

**Trabajo de Grado**

**Monografía**

**Estado del Arte de la Implementación del Dron en las Actividades Logísticas**

**William Yesid Guzmán Alarcón**

**Director:**

**Profesor: Karla Nathalia Triana Ortiz**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD**

**Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería**

**Tecnología en Logística Industrial**

**Bogotá D.C.**

**2020**

## **Resumen**

Este proyecto de investigación nace a partir de los retos que presentan las compañías del país en cuanto al mejoramiento de sus procesos logísticos, dado que se evidencian oportunidades con respecto a la reducción de sus costos, principalmente en actividades relacionadas al almacén y la distribución, a partir del uso de desarrollos tecnológicos, para lo cual las empresas no cuentan con un amplio conocimiento, ni reconocen la necesidad de su implementación. Por lo anterior, se busca reconocer los aportes y beneficios que la innovación tecnológica o las tecnologías emergentes logran en el ámbito logístico.

Esta monografía identifica el uso de tecnologías basadas en la implementación de drones para la optimización de la gestión logística, analizando casos ya existentes y fuentes de información reconocidas, lo que se realiza mediante la revisión bibliográfica de fuentes secundarias con la consulta de bases de datos arbitradas y bibliotecas, entre otros.

**Palabras Clave: Gestión logística, Automatización de procesos, Dron**

## **Abstract**

This research project is born from the challenges that the companies of the country present in terms of improving their logistics processes, given that opportunities are evident with regard to reducing their costs, mainly in activities related to warehouse and distribution, to from the use of technological developments, for which companies do not have extensive knowledge, nor do they recognize the need for its implementation. Therefore, it seeks to recognize the contributions and benefits that technological innovation or emerging technologies achieve in the logistics field.

This monograph identifies the use of technologies based on the implementation of drones for the optimization of logistics management, analyzing cases and modifications and recognized sources of information, which is done through the bibliographic review of secondary sources with the consultation of arbitrated databases. and libraries, among others.

**Key Words: Logistics management, Process automation, Drone**

## Tabla de Contenido

Lista de tablas .....	6
Introducción .....	7
Definición del Problema .....	9
Justificación .....	11
Objetivos .....	13
Capítulo 1: Fundamentos de la gestión logística .....	14
1.1. Definición de logística .....	14
1.2. Tipo de logística según la fase del sector productivo .....	15
1.2.1 Logística de aprovisionamiento .....	15
1.2.2 Logística de producción .....	16
1.2.3 Logística de almacenamiento .....	16
1.2.4 Logística de distribución .....	21
1.2.5 Logística inversa .....	22
Capítulo 2 Tecnologías emergentes en la gestión logística .....	25
2.1 Sistemas de almacenaje robotizado .....	26
2.2 Sistemas WMS .....	30
2.3 Identificación por radiofrecuencia (RFID) .....	31
2.4 Tecnología Pick to Light .....	33
2.5 Tecnología Voice Picking .....	34
2.6 Tecnología Dron .....	35
2.7. Evolución de la Tecnológica en la Gestión Logística .....	36
Capítulo 3: Tecnología dron y sus aplicaciones .....	39
3.1 Definición del dron .....	39
3.2 Características Generales del Dron .....	39
3.3 Tipos de dron .....	41
3.4 Componentes del dron .....	43
3.5 Aplicaciones del Dron .....	44
Capítulo 4 Uso de drones en la gestión de la logística .....	47
4.1 Drones en la logística de distribución .....	47
4.2 Drones en la logística de almacenamiento .....	48
4.3 Casos de desarrollos tecnológicos de drones en la gestión logística .....	50
4.4 Casos de uso de drones en la gestión logística de almacenamiento y distribución de mercancías .....	54
Conclusiones .....	56
Recomendaciones .....	57
Bibliografía .....	58

## Índice de figuras

Figura 1. Robot antropomórfico o Brazo robótico.....	26
Figura 2. Equipos de rodillos y cadena.....	27
Figura 3. Robot para carga y traslado.....	28
Figura 4. Transelevadores.....	30
Figura 5. Funcionamiento de la Tecnología RFID.....	32
Figura 6. Ejemplo del Dron.....	40
Figura 7. Dron de ala fija.....	41
Figura 8. Dron multirrotor.....	41
Figura 9. Drones multirrotor o Multicópteros.....	42
Figura 10. Ejemplos componentes del Dron.....	44
Figura 11. Componentes del Dron implementado para entregas.....	48
Figura 12 Dron Geodis y Delta Drone.....	51
Figura 13 Dron Eyesee.....	52
Figura 14. Dron Flybox y Apilador automático.....	53

## Lista de tablas

Tabla 1 Tecnologías en la Gestión Logística.....	36
--	----

## **Introducción**

La importancia de la logística en la empresa se deriva del objetivo primordial del adecuado flujo de la cadena de suministro, dentro de sus actividades se encuentran la planificación y ejecución de los procesos, como la producción, traslado y almacenamiento de materiales, con la finalidad de realizar el trabajo a un mínimo costo, y brindar el mejor servicio posible al cliente.

Esta investigación tiene como principal propósito identificar las oportunidades para la optimización de los procesos logísticos en las empresas, a partir del análisis de los beneficios que la tecnología dron aporta, identificando las posibles soluciones a problemáticas comunes relacionadas con la logística de almacenamiento y distribución.

Esta monografía se desarrolla mediante una revisión bibliográfica narrativa para la recolección de información relacionada con las tecnologías emergentes utilizadas en el ámbito de la optimización de la gestión logística y específicamente con el uso de drones, para lo cual se consultan artículos académicos, blogs, investigaciones, sitios web de las compañías más destacadas en el ámbito logístico, estudios, estadísticas, manuales y casos reales de empresas que han implementado el uso de estas tecnologías en la gestión de inventarios y optimización de las tareas que intervienen en la cadena de suministro.

El estudio se estructura en cuatro capítulos. En el capítulo I “Fundamentos de la gestión logística” se presentan descripciones teóricas y conceptos básicos que hacen referencia a la gestión de logística.

En el capítulo II “Tecnologías emergentes en la gestión logística” se referencian las tecnologías más relevantes dentro del sector logístico, y su aplicación.

En el capítulo III “Tecnología dron y sus aplicaciones” se detallan los conceptos generales de los drones, como definición, características, tipos y componentes, facilitando el entendimiento del uso de estos dispositivos y las ventajas que proporcionan en los diferentes ámbitos profesionales.

El capítulo IV “Uso de drones en la gestión logística” se centra en la implementación de los drones en el ámbito logístico, específicamente en la logística de almacenamiento y distribución, citando diferentes desarrollos tecnológicos relacionados, así como varios casos reales de empresas relacionadas al sector del transporte.

## **Definición del Problema**

El desempeño del sector logístico en Colombia, aunque ha mejorado considerablemente en las últimas décadas, presenta oportunidades considerables para hacer del país uno de los más competitivos tanto en Latinoamérica como en el mundo. Según los indicadores del Banco Mundial, de acuerdo al LPI (Índice del Desempeño de Logística), para el 2018 Colombia mejoró, ocupando el puesto 58 entre 160 naciones, en comparación con el puesto 94 que había ocupado en el 2017, estas cifras evidencian el gran avance que el gobierno y las instituciones han fomentado en esta materia, pero también permite ver, que aún hay aspectos por mejorar (Clavijo, 2018).

En cuanto al sector empresarial, uno de los retos que enfrentan las compañías del país en el sector logístico, más puntualmente las micro y pequeñas empresas, corresponde a la reducción de costos; de acuerdo con la Encuesta Nacional Logística (ENL), en 2018, el costo logístico sobre las ventas fue en promedio del 13.5%, siendo del 10.8% para empresas grandes, del 12.2% para las medianas, del 17.6% para las pequeñas y del 24.1% para las micro, lo cual evidencia que las compañías más grandes están optimizando sus procesos de mejor manera, y es importante que las más pequeñas puedan comprender cómo se están desarrollando estas mejoras para identificar oportunidades al interior de sus propias cadenas logísticas (Puyana, 2018).

Cabe destacar que estos costos se descomponen de la siguiente manera: almacenamiento 46.5%, transporte 35.2%, servicio al cliente 11.1% y otros 7.2%, evidenciando lo prioritario que resulta el análisis de los procesos en la logística de almacenamiento y distribución.

Adicionalmente, la ENL también permite identificar que actividades como el cargue y descargue de vehículos, representan un reto importante para la optimización de los tiempos de logística,

evidenciando que “los tiempos de espera son mayores a los tiempos requeridos” para estas actividades (Puyana, 2018).

Ahora, en lo que respecta a la innovación tecnológica en el sector, el 69.3% de las compañías manifiestan que conocen alguno de los adelantos presentados en esta materia, frente a solo un 35,6 % que aplica al menos una tecnología en sus actividades; lo anterior, permite entender que aún no se cuenta con un amplio conocimiento en la materia y mucho menos con la implementación. (Departamento nacional de planeación, 2018)

Un ejemplo de estas innovaciones, es la tecnología dron, la cual puede tener un impacto significativo en la gestión logística, ya que hoy es considerada como una herramienta que optimiza y agiliza procesos. La utilización de estas tecnologías brinda la oportunidad de realizar controles en la cadena de suministros, en las instalaciones internas y externas relacionadas como pueden ser centros de distribución o almacenes.

De acuerdo a lo anterior es importante preguntarse ¿Cuál ha sido la implementación de la tecnología dron en la gestión logística?

## **Justificación**

En términos generales, se pueden evidenciar problemáticas comunes en el país relacionadas con las actividades logísticas, priorizando lo relacionado con el almacén y la distribución debido a su relevancia en el costo de las operaciones. La Encuesta Nacional Logística (ENL) que analiza el desempeño y la calidad de los servicios de las empresas del país, evidencia algunos indicadores preocupantes para la competitividad, dado que no solo se puede determinar que hay un bajo uso de la tecnología en el sector, sino que además, algunas compañías no consideran necesaria su implementación. (Puyana, 2018)

Este proyecto de investigación busca dar a conocer el aporte positivo y las ventajas competitivas que se podrían alcanzar con la introducción de la tecnología dron en los procesos logísticos. Ya es posible evidenciar que algunas empresas han vinculado en sus procesos este tipo de vehículos aéreos no tripulados, controlados por pilotos desde el suelo, que pueden permanecer en el aire durante muchas horas y que en la actualidad son utilizados en múltiples funciones como búsqueda y rescate, entrega de pedidos y control del tráfico (Castro E. , 2018).

