkites. (s.f.). Obtenido de <https://www.fourkites.com/es/>
- García, V. (11 de Noviembre de 2019). *La realidad aumentada como aliada en la industria 4.0*. Obtenido de Byte: <https://revistabyte.es/actualidad-it/realidad-aumentada/>
- Garrell, A., & Llorenc, G. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. España: Marge Books.
- Gibaja, D. (Septiembre de 2021). *Perspectivas de la industria4.0: Aristas de una revolución industrial*. Obtenido de UPRESS: <https://historioupres.upaep.mx/index.php/opinion/editoriales/innovacion-y-tecnologia/6586-perspectivas-de-la-industria-4-0-aristas-de-una-revolucion-industrial>
- González, I. (2018). *Estudio de la Ciberseguridad Industrial. Pentesting y laboratorio de pruebas de concepto*. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid: https://oa.upm.es/51807/1/PFC_ISIDRO_GONZALEZ_GALLEGO.pdf
- HRSC. (20 de Febrero de 2019). *INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES*. Obtenido de 4.0 Research: https://industry40marketresearch.com/blog/industry_4-0_technologies/
- Ibermática . (10 de Diciembre de 2019). Obtenido de Ibermática: <https://ibermaticaindustria.com/blog/la-integracion-elemento-clave-de-la-industria-4-0/>
- Industrial Transformation Mexico. (2021). *Modelo teórico del doble anillo*. Obtenido de Industrial Tranformation Mexico: <https://industrialtransformation.mx/i4-0/>
- Informap. (23 de Diciembre de 2019). *Implementing GPS Tracking System in Your Organization*. Obtenido de Informap: <http://informapuae.com/blog/implementing-gps-tracking-system-in-your-organization/>

- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2015). *Industria 4.0: fundamentos y alcances en el sistema eléctrico*. Obtenido de Repositorio : <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/636028/19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Irvan, S. (28 de Mayo de 2018). *INDUSTRY 4.0 : The Digital Technology Transformation*. Obtenido de Winix Technologies: <https://medium.com/@winix/industry-4-0-the-digital-technology-transformation-b23ba02a7dd2>
- Khelifi, F., Bradai, A., Benslimane, A., Rawat, P., & Atri, M. (01 de Junio de 2019). *A Survey Localization Systems of Internet of Things* . Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/327227837_A_Survey_of_Localization_Systems_in_Internet_of_Things
- Kosmos GPS. (s.f.). Obtenido de <https://kosmosgps.com/nosotros/>
- Lamb, C., Hair, J., & McDaniel, C. (2002). *Marketing*. México: International Thompson Editores S.A.
- Menezes, B. (01 de Enero de 2019). *Identification and Desing of Industry 4.0 Oportunities in manufacturing*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/figure/Industry-40-elements-discussed-in-this-work_fig1_338171513
- Mora, L. A. (2011). *Gestión Logística Integral* . Bogotá: ECOE.
- Mundo PMMI. (31 de Julio de 2019). *La robótica en la industria 4.0*. Obtenido de MUNDO PMMI: <https://www.mundopmmi.com/empaque/internet-industrial-de-las-cosas-iiot/article/14037278/smithers-para-la-robotica-en-la-industria-40-cinco-grandes-desafos-para-la-industria-del-empaque>
- OCI. (s.f.). *Artificial Intelligence*. Obtenido de Oracle: <https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/what-is-ai/>
- Oleskow, J. (Mayo de 2018). *The proposal of Logistics 4.0 maturity model*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Joanna-Oleskow-Szlapka/publication/325442697_The_proposal_of_Logistics_40_maturity_model/links/5b40a4740f7e9bb59b111e87/The-proposal-of-Logistics-40-maturity-model.pdf
- Oña, P. (11 de Diciembre de 2015). *Blog de Historia del mundo contemporáneo*. Obtenido de <https://blogdehaciendehistoria.blogspot.com/2015/12/el-carbon-la-fuente-de-energia-de-la.html>
- OSI. (20 de Septiembre de 2016). *Geolocalización: Virtudes y riesgos*. Obtenido de <https://www.osi.es/es/actualidad/blog/2016/09/20/geolocalizacion-virtudes-y-riesgos>
- PD Solutions. (09 de Junio de 2020). *What is Industry 4.0? Here's Everything You Need to Know*. Obtenido de PD Solutions: <https://www.pdsol.com/news/what-is-industry-4-0/>
- Pelegri, J. (19 de Febrero de 2019). *La Cuarta Revolución Industrial: Cobots y Automatización*. Obtenido de Universal Robots: <https://www.universal-robots.com/es/blog/la-cuarta-revolucion-industrial-cobots-y-automatizacion/>