El uso de drones según referencias consultadas, ya juega un papel importante dentro de procesos de la logística de almacenamiento y la de distribución, facilitando el control de las instalaciones internas y externas de la cadena de suministro.

Teniendo en cuenta que la finalidad de la gestión logística es satisfacer a los clientes mediante el mejoramiento del nivel de servicio, como Tecnólogos en Logística Industrial una de las responsabilidades es apropiar las mejores herramientas y tecnologías que permitan optimizar los procesos, por ello, este proyecto busca reconocer cuáles son los adelantos en esta materia, a partir del uso de tecnologías emergentes, específicamente de drones, promoviendo la innovación

y la competitividad de las empresas colombianas, aportando al mejoramiento del desempeño de la logística en el país.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Reconocer el estado del arte de la implementación de drones en la gestión logística.

### **Objetivos Específicos**

- Comprender el sistema logístico a partir de la definición de los conceptos generales.
- Describir las principales tecnologías emergentes utilizadas para la gestión logística, identificando sus principales usos
- Reconocer la tecnología dron, sus características, usos y aportes
- Analizar la optimización de la gestión de logística a partir de la implementación de drones

## Capítulo 1: Fundamentos de la gestión logística

### 1.1. Definición de logística

La logística se define según (Quiroga, 2009) como el conjunto de medios y métodos para llevar a cabo todas las operaciones de un producto desde el lugar de origen hasta el lugar de consumo, planificando y controlando el flujo de almacenamiento de las materias primas, productos semielaborados como terminados y el manejo de la información relacionada con estos procesos.

Así mismo (Escudero, 2014) considera “la logística como una actividad empresarial que tiene como finalidad planificar y gestionar todas las operaciones relacionadas con el flujo óptimo de materias primas, productos semielaborados y productos terminados, desde las fuentes de aprovisionamiento hasta el consumidor final”

Adicional a las definiciones anteriores (Ballou R. H., 2004) la define como:

“Parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes”(p. 4)

Por lo consiguiente la logística es un conjunto de medios y métodos necesarios en la organización, que añaden valor a los bienes y servicios enfocándose en la satisfacción del cliente (Molina, 2015) y en resumen, se puede deducir que la función de la logística es la de “llevar el producto correcto, al lugar correcto, en las condiciones de cantidad y calidad correctas, en el momento correcto y con los costes mínimos” (Andino, s.f.), lo anterior aplicado al proceso de transformación de los productos y la cadena de producción de la compañía.

## 1.2. Tipo de logística según la fase del sector productivo

De acuerdo con el artículo investigativo de (Monterroso, 2000) la logística es el conjunto de las operaciones involucradas con la administración eficiente del flujo de bienes y servicios, por lo que su gestión afecta el desarrollo de muchas áreas de la organización; por tal razón, estas operaciones se definen como sistema logístico, su sincronía logra responder oportunamente a los cambios del mercado y exigencias del cliente. A continuación, se abordan los subsistemas como componentes de un sistema logístico.

### 1.2.1 Logística de aprovisionamiento

Proceso en el cual se incluyen los distintos proveedores de materias primas, productos y elementos necesarios para realizar las actividades de abastecimiento a las áreas de producción o subsistema de producción, estos artículos deben tener su respectivo almacenamiento para contar con una disponibilidad adecuada, sin pérdida de calidad. (Ortiz K. K., 2016)

Otras definiciones son las que proporcionan autores como (Pau & Navascues, 2001) , quienes describen el aprovisionamiento como “función destinada a poner a disposición de la empresa todos aquellos productos, bienes y servicios del exterior que le son necesarios para su funcionamiento”; de igual manera, se puede tener presente lo indicado por (Morales, 2015) quien define el aprovisionamiento de la organización, como la compra o adquisición de todo el material necesario para realizar sus actividades comerciales, buscando la optimización del proceso realizando una correcta planeación de las compras.

### 1.2.2 Logística de producción

El proceso de producción es el encargado de la transformación de insumos y materias primas en productos terminados o semielaborados, a través de la aplicación de tecnologías y maquinaria de la empresa, para luego colocarlos a disposición del área de distribución. (Ortiz K. , 2016)

De igual manera cabe mencionar lo indicado por (Jordi & Navascues, 2001) respecto a logística de producción como la vinculación de tareas, flujos y almacenamiento, siendo las tareas el trabajo realizado por los trabajadores y máquinas sobre las materias primas, productos intermedios o productos terminados. A continuación se describen las tareas involucradas en el proceso.

- Tareas esenciales: son la primera transformación y manipulación de la materia prima.
- Tareas auxiliares: son las actividades complementarias de la fijación de aquellas piezas trabajadas en la máquina.
- Tareas de preparación y post-ajustes de máquinas: se llevan a cabo antes y después de la transformación y manipulación de la materia prima

### 1.2.3 Logística de almacenamiento

Según (Ortiz K. , 2016) el almacén es una unidad de servicio y es uno de los procesos principales dentro del sistema logístico, con el objetivo de resguardar, custodiar y llevar el control de los materiales o productos de la empresa, sean productos terminados, semi-terminados o componentes con valor agregado. En ese mismo contexto los almacenes se definen como centros reguladores del movimiento de existencias en las distintas operaciones logísticas y dentro de las actividades del almacén se consideran funciones como recepción, custodia, conservación, control y expedición de las mercancías y productos. (Serrano, 2014)

Por ello (Anaya, 2007) se refiere al almacén como un centro de producción en el que se efectúa actividades y una serie de procesos relacionados con:

- **Recepción** : actividades realizadas antes de la llegada de los productos al almacén, asegurando el control, adecuación y colocación de los productos recibidos, contando con un buen registro de llegadas
- **Almacenamiento**: son las actividades de ubicación o colocación de los productos en zonas específicas según sus características y según los requerimientos definidos por la compañía, adicional su identificación, selección y control del producto
- **Despacho de productos**: se refiere a la preparación de la expedición de los productos, de acuerdo con las exigencias del cliente

Teniendo en cuenta los procesos que se desarrollan en el almacén, es importante entender con mayor detalle el concepto de inventarios, como una de las actividades críticas en la logística de almacenamiento.

**Definición de inventarios:** Los inventarios son bienes o mercancías almacenadas que se utilizan para satisfacer una necesidad existente o futura; en el área logística se definen como: “acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción de una empresa” (Ballou R. H., Logística, 2004) p.326

El inventario es uno de los principales activos en las empresas, dado que está directamente relacionado con su capacidad para producir; según (Peña, 2009) se define el inventario como una provisión de materiales o insumos, bien puede ser materia prima o producto terminado, disponibles en almacén con el fin de satisfacer el proceso productivo o la demanda del cliente.

Adicional a las definiciones presentadas por los anteriores autores, también se puede definir el inventario como las existencias físicas de mercancía o bienes tangibles disponibles en almacén, utilizados para atender los requerimientos del proceso de producción o satisfacer la demanda del consumidor y se clasifican como materias primas, productos en proceso, y productos terminados para la venta (Correa A. , 2016).

En otras palabras, el inventario tiene como función principal, garantizar que se cuenta con los materiales necesarios para la continuidad del proceso, para su posterior comercialización, y principalmente para el cumplimiento de la promesa de venta a los clientes.

**Gestión de inventarios:** Otro concepto de gran importancia es la gestión de inventarios, que de acuerdo con (Cortes, 2014) se define como: “El proceso encargado de custodiar y asegurar la cantidad de productos adecuados en la organización, de tal manera que se pueda asegurar la operación logística y de los procesos de distribución de productos a los clientes”.

En ese mismo orden de ideas, tomado de un artículo realizado por (Martínez & Gómez, 2012) la gestión de inventarios se define como “el proceso de asegurar la disponibilidad de productos a través de la administración de los inventarios que garanticen un alto nivel de servicio al cliente interno y externo”, apoyado con sistemas de información que favorezcan proveer información real a los encargados de cada área de la compañía.

**Objetivos de la gestión de inventarios:** En términos generales el objetivo de la gestión de inventarios es que, frente a las fluctuaciones en la demanda o una falencia en el abastecimiento, sea un amortiguador que permita que la compañía no se vea afectada, y pueda continuar operando debidamente, satisfaciendo las necesidades y requerimientos de los clientes. (Cortes, 2014)

La realización del inventario consiste en el orden, el detalle y el valor de los bienes de una empresa reflejados en mercancía dependiendo de las características del bien, cumpliendo con dos funciones básicas: el aprovisionamiento y la distribución; lo anterior nos obliga a contar con un control de inventarios eficaz, que permita realizar los aprovisionamientos adecuados y a tiempo, y atender correctamente la demanda del producto (Fernandez A. , 2017).

Debido a lo anterior, (Castro J. , 2014) propone que en la medición de la efectividad del control de inventarios se deben tener en cuenta tres indicadores fundamentales:

- Stock Máximo: Cantidad máxima que se debe tener de inventario para cada producto, teniendo en cuenta el costo y su rotación, es decir la frecuencia en la que se vende o utiliza.
- Stock Mínimo: Cantidad mínima que se debe tener en inventario, sin llegar a generar desabastecimiento del mismo.
- Punto de reorden: Permite establecer el momento en el que el inventario de llega a su Stock Mínimo y esto indica la necesidad de reabastecerse.

El control de inventarios impacta tanto los procesos operativos como administrativos de una empresa, mientras un desabastecimiento de mercancía puede generar tropiezos en el servicio al cliente, un exceso de inventario almacenado puede representar pérdidas económicas para las empresas (Castro J. , 2014). Por lo anterior se pueden identificar en términos generales dos objetivos de la gestión de inventarios (Ahumada, 2014):

- Garantizar el servicio al cliente
- Reducir los costos de inventario

De acuerdo con lo anterior, la empresa debe comprender que, mantener un inventario requiere de costos e inversiones; tal como lo indica (Zapata J. , 2014) , es fundamental

estandarizar los procesos de las operaciones en almacén, y buscar la mejora conjunta de los objetivos mencionados como son servicio al cliente y los costos de inventario, por tal razón la función principal en las operaciones de la gestión de inventarios, es buscar un punto de equilibrio para satisfacer por igual a los dos objetivos.

Con respecto al servicio al cliente, éste se determina por la satisfacción del mismo ante la atención recibida, el cumplimiento en las exigencias por las compras que realiza, y como resultado, se define la imagen que el cliente tiene de la empresa. La responsabilidad de este objetivo está a cargo no solo del área de ventas o mercadeo, si no también involucra todas las áreas cuyos procesos estén direccionados al cliente, como por ejemplo el área de inventarios, que al mantener una adecuada disponibilidad de stock permite un óptimo cumplimiento de la demanda. (Zapata J. , 2014)

Desde la perspectiva logística, el nivel adecuado del servicio al cliente según (Ballou R. H., 2004) es el resultado de la estrategia utilizada en el manejo de inventarios, cumplimiento en tiempos de entrega, manejo de los tiempos de espera desde la solicitud del pedido, así como la velocidad y confiabilidad de la información respecto a las cantidades disponibles en inventario.

De igual manera lo argumentado por (Ballou R. H., 2004) permite entender que la experiencia del cliente está determinada por tres momentos diferentes:

- Pre-transacción: Relacionada con la promesa de valor ofrecida al cliente en relación al tiempo de entrega y políticas para el manejo de canjes o devoluciones.
- Transacción: Relacionada con el transporte y la entrega del producto al cliente, niveles de stock y el cumplimiento.
- Post-transacción: Relacionada con el manejo de peticiones, quejas, reclamos y devoluciones

Con respecto al segundo objetivo, relacionado con la reducción de los costos de inventarios, es importante comprender que éstos incluyen según (Isarin, Giovanni, & Martin, 2010):

- **Costo de consecución:** Determinado por el momento en el que se adquiere el inventario, este incluye la orden de compra, alistamiento y recepción para su posterior almacenamiento.
- **Costo de almacenamiento:** Valor relacionado a la cantidad de inventario a almacenar y el tiempo que se espera este guardado.
- **Costos por faltante:** Generado por la ausencia de inventario requerido para satisfacer las necesidades de los clientes, esto puede concluir en pérdida de ventas y retrasos en la entrega de órdenes de compra ya recibidas.
- **Costo total del inventario:** Corresponde a la suma de costos de consecución, almacenamiento y faltante, reflejando la realidad del inventario actual de una empresa.

Se puede concluir que una buena gestión de inventario puede reducir y/o controlar los costos de producción, (Ballou R. H., Logística, 2004), por eso en la actualidad se cuenta con metodologías que utilizan herramienta tecnológicas encaminadas al mejoramiento de los procesos logísticos, conocidas como Tecnologías Emergentes o Logística 4.0

#### 1.2.4 Logística de distribución

La logística de distribución según (Castellanos, 2009) se define como el conjunto de actividades necesarias para el desplazamiento de un producto terminado o servicios desde el lugar de preparación de la carga hasta el lugar adecuado para el cliente o consumidor final, bajo el concepto de óptima calidad, costo razonable, y entrega a tiempo.

Dentro de las actividades de la logística de distribución está el asegurar que el producto llegue en óptimas condiciones y al mejor precio posible al cliente o consumidor final. Dentro de los procesos de las empresas, se requiere una política de distribución, que permita gestionar las existencias de los productos, la cual se refiere a contar con cierta cantidad de productos para su manejo en un momento determinado, tomando como referencia los lead times de entrega, que son medidas de tiempo, desde la solicitud del pedido, a la fecha real de entrega del producto, adicionando la gestión de transporte como un componente importante de la distribución. (Diaz & Sanchez, 2013)

El sistema de distribución de acuerdo con (Giron, 2014) se define como el “responsable de hacer accesible el producto o servicio en tiempo y lugar”, y de él hacen parte actividades como el transporte, el fraccionamiento y el almacenamiento. Esto implica que, para que el producto quede disponible al cliente o consumidor, es necesario establecer los canales de distribución, que son la integración o interconexión de participantes organizacionales como mayoristas/distribuidor, comerciante, minorista, consultor, representantes del fabricante, catálogos entre otros. (Sierra, Moreno, & Silva, 2015)

#### 1.2.5 Logística inversa

La logística inversa, dentro de sus objetivos pretende cuidar el medio ambiente, convirtiéndose en una labor cada vez más importante en el sector productivo y un complemento de las actividades logísticas, normalmente se denominan como devoluciones, y dentro de sus actividades facilitan el canal de la recogida de los productos ya usados, así como la reutilización, reparación, restauración, reciclado de materias primas, o eliminación definitiva del producto. (Cabeza, 2012)

A si mismo (Cure, Mesa, & Amaya, 2006) define la logística inversa como:

“El proceso de planificación, desarrollo y control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el lugar de origen hasta el de consumo, de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor, recuperando el residuo obtenido y gestionándolo de modo que sea posible su reintroducción en la cadena de suministro, obteniendo un valor agregado y/o consiguiendo una adecuada eliminación del mismo” (p. 186)

Haciendo énfasis en lo mencionado anteriormente (Cabeza, 2012) describe 6 caminos de la logística inversa, y los flujos y procesos que se pueden presentar según la tipología del producto, su estado y posicionamiento dentro de su vida útil:

- Reutilización o reventa: se presenta recuperación del producto con operaciones de limpieza y mantenimiento, teniendo en cuenta que su deterioro o daño es muy mínimo.
- Reparación: este puede ser un servicio de domicilio o en talleres técnico del proveedor, por temas relacionados a cambio de piezas o componentes en daño.
- Restauración: “consiste en devolver el valor del producto usado mediante la utilización de nuevas tecnologías que permitan ampliar su vida útil” (Cabeza, 2012)
- Re fabricación y canibalización: estas son las operaciones donde solo se recupera alguna parte de componentes del producto normalmente productos fuera de uso, en el cual serán utilizadas en otro proceso.

- Reciclaje: este proceso en el cual se convierten los desechos en materia prima, para la elaboración de otra clase de productos nuevos de alta calidad,
- Vertedero o incineración: este proceso es empleado a un producto donde ya no puede ser utilizado de otra manera, es expuesto a altas temperaturas que transforma la fracción orgánica de los residuos en materiales inertes y gases

## **Capítulo 2 Tecnologías emergentes en la gestión logística**

La innovación es considerada como un facilitador para generar una ventaja competitiva en las empresas. Un gran número de empresas apuestan a la satisfacción de sus clientes aplicando estrategias de innovación tecnológica con el objetivo de ser pioneras y estar vigentes en el mercado; con el desarrollo tecnológico las empresas implementan cada vez mejores tecnologías en sus centros de almacenamiento con el fin de conseguir la automatización de sistemas o procesos, incorporando novedades tecnológicas como la robótica, el Big Data, RFID, las TIC's, etc. (Forero, 2019)

En la logística, la implementación de nuevas tecnologías contribuye en el corto y mediano plazo, a mejorar el desempeño operativo de almacén, y a incrementar la rapidez y la gestión para la entrega de materiales. Según (Correa, Gomez, & Cano, 2010) la innovación tecnológica debe considerarse indispensables ya que es un método para incrementar la eficiencia y eficacia en la gestión de almacenes; con la implementación de estas tecnologías se pueden evidenciar resultados en reducción de costos, mejoramiento del flujo de información en las diferentes operaciones de logística, y con ello, una planeación, ejecución y un control del almacén más eficaces.

Uno de los beneficios que conlleva la innovación tecnológica, es que ofrece la capacidad de estar digitalmente conectado intercambiando información con precisión, transparencia y en tiempo real. De acuerdo con lo indicado por (Unir Revista, 2018), las tecnologías más destacadas que se encuentran aplicadas a los procesos logísticos y/o a la cadena de suministro son: la RFID, drones y almacenes automatizados con tecnología WMS.

## 2.1 Sistemas de almacenaje robotizado

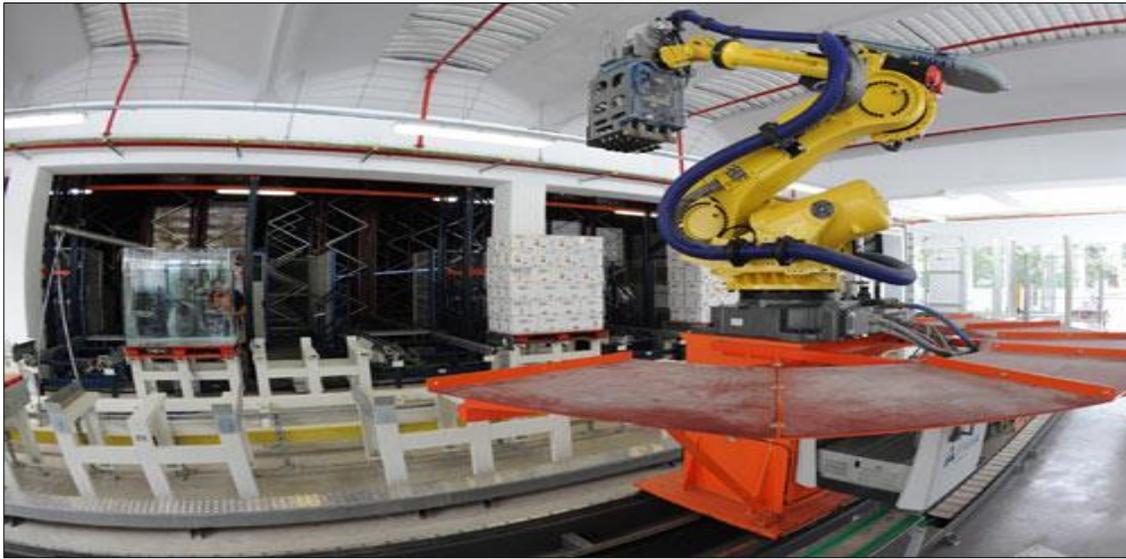


Figura 1. Robot antropomórfico o Brazo robótico

Fuente: (Banús, 2010)

Los almacenes robotizados o automatizados son procesos u operaciones inteligentes; constan de máquinas automáticas programables y software experto que realizan tareas en el almacén de forma muy puntual, sustituyendo al personal en tareas pesadas y repetitivas.