- Pérez, A. (01 de Marzo de 2021). *Canales Sectoriales Interempresas*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/326887-Industria-40-el-poder-de-la-integracion.html>
- Pérez, R. (2020). *Cadena de suministro 4.0 y la cuarta revolución industrial*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de Lima: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/13062>
- Porter, M., & Heppelmann, J. (Noviembre de 2014). *How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*. Obtenido de Harvard Business Review: <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>
- Project 44. (s.f.). Obtenido de <https://www.project44.com/>
- Roambee. (s.f.). Obtenido de <https://www.roambee.com>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (Abril de 2016). *The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Obtenido de Semantic Scholar: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
- Samsara. (s.f.). Obtenido de <https://www.samsara.com/>
- Saturno, M., Vinícius, P., & Fernando, D. (30 de Julio de 2017). *Proposal of automation solutions architecture for industry 4.0*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/319944621_Proposal_of_an_automation_solutions_architecture_for_Industry_40#pf3
- Schawb, K. (2021). *La cuarta revolución industrial*. México: Penguin Random House.
- SciTechSociety . (7 de Septiembre de 2021). *The 9 pillars of industry 4.0*. Obtenido de SciTechSociety : <https://www.scitechociety.com/nine-pillars-of-industry-4-explained/>
- Shippeo. (s.f.). Obtenido de <https://www.shippeo.com/>
- Sierra, D. (2005). *La Logística Empresarial en el Nuevo Milenio*. Madrid: Ediciones Gestión 2000.
- Signals IoT. (04 de Abril de 2019). *Signals IoT*. Obtenido de <https://signalsiot.com/integracion-de-sistemas-en-la-industria-4-0/>
- Teltrac Navman. (s.f.). Obtenido de <https://www.teltracnavman.com.mx/>
- The Valley. (11 de Septiembre de 2014). *Beacons y su potencial*. Obtenido de The Valley: <https://thevalley.es/blog/que-son-los-beacons-y-cual-es-su-potencial/>
- Trafaniuc, V. (11 de Enero de 2022). *API de geolocalización*. Obtenido de MAPLINK: <https://maplink.global/blog/es/api-de-geolocalizacion/>
- Tundidor, A., Hernández, E., Peña, C., Martínez, J., Campos, J., & Carlos, H. (2018). *Cadena de suministro 4.0. Beneficios y retos de las tecnologías disruptivas*. Marge Books.

Ubícalo. (2021). *Logística 4.0*. Obtenido de Ubícalo.com: <https://www.ubicalo.com.mx/blog/logistica-4-0/>

Villas, S. (2012). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6429088.pdf>

Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., & Bocarando Chacón, J. (26 de Noviembre de 2017). *REDALYC*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/94454631006.pdf>

Zafari, F. (2017). *A Survey of Indoor Localization Systems and*. Obtenido de ARVIX: <https://arxiv.org/pdf/1709.01015.pdf>

ZEBRA. (s.f.). *Sistemas de localización*. Obtenido de Zebra : <https://www.zebra.com/es/es/solutions/intelligent-edge-solutions/rtls/what-are-location-solutions.html>

Zetes. (s.f.). Obtenido de : <http://www.zetes.com/es#visibility>