Cabe destacar de los almacenes automatizados, que sus procesos logísticos se realizan en gran mayoría con ayuda mecánica, los movimientos de los materiales se efectúan a través de un ordenador central programado, quien da las ordenes a los aparatos robóticos totalmente automáticos para la carga y descarga de las estanterías; una particularidad es que estos almacenes pueden ser superiores a 15 metros de altura y en algunos casos superan los 40 metros, además se permite la reducción de los pasillos, obteniendo la máxima utilización del volumen, optimizando la capacidad de almacenamiento (Escudero Serrano, 2014).

Un caso exitoso de un almacén robotizado, se encontró en una publicación de (Banús, 2010) donde se menciona la compañía catalana de productos de limpieza KH Lloreda, que se encuentra equipada con un nuevo sistema que involucra la última tecnología RFID, y cuyos resultados mejoraron significativamente sus procesos, dicho por Carlos Barberá, jefe de Tráfico y Distribución “con el operador logístico manual, el ciclo completo desde que sale el camión de fábrica hasta que vuelve vacío es de 6 horas, con este proceso es de 15 minutos, teniendo en cuenta la cercanía de la fábrica y la adaptación de los camiones”.

El almacén automatizado incorpora la identificación por radio frecuencia RFID para la lectura, identificación y el rastreo del producto; además, cuenta con un sistema de carga y descarga automática, equipos de rodillos y cadenas como los que se ilustran en la Figura 2, que habilitan la entrada y salida del producto o pales, transelevadores encargados de la ubicación de la mercancía en la estantería, y muchos más procesos totalmente automatizados, de acuerdo con el Director de Operaciones de la empresa, Daniel Lancho, citado por (Banús, 2010) “el objetivo era conseguir que el primero que tocara la botella de producto fuera el consumidor final”



Figura 2. Equipos de rodillos y cadena

Fuente: (Banús, 2010)

Los procesos logísticos ayudados por la robótica permiten mejorar la productividad y una eficiencia en la gestión de almacenes. (Mecalux, 2019). Algunas de las tecnologías más utilizadas en esta categoría son: Robots para carga y traslado y Transelevadores.

- **Robots para carga y traslado**



Figura 3. Robot para carga y traslado

*Fuente:* (Jaimovich, 2018)

Dentro de los sistemas de almacenaje robotizado, los robots para carga y traslado constituyen una de las innovaciones tecnológicas máquinas especialmente diseñadas para el traslado y la organización de las mercancías en el almacén, como las que se pueden ver en la Figura 3, que de acuerdo al caso documentado por (Jaimovich, 2018), son robots capaces de cargar mercancía hasta 500 kilos, trasladar la mercancía tres veces más rápido que los operarios, y, ya que son equipados con sensores para evitar choques y obstáculos, los operarios logísticos se concentran ahora en la supervisión, programación y el cargue los datos en el sistema.

- **Transelevadores**

Los transelevadores son máquinas robóticas que realizan funciones de almacenaje en altura y longitudinalmente a lo largo de pasillos estrechos. Esta tecnología se caracteriza por el aprovechamiento máximo del espacio al compactar las estanterías y al disminuir el espacio requerido en pasillos o zonas de paso; sus movimientos son realizados bajo las instrucciones de un procesador central especialmente programado, realizando funciones como ubicación de la mercancía en los racks y su entrada o salida (Rodriguez, 2015)

Según menciona (Garcia, 2018) p.42, el transelevador se puede definir como una máquina automática encargada del proceso de ubicación y extracción del producto posicionado en estibas o contenedores que se encuentran en la estantería, su desplazamiento cuenta con un sistema de movimiento en tres ejes (traslación, elevación y profundidad) y funciona en pasillos no transitados automáticos.

En su trabajo investigativo (Budia Pineda, 2003) comparte la siguiente descripción de los movimientos principales del transelevador, ilustrados en la Figura 4:

- Traslación (P1). Desplazamiento del robot en dirección longitudinal al pasillo.
- Elevación (P2). Movimiento vertical del carro elevador.
- Entrada y salida (P3). Movimiento lateral del dispositivo de toma de carga.

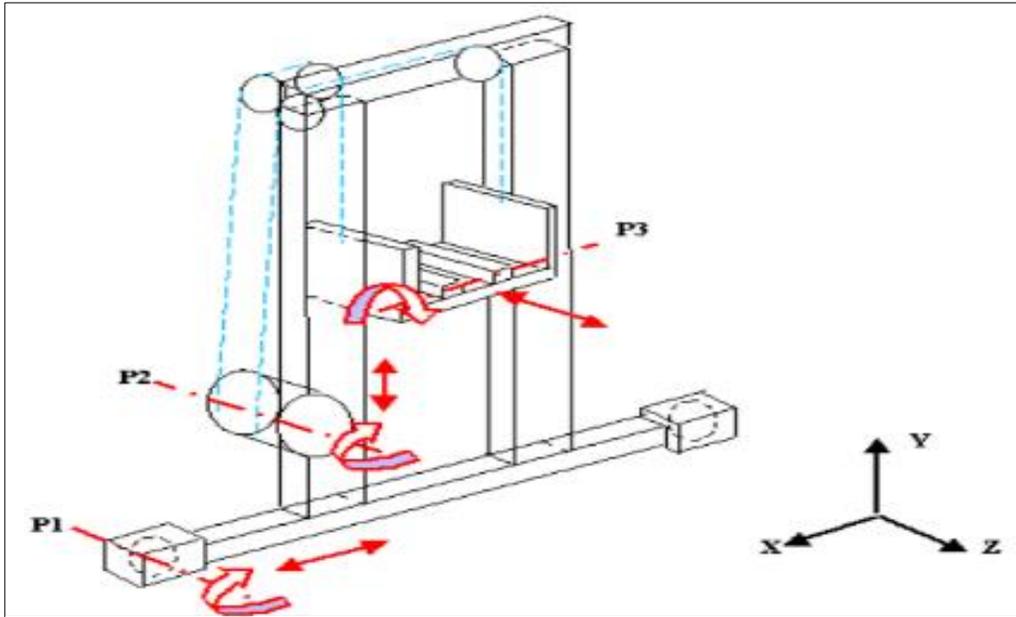


Figura 4. Transelevadores

Fuente: (Budia Pineda, 2003)

## 2.2 Sistemas WMS

Un sistema de gestión de almacenes **WMS** (Warehouse Management Systems) consiste en un software que da soporte a todas las actividades diarias de un almacén. De acuerdo con lo indicado por (Silva, 2018), el registro y los listados manuales de la mercancía para llevar el control en almacén ya no son necesarios, ya que el sistema WMS realiza cubrimiento de todas las etapas del proceso desde recepción hasta el despacho. El control exacto del sistema (WMS) es importante dada la velocidad en las transacciones, facilitando la actualización automática de la información en tiempo real, favoreciendo la trazabilidad de las mercancías.

(Ballou R. H., Wms, 2004) Identifica otro beneficio, cuando destaca que esta tecnología en el funcionamiento del almacén permite la planeación de mano de obra y el control de inventario, favoreciendo la utilización del espacio para ubicar materiales referenciados con el objetivo de agilizar la ruta de recolección o surtido y la preparación de pedidos para su despacho.

El control que ofrece este sistema en los procesos logísticos va desde la recepción, el almacenamiento, el reabastecimiento, el alistamiento de pedidos, y el despacho o la carga de camiones, administra completamente las operaciones de almacén controlando en tiempo real el inventario, y la asignación de tareas del operario, la implementación de esta tecnología puede generar una ventaja competitiva por la exactitud de información optimización de procesos y saber en tiempo real que es lo que sucede al interior del almacén o centro de distribución. (Mora, 2011)

### 2.3 Identificación por radiofrecuencia (RFID)

La tecnología RFID es un sistema de identificación por radiofrecuencia compuestas por etiquetas electrónicas, las cuales proveen información para lectores de información o MEMS, contribuyendo a una mejor identificación de los productos y su ubicación, minimizando errores en la lectura de la toma de datos de los productos ya que no se hace manualmente y se registra en tiempo real, favoreciendo los procesos con mayor velocidad en el ingreso de información, trazabilidad y visibilidad, que son insumos fundamentales para la toma de decisiones.

(Alexander, Carlos, & Rodrigo, 2010)

Las características principales de esta tecnología de comunicación en el ámbito industrial y comercial, es la lectura automática y el envío de información a distancia, de acuerdo con la etiqueta que aloja todos los datos del producto, sin necesidad de tener contacto físico, ya que solo es necesario tener un rango de proximidad entre el lector y la etiqueta para que los datos sean capturados, adicionalmente, puede realizar varias lecturas al mismo tiempo, un monitoreo de los movimientos y seguimiento preciso de las mercancías, proporcionando identificación fiable de objetos o personas junto con su localización en tiempo real (Portillo, Bermejo, & Bernardos, 2008).

Según el artículo investigativo de (Dante.Tapia, Oscar.Garcia, & Alberto, 2007), un sistema RFID funciona como se visualiza en la Figura 5 y se compone principalmente de los siguientes elementos:

1. **Etiquetas (tags).** Conformada por una pequeña antena, un chip de silicio compuesto con un receptor y un transmisor que emite ondas de radio, almacenando y emitiendo información del producto o del objeto
2. **Lectores.** Encargados de transmitir de manera continua energía por medio de ondas de radio hacia a la etiqueta para que transmitan a su vez la información que almacena su chip.
3. **Antenas y Radios.** Son la parte física de la tecnología RFID, utilizados en la transferencia de información entre lectores y etiquetas. Es parte fundamental ya que su diseño interviene en el comportamiento RFID.
4. **Hardware de procesamiento.** Es un espacio centralizado dispuesto para el almacenamiento y procesamiento de la información obtenida por los lectores.

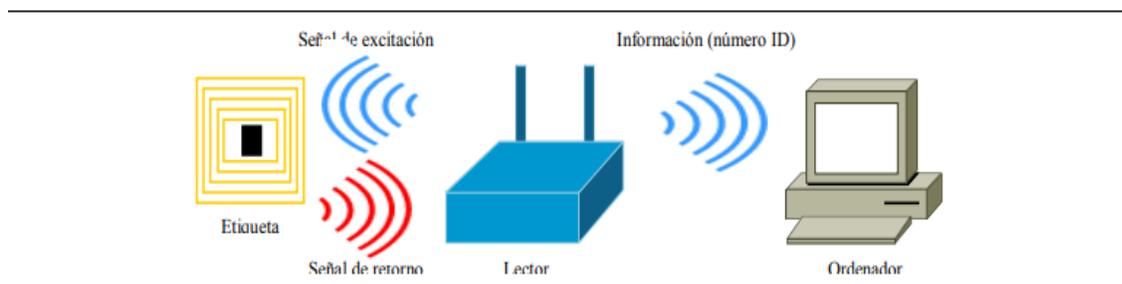


Figura 5. Funcionamiento de la Tecnología RFID

Fuente: (Dante.Tapia, Oscar.Garcia, & Alberto, 2007)

El lector se utiliza para leer y escribir información en la etiqueta; éstas pueden ser impresas y aplicadas en una caja, pallet o directamente en el producto, los lectores emiten una señal de radio una vez la etiqueta se encuentra al alcance de un lector, lo que hace que la misma

se identifique. Es importante mencionar que las etiquetas pueden leerse a distancia, sin contacto físico directo o alineadas al lector (Guizar, 2018)

Las tarjetas RFID están compuestas de un micro chip y según (Jose, Dios, & Jesus Blanco Rodriguez, 2015) pueden ser activas o pasivas:

- **Las etiquetas activas** tienen integrada una fuente propia de energía generalmente baterías de litio, transmiten la información al lector, pueden tener memorias de hasta 128 Kbytes y su distancia de lectura puede alcanzar los 100 metros.
- **Etiquetas pasivas** estas no necesitan fuentes de alimentación integrada, se activan si el lector está próximo a su rango de radio frecuencia. Suelen ser etiquetas de solo lectura, más pequeñas, ligeras y baratas

#### 2.4 Tecnología Pick to Light

Según citan (Prada & Rios, 2013) se define como “Sistema que ayuda en la preparación de pedidos basado en indicadores luminosos en las estanterías que ayudan a identificar la mercancía”.

Una de las principales funcionalidades es constituirse en una herramienta que indica al operador logístico donde dirigirse dentro de las instalaciones, para la recolección del producto y el alistamiento de pedidos; esto dado que, el sistema está conectado en tiempo real por medio del SGA o WMS (Sistema de Gestión de Almacén), permitiendo que, a partir de redes luminosas, se pueda realizar el alistamiento y preparación de pedidos de forma manual sin necesidad de consultar el listado físico de la orden, haciendo uso de un visor o display que se enciende señalando únicamente el producto y la cantidad requerida y que se encuentra en cada espacio de almacenamiento (Mucha, 2018)

Dentro de las ventajas de incluir este tipo de tecnologías en los procesos de almacén se destacan, la actualización de sus inventarios en tiempo real, la reducción de la tasa de error y aumento en la productividad en los procesos de almacén, esto debido a la agilidad que proporciona en las actividades de recolección reduciendo los tiempos de búsqueda, generando mayor eficacia y eficiencia en las operaciones (Labastida, 2010)

## 2.5 Tecnología Voice Picking

La tecnología Voice Picking se basa en instrucciones de voz para el alistamiento de pedidos que le llegan al funcionario del almacén por medio de auriculares, donde recibe las indicaciones solo por voz de la preparación del pedido, incluyendo información como la cantidad, ubicación y el tipo del producto. La confirmación de la orden se realiza por medio de un micrófono combinado con una computadora de voz que portan los operarios, adicionalmente todos elementos mencionados son conectados y sincronizados con el sistema WMS (sistema de gestión de almacenes) para establecer una comunicación directa y en tiempo real. (Mayer, 2012)

Esta tecnología permite preparar los pedidos con mayor agilidad aumentando la productividad en el almacén, ya que su mayor característica es que el funcionario o el colaborador cuenta con ojos y manos libres para el manejo de la mercancía, lo cual le permite un mayor nivel de concentración en la organización de la orden, moviéndose más fácilmente y lo más importante favoreciendo la seguridad operacional del personal en el almacén (RevistaLogistec, 2013).

Otra de las ventajas de esta tecnología conducida por voz, es la disminución del tiempo que se invierte en capacitaciones y entrenamientos a los colaboradores ya que este sistema favorece un aprendizaje rápido y breve (Falla, 2013).

Algunos beneficios adicionales se pueden validar en el caso descrito por (Mayer, 2012) quien especifica los siguientes hallazgos como ventajas de esta tecnología Voice Picking:

- Precisión y menor margen de error que otras tecnologías con dispositivos y métodos basados en papel
- Reducción en los costos de picking en el primer año
- Reducción de las devoluciones y los errores de alistamientos de pedidos en 11% y 25% respectivamente
- Disminución considerablemente los tiempos de capacitación del funcionario logístico

## 2.6 Tecnología Dron

El dron o VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) según (González Torre & Gisbert Soler, 2017) se define como una aeronave no tripulada operada remotamente por un piloto desde el suelo, controlada manualmente por una pantalla y un joystick; por su vuelo sostenido es normalmente utilizada en aplicaciones militares y civiles, en el ámbito logístico son analizadas algunas ventajas que se logran con su uso, principalmente en la distribución de las mercancías y en la vigilancia de los almacenes.

Actualmente los drones son utilizados en misiones de inteligencia, vigilancia, supervisión, monitoreo de terrenos y filmación, ya que pueden ser equipados con múltiples sensores y cámaras. Respecto al campo logístico, uno de los principales usos que se le han dado a esta tecnología, está relacionado a la entrega de productos, reduciendo notablemente los tiempos en las ciudades principales, una importante ventaja dado el tráfico (Granillo, Gonzales, Marmolejo, & Santana, 2019). También se destaca el uso que se le ha dado en la gestión de almacenes, dado que son capaces de localizar la mercancía y registrarla mediante el escaneo o

lectura de códigos RFID, adicionalmente dentro de sus beneficios se encuentra que su tamaño reducido le permite funcionar a una distancia segura de los trabajadores (Iñigo, 2018).

## 2.7. Evolución de la Tecnológica en la Gestión Logística

Una de las características más relevantes en la evolución de la logística fue el impacto tecnológico en la época de 1980 mediante el cual, aparece la tecnología de la micro computación que fomentó la descentralización e intercambio de información, acercando los clientes a la empresa, así mismo la revolución de la tecnología de la comunicación y código de barras, impulsa la coordinación e integración de los elementos del sistema logístico (Reinerio, 2015).

Según (Hernández A. , 2019) los inicios y evolución tecnológicos, denominados también, Tercera Revolución Industrial, aparecen gracias a la informática y evolucionan a la automatización y las tecnologías de la información y comunicación tal como las conocemos en la actualidad. A continuación, se hace una breve descripción de dichos sistemas de información y de las tecnologías más significativas en los procesos de gestión de inventarios.

Tabla 1Tecnologías en la Gestión Logística

Fecha/ Periodo	Tecnología	Descripción	Características	Fuente
1940	Pick to light	Modelo de señales visuales tipo kanban	Sistema de picking automatizado guiado mediante indicadores luminosos que ayudarán a identificar la mercancía	(Ayerdi, 2017)
1952	Código de barras	Etiqueta legible que va pegada a los productos	Brinda información tal como seriales, fecha de	(Cabiativa, 2014)

			producción, destino, tipo, factura, y puede ser utilizada en procesos logísticos para intercambio de información y productos, para mejorar la trazabilidad e historial	
Primeras Patentes 1973	Radiofrecuencia (RFID)	Tecnología de identificación por radio frecuencia, aplicada para llevar el control permanente de inventario	La identificación por Radiofrecuencia, es una tecnología que permite obtener datos remotamente por medio de ondas de radio. Funciona en base a un chip que contiene la información del producto	(Maturana, 2006)
Mediados de los años 90	Sistema (WMS)	WMS es una aplicación de software y hardware que da soporte a las operaciones diarias de un almacén.	WMS (Warehouse Management Systems) conformado por código de barras, rfid, pistolas y terminales de radiofrecuencia, cubren la gran mayoría de los procesos logísticos y productivos, presentan cobertura total de la cadena logística	(Jonathan, 2018)
1990	Automatización de almacenes	Industria 4.0.	Aparecieron las primeras máquinas automatizadas con sistemas de información	(Hernández A. , 2019)

---

Años 80 y 90	Tecnología DRON	En los Años 80 y 90 Se consolida la tecnología UAV	numérica, y podríamos decir que estas máquinas son los primeros robots y la base de la actual automatización Con los nuevos desarrollos en la fabricación de sensores, cámaras y automatización incorporados en las aeronaves estas siendo utilizados en ámbitos civiles y gran aporte en los procesos logísticos	(Bernal, 2016)
--------------------	--------------------	---	--	----------------

---

## Capítulo 3: Tecnología dron y sus aplicaciones

### 3.1 Definición del dron

Los drones o vehículos aéreos no tripulados son la combinación de los avances tecnológicos de la aeronáutica y la robótica, incorporados y acondicionados con GPS, sensores infrarrojos, cámaras alta definición (Agudelo, Muñoz, & Maria, 2015).

La palabra *dron* significa *zángano*, refiriéndose a la abeja macho de una colmena, sin embargo, cabe mencionar que existen varios términos para referirse a este robot aéreo, anteriormente se le conocían como ROA que significa aeronave pilotada remotamente o en la actualidad mencionados como UAV vehículo aéreo no tripulado y UAS refiriéndose a sistema aéreo no tripulado. (Cantos, 2015)

Según (Escamilla, 2010), los drones pueden realizar sus labores de forma autónoma o controlada remotamente por un operador, “la autonomía se relaciona con los algoritmos de control que poseen estos vehículos para responder de manera satisfactoria al encontrarse en eventos inesperados o aleatorios” así como se clasifican en dos categorías o aplicaciones como son el ámbito militar y el ámbito civil.

En un inicio los drones fueron diseñados para usos militares, adecuados para temas de espionajes, misiones de reconocimiento y patrullar territorios detectando situaciones de riesgo.

### 3.2 Características Generales del Dron

En la industria se encuentran muchos diseños de dron, sin embargo, según un artículo de (Magazine, 2017), el más utilizado se ilustra en la Figura 6, y es el que se caracteriza por incluir en sus extremos cuatro propulsores eléctricos dando soporte al vuelo, además la utilización de baterías pequeñas incorporadas, un fuselaje conformado por una placa lógica que consiste en los

sistemas de navegación y control del prototipo, acondicionado con un chip GPS y una computadora que recibe las instrucciones de navegación del control manual.



Figura 6. Ejemplo del Dron

Fuente: (Magazine, 2017)

Entre las características más relevantes de un dron para su maniobrabilidad es que está compuesto o diseñado generalmente con material de polipropileno ya que reduce su peso y tiene gran resistencia; se conduce por medio de radiocontrol para recibir instrucciones de sus tareas y actividades, su nivel de autonomía es gracias a su electrónica incorporada conformada por sensores de nivel y de altura, al giroscopio y al GPS (Maquinas y Herramientas, 2016).

Según (Campos, Juarez, & Vieyra, 2015) adicional al ámbito militar en patrullaje, apoyo y combate, los drones están siendo de gran potencial en el ámbito civil, debido a su versatilidad y flexibilidad, realizando tareas en investigación científica, apoyo de desastres, vigilancia civil, aplicaciones de entretenimiento y misiones con características peligrosas y rutinarias.

### 3.3 Tipos de dron

Los drones se clasifican por su estructura en dos tipos: de ala fija y multirrotor. Los de ala fija son similares a los aviones convencionales, su sistema de vuelo es debido a un motor de combustión o turbinas diseñados para recorrer grandes distancias a gran velocidad generalmente en ámbitos militares; los drones multirrotor son similares a un helicóptero ya que poseen más de dos rotores o motores sostenidos por unos brazos en los extremos laterales, su sistema de vuelo radica en el giro invertido de sus hélices que dan la fuerza necesaria para realizar la elevación o su vuelo (González, 2017).



Figura 7. Dron de ala fija

Fuente: (González, 2017)

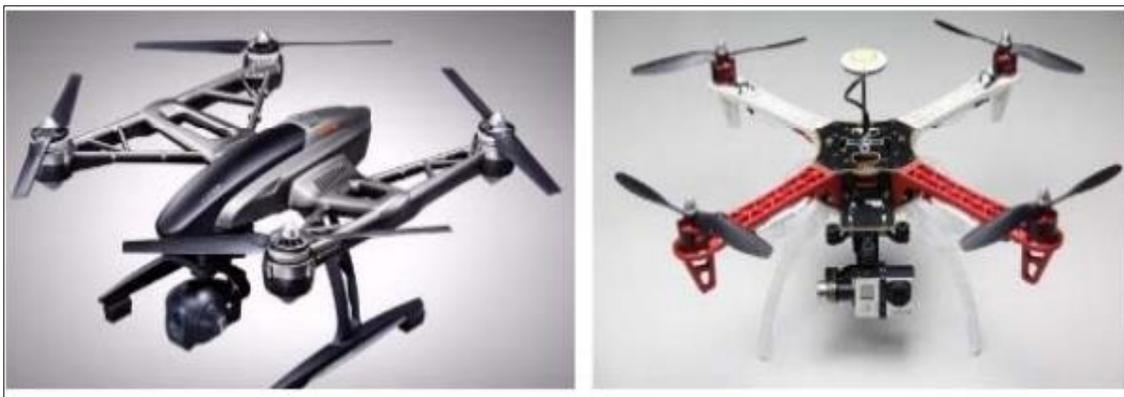


Figura 8. Dron multirrotor

Fuente: (González, 2017)

tipo	forma	características
tricópteros		compone 3 motores, 3 reguladores o variadores, un servo motor y tres helices
cuadricóptero		4 helices impulsadas por 4 motores electricos en los extremos de los brazos
hexacópteros		dispone de 6 motores, 6 variadores, 6 brazos, y 6 helices
octocópteros		constan de 8 motores en sus brazos con 8 helices, se caracteriza por su potencia y su vuelo con carga como camara de video o mercancías pesadas

Figura 9. Drones multirrotor o Multicópteros

Fuente: (González, 2017)

Dentro del tipo de dron multirrotor y según los motores o rotores instalados en la aeronave se encuentran diseños de 3 motores denominados tricópteros, 4 motores o cuadricópteros, 6 motores o hexacópteros y 8 motores conocidos como octacópteros. En la Figura 9 (González, 2017) da a conocer algunos ejemplos de acuerdo a los diseños.

### 3.4 Componentes del dron

A continuación se dará una descripción breve de los componentes básicos y partes principales que conforman un dron según (Benitez, 2018) y que se pueden conocer en la Figura 10:

- **Materiales:** los más utilizados hoy en día por su peso y resistencia son materiales compuestos fibra de carbono, fibra de vidrio y plástico
- **Chasis, marco o fuselaje:** se denomina como el esqueleto del dron donde se implantan los elementos y accesorios que lo conforman
- **Motores:** son los encargados por su giro al movimiento de las hélices y a su vez el vuelo de la aeronave, existen trifásicos y bifásicos
- **Hélices:** normalmente fabricadas de fibra de carbono, plástico o nylon. Son giradas por medio de los motores para conseguir la elevación del dron en el aire
- **Baterías:** estas son las que proporcionan la energía necesaria para todo el funcionamiento de los elementos de la aeronave (Benitez, 2018)**ESCs o Variadores:** ESC (Electronic Speed Controller) circuito encargado de la programación o el control de la velocidad y su vez variar su dirección o sentido de giro
- **Acelerómetro y giroscopio:** el acelerómetro es un sensor que mide la aceleración estática y dinámica determinando la posición y la orientación de la aeronave y el
- **Giroscopio** mide los grados de alabeo y cabeceo respecto al horizonte, (LLaguno, 2018)

Según (LLaguno, 2018) el dron puede contar con otros sensores adicionales según su utilidad como “módulos GPS para ubicar al dron en exteriores, módulos ultrasónicos para detectar y evitar obstáculos, barómetros para calcular presión, altura o temperatura, por último, magnetómetros que realizan las funciones de una brújula” (LLaguno, 2018)

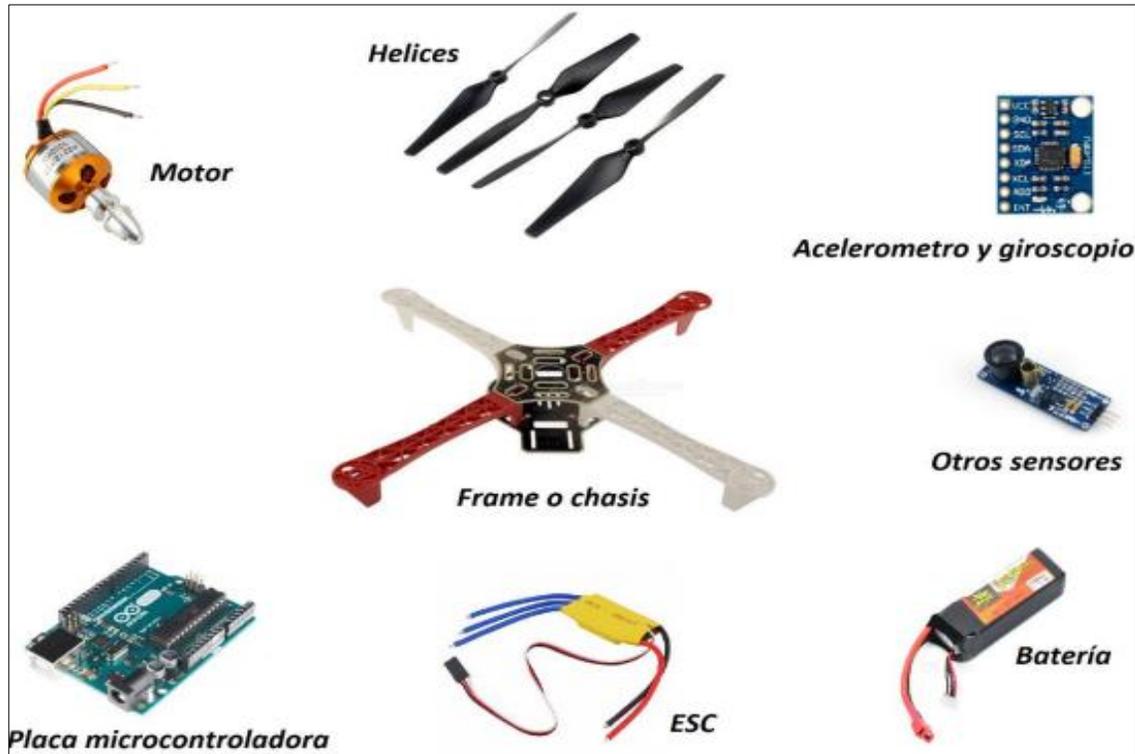


Figura 10. Ejemplos componentes del Dron

Fuente: (LLaguno, 2018)

### 3.5 Aplicaciones del Dron

Los drones están siendo de gran utilidad en distintos sectores gracias a sus capacidades y mecanismos avanzados facilitando tareas que anteriormente eran de gran riesgo para las personas, por su potencial en desplazamiento sobre terrenos de difícil acceso, su tamaño y su equipamiento de alta tecnología, lo anterior teniendo en cuenta que la mayor utilidad se le ha dado con fines militares, sin embargo, en la actualidad son empleados en otros ámbitos como medio ambiente, agricultura, ganadería, seguridad, logística, comunicación, etc. (Salgado, 2019).

A continuación se describen los usos y aplicaciones más comunes en el ámbito profesional:

**Agricultura:** Una de las principales formas de emplearlo en la agricultura consiste en monitorear cientos de hectáreas de forma mucho más rápida que lo convencional, equipándolo con plaguicidas y pesticidas, realizando la fumigación de los cultivos de forma mucho más

precisa, ahorrando costos ya que no malgasta el producto y disminuyendo el impacto ambiental con la utilización de cámaras infrarrojas incorporadas que detectan las zonas del cultivo que necesitan fumigarse, además, mediante imágenes y escaneo se detectan plagas y malas hierbas de forma temprana, así se evita la propagación a lo largo del cultivo (Samaniego, 2017).

**Ingeniería civil:** El uso de esta tecnología que más se destaca en la ingeniería son las mediciones topográficas en terrenos de difícil acceso, con el detalle y la gran calidad en la toma de fotografías en zonas puntuales, y el uso de un láser infrarrojo que escanea el terreno para luego realizar una descripción detallada registrando la información en un plano o un mapa (Roger, y otros, 2019). Otras aplicaciones que se identifican en este ámbito, de acuerdo a lo publicado por (Dron Planet, 2016) son:

- Análisis del suelo y topografía
- Imágenes y tomas aéreas
- Drones equipados con cámaras termografías para conocer de forma precisa la temperatura de la superficie del terreno
- Observación y escaneo en tiempo real para la construcción de carreteras

**Medio ambiente:** En este sector se están empleando drones para vigilancia de reservas naturales con grabaciones de video y toma de imágenes detectando cazadores que vulneran las zonas protegidas, además se monitorean y localizan las especies en tiempo real generando información de los diferentes ecosistemas. También mediante tecnología de vanguardia se monitorea la actividad volcánica y se detectan incendios forestales, incluso en algunos casos ya son utilizados en siembras masivas de árboles para evitar la deforestación. (Departamento de Comunicación, 2015)

**Minería:** Las compañías mineras están utilizando drones para realizar labores de monitoreo, levantamiento topográfico y mapeo 3D, adicionalmente se emplean para sistemas de vigilancia en los terrenos y las excavaciones garantizando la seguridad vial, control de tráfico y las condiciones de las carreteras. Empresas como BHP Billiton, líder mundial en la producción de mineral de hierro, carbón y cobre, utiliza esta tecnología en varias labores de su proceso, como por ejemplo “se utilizan para garantizar que las áreas estén despejadas antes de que ocurra una explosión y para rastrear los humos después de la explosión” (Flores, 2018)

**Emergencia y rescate:** Su gran utilidad y ayuda en este campo destaca la rapidez con que llega a lugares de difícil acceso, gracias a su equipamiento de alta tecnología puede realizar reconocimiento y la localización de víctimas en caso de catástrofes, incluso facilitar la asistencia médica por el traslado de medicamentos, material de emergencia y desfibrilador en caso de ser requerido (Díaz j. , 2015)

**Periodismo:** En este ámbito se destaca lo indicado por (Fernandez A. , 2018) “El uso de drones en el periodismo permite la obtención de imágenes aéreas de difícil cobertura, con un consiguiente abaratamiento de costes, perspectiva, rapidez, movilidad y mayor seguridad para los periodistas”

**Logística:** Su aplicación y utilidad en el ámbito logístico es en la entrega y distribución de la mercancía, como también son empleados para procesos internos como el control de inventarios realizando lecturas de las referencias almacenadas, el movimiento de artículos dentro de la planta, vigilancia y monitoreo en los almacenes para evitar pérdidas y robos. (Giusti, 2016). En el siguiente capítulo se presenta una descripción ampliada del uso de los drones en este sector.

## **Capítulo 4 Uso de drones en la gestión de la logística**

### **4.1 Drones en la logística de distribución**

Esta tecnología dron en el ámbito logístico toma cada vez más fuerza ya que su tamaño, versatilidad y diseño pueden incursionar en diferentes áreas principalmente del almacén, siendo capaces de transportar mercancía en algunos casos de hasta 3 kilogramos y con un tiempo de vuelo de hasta 88 minutos; entre sus primeros eje usos se destacan las entregas en la mensajería en lugares donde se dificulta el acceso con el transporte convencional, utilizando los drones específicamente para completar los últimos trayectos entre el Courier y el destinatario. (Arranz, 2015)

Según lo indicado por (Romero, 2015), los drones deben estar acondicionados con sistema de localización GPS determinando su posición en tiempo real; para esto deben tener una conexión segura de internet adaptados con equipos de comunicación y sensores que detecten otros aviones y obstáculos como cables eléctricos, edificios y pájaros con el fin de evitar colisiones en su trayecto, además se debe tener una planificación de vuelo permitiendo tener una comunicación constante para predecir su recorrido de vuelo, permitiendo tener una operación de entrega confiable.

La forma de aplicación del dron en la entrega es complementada con plataformas virtuales y aplicaciones móviles, de acuerdo a un caso citado por (Castro E. , 2018) en la utilización de esta tecnología, la App de tráfico y navegación traza la ruta más apropiada respetando los lugares de protección aéreos, llegando al punto de destino, donde la confirmación y el reconocimiento se desarrollan en la interacción del dron con el cliente y finalmente el dron escanea los datos y rasgos con una cámara de alta definición por software, evidenciando que si es

el destinatario real, garantizando una entrega eficientemente. En la Figura 11, se puede conocer un prototipo con sus componentes, diseñado específicamente para la logística.

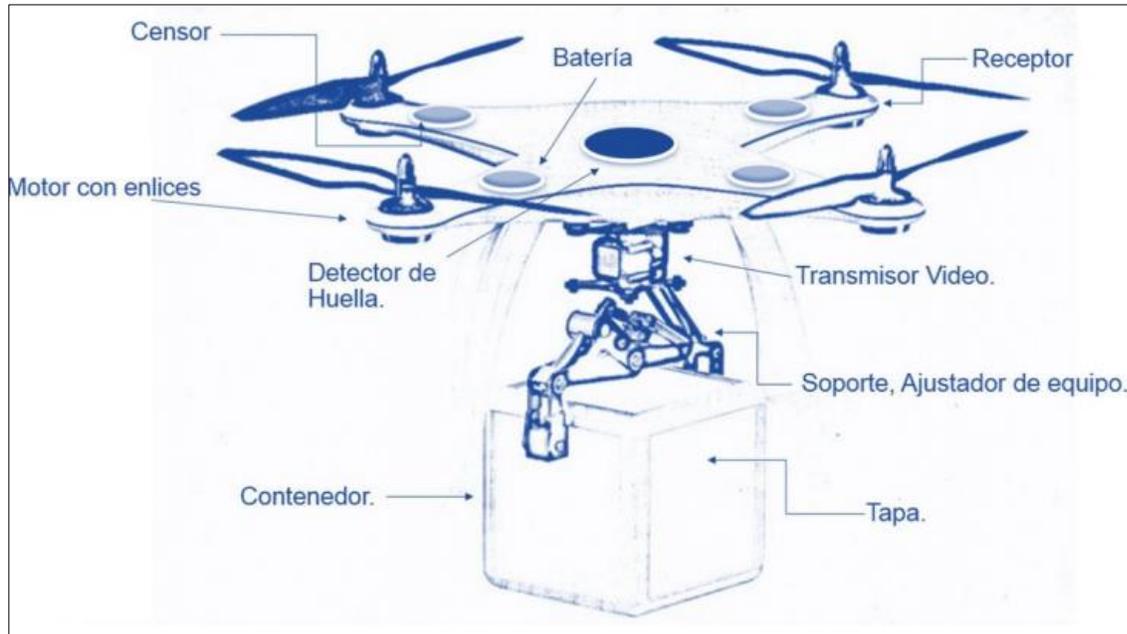


Figura 11. Componentes del Dron implementado para entregas

Fuente: (Castro E. , 2018)

#### 4.2 Drones en la logística de almacenamiento

Uno de los mayores retos de las empresas de hoy en día, es tener los inventarios controlados y tener la información real de las cantidades de sus productos. Esta labor de la gestión de inventarios, se está haciendo más eficiente con el uso de los drones, como lo indica (Gutiérrez, 2018) en su artículo investigativo, donde describe que esta tecnología ofrece oportunidades de llevar el control dentro y fuera de almacenes o CEDIs, ya que adicional al monitoreo y vigilancia, realizan operaciones de inventario transfiriendo en tiempo real la toma de datos, búsquedas de palets o cajas perdidas e incluso permiten detectar material defectuoso o mal identificado haciendo más eficiente y sencillos los procesos logísticos.

De acuerdo a lo mencionado por (Nuria, 2016), en las tareas de inventario realizadas por el dron, éste debe estar equipado con sensores “OCR (reconocimiento óptico de caracteres), GPS (sistema de posicionamiento global), RFID (identificación por radiofrecuencia) y lector de código de barras, entre otros; además (Nuria, 2016) indica que una de las ventajas con la implementación de estas aeronaves en almacén es que aportan grandes beneficios en crecimiento de la productividad ya que las operaciones se realizaran en menor tiempo y se tendrá control total de las existencias.

La dinámica de estos drones consiste en realizar las lecturas escaneando códigos RFID, el procedimiento del robot es volar a la estantería emitir las señales por el lector a una distancia de decenas de metros, operando de forma autónoma y segura ya que cuenta con rotores de plástico, realizando sus labores a distancia de los operadores, sin embargo, cabe aclarar que, estas aeronaves son operadas y supervisadas por un humano. (Patel, 2019)

Dentro de las características que más destaca (Szondy, 2014) de esta tecnología, es su capacidad de maniobra en el almacén en cualquier dirección llegando a lugares de difícil acceso como ubicaciones a gran altura; esto sucede utilizando sensores de movimiento como los ópticos o sensores de radio, que le permiten operar con escaneo, realizando un reconocimiento del lugar de almacenamiento, de acuerdo a la programación de su ruta que es realizada mediante un software inteligente capaz de modificar el trayecto automáticamente de ser necesario. De acuerdo al caso compartido por (Szondy, 2014) en proyectos como el adelantado por el Instituto Fraunhofer, el propósito de implementar este tipo de sistemas es “reducir los costos al eliminar errores de registro, identificar cuellos de botella en la producción y mantener un conteo continuo del inventario”.

#### 4.3 Casos de desarrollos tecnológicos de drones en la gestión logística

- **Simulación Experimental: Laboratorio de logística de la facultad de ingeniería industrial de la universidad tecnológica de Pereira**

En primer lugar, para entender el proceso realizado por el dron en un inventario, se toma como aporte una prueba de campo realizado por (Agudelo, Muñoz, & Maria, 2015) que trata de una simulación experimental con el programa SketchUp, donde son combinadas dos tecnologías (el dron y tecnología RFID), el dron realiza recorridos de vuelo en todas las direcciones del almacén, operado remotamente por una persona experimentada, los productos o lotes deben estar debidamente identificados con las etiquetas RFID, de tal forma que el dron pase por cada una de las ubicaciones de la estantería recolectando mediante el escaneo o la lectura de las etiquetas, la información deseada del producto

- **Nuevos desarrollos: Delta drone y geodis**

DELTA DRONE y GEODIS han puesto en marcha la utilización de drones en el conteo de inventario, se trata de un diseño de dron quadcopter con cámaras de alta definición y totalmente autónomo gracias a la tecnología de geolocalización que se encuentra en su interior. De acuerdo con lo indicado por (Hiles, 2018) este proceso se realiza fuera de las horas de operación del almacén generando un incremento en la productividad, seguridad en el sitio de trabajo y a los operarios, además, teniendo en cuenta que al utilizar el dron para los conteos de la mercancía, ya no son requeridas actividades manuales para determinar las cantidades alojadas en el almacén, se genera mayor confianza en los datos recolectado respecto al inventario.



Figura 12 Dron Geodis y Delta Drone

Fuente: (Lafuente, 2016)

- **Dron e inteligencia artificial: Corporación colombiana de logística CCL**

La Corporación Colombiana de Logística CCL, aplica la tecnología (IIoT) plataforma que se basa en la conectividad de todos los dispositivos compatibles con (WiFi, Bluetooth, GSM/3G/4G). La función de esta tarjeta IIoT es permitir la comunicación con todos los elementos de operación, llevando control en tiempo real de todos los procesos de los grandes centros de distribución de CCL, esta herramienta es incorporada a un dron para realizar procesos de lectura de la mercancía estibada en grandes alturas, que además cuenta con “un chip de inteligencia artificial que captura la volumetría y las imágenes de los productos para que, por medio de algoritmos de programación, se obtenga un conteo de inventarios” (Dinero, 2018)

- **Desarrollo de Eyesee: Hardis Group**

La empresa de servicios digitales quien desarrollo Eyesee un dron autónomo equipado con cámara 3D, sistema de geo localización, sensores infrarrojos entre otros, este robot aéreo diseñado para realizar las operaciones de inventario y control de inventario en almacenes. (Hardis Group, 2016)



Figura 13 Dron Eyesee

Fuente: (Hardis Group, 2016)

- **Desarrollo de Flybox - Linde Material Handling**

El fabricante y proveedor de soluciones de automatización para la intra-logística Linde, ha desarrollado un dron de 50 cm de ancho, acondicionado con lector de código de barras, para realizar el escaneo de todos los niveles en altura del material almacenado; lo innovador de este prototipo es que está combinado con una carretilla automatizada quien le brinda la carga necesaria para su labor debido a un conversor de voltaje y un cable autoajustable. El dron Flybox que se puede ver en la Figura 13, cuenta con 6 rotores realizando sus movimientos en cualquier dirección, adicionalmente incorpora cámara de alta resolución, escaneo de código de barras y un

telemetro, apilador automatizado y sensor de altura; características que le permiten ofrecer los siguientes beneficios (Interempresas.net, 2017):

- Todas las lecturas quedan documentadas en caso de falla la información se puede recuperar gracias a su aplicación
- El programa refleja la imagen de la ubicación en el estante junto con la fotografía de la etiqueta código de barras
- Con el uso del dron reduce el margen de error en los procesos de inventario, como reducción de costos y tiempo.
- Con el uso del prototipo dron el personal estará menos expuesto a riesgos y accidentes ya que no estarán en alturas realizando conteos, el inventario ya no será manual y los errores se reducirían gracias a la automatización del proceso
- Una de las ventajas que el dron puede ofrecer es realizar sus operaciones fuera del horario laboral debido a que está diseñado para operar de forma totalmente autónoma



Figura 14. Dron Flybox y Apilador automático

Fuente: (Almacenaje, 2019)

#### 4.4 Casos de uso de drones en la gestión logística de almacenamiento y distribución de mercancías

- **Caso DHL de implementación en inventarios y almacenamiento**

Un caso de impacto internacional, es la implementación de la tecnología dron en la compañía alemana DHL Supply Chain; el proyecto fue realizado con el prototipo (dron) DJI Phantom 3 Professional, el cual está equipado con cámara de video 4K, lector de código de barras, y una duración de vuelo 23 minutos. En la ejecución del proceso, el dron realiza lecturas del inventario aproximadamente a 10.330 estibas o pallets, con una velocidad de 600 pallets en 60 minutos, esto ha permitido revelar los códigos defectuosos y hacer las correcciones pertinentes en un tiempo mucho más rápido comparado con otros métodos de lectura de inventario. (ABC , 2017)

- **Caso Amazon en la distribución y entrega de pedidos y mercancías**

El gigante del comercio electrónico Amazon presentó un diseño de dron denominado Prime Air, en la conferencia re:MARS de Inteligencia Artificial (IA), organizada en 2017 en Las Vegas, EEUU; donde expuso que “Los aviones no tripulados han sido mejorados en tres aspectos: eficiencia, estabilidad y seguridad, ya que están dotados de inteligencia artificial”. Este diseño asegura Jeff Wilke (CEO Worldwide Consumer) de Amazon, realizará las entregas a los clientes mucho más rápido, durante su vuelo será capaz de identificar objetos para evitar colisiones y realizar un aterrizaje seguro, esto gracias a sofisticados algoritmos de inteligencia artificial entrenados para detectar personas y animales desde arriba (ABC, 2019)

- **Caso Uber Eats en la distribución y entrega de alimentos**

Otro caso donde se incorpora esta tecnología, corresponde a un ensayo realizado en San Diego, EEUU, bajo la supervisión de la Administración Federal de Aviación (FAA) por la compañía de transporte privado Uber Eats donde, mediante la utilización de un dron desarrollado por la empresa ModalAI, equipado con un sistema que se compone de un módulo de comunicación 4G y un módulo informático con GPS, cámaras y un receptor ADS-B, consiguieron establecer la comunicación entre el vehículo aéreo no tripulado y un servicio en la nube de Uber Eats, para la entrega de alimentos (LMNeuquen, 2019).

## Conclusiones

Es importante identificar los conceptos generales de la gestión de logística y las diferentes tecnologías que dan ayuda a los procesos, que permitan tener un adecuado control en las operaciones de almacén y distribución, de manera que se puedan hacer propuestas para el mejoramiento.

A partir de las fuentes consultadas y el análisis de los casos de aplicación se puede concluir, que al aplicar de manera independiente o conjunta en los procesos de la gestión logística, tecnologías como RFID, Voice Picking, Pick to Light, Almacenes robotizados y drones; permite automatizar tareas y actividades disminuyendo procesos manuales que puedan ser más susceptibles a errores o expongan los operarios a riesgos de salud ocupacional.

El dron, nace para dar solución a múltiples necesidades en los diferentes sectores agrícola, ecológica, logística, militar, entre otros, siendo este último el ámbito en el que mayor desarrollo ha presentado, dado que su autonomía y múltiples características, permiten que aporte a actividades de espionaje, misiones de reconocimiento y a patrullar territorios.

En el contexto organizacional, el dron ha evidenciado múltiples utilidades en la gestión logística, destacando la implementación en almacenes y distribución, como se puede conocer a través de casos como el de DHL, donde se agiliza la lectura de inventarios; Amazon, que busca mejorar sus procesos de entregas de mercancía; y el ensayo de Uber Eats y ModalAI, que evidencia que es posible realizar entregas de alimentos mediante el uso de esta tecnología.

## **Recomendaciones**

Para el país y para los profesionales en Tecnología Logística Industrial, conocer e implementar tecnologías que permitan mejorar el desempeño de la logística sigue siendo un reto, por eso, se abre un gran panorama de investigación, para profundizar en el uso de drones, no solo desde la revisión de casos, sino a partir de la experimentación, identificando las oportunidades que aún existen en materia de innovación en lo relacionado con esta tecnología.

De igual manera, es necesario incentivar a las pequeñas y mediana empresas colombianas a iniciar la investigación de la implementación de los drones en la optimización de sus procesos logísticos, y al sector empresarial en general a promover el análisis de la utilización de tecnologías emergentes en la gestión logística, con el objetivo de favorecer la apropiación de las mismas y la evaluación de su posible implementación, identificando factores que permitan determinar su impacto tanto en la logística como en los ámbitos social y ambiental.

## Bibliografía

- ABC . (11 de 14 de 2017). *DHL incorpora drones en sus centros logísticos españoles*. Obtenido de [https://www.abc.es/economia/abci-incorpora-drones-centros-logisticos-espanoles-201711131434\\_noticia.html](https://www.abc.es/economia/abci-incorpora-drones-centros-logisticos-espanoles-201711131434_noticia.html)
- ABC. (10 de 06 de 2019). *Los nuevos drones de Amazon*. Obtenido de [https://www.abc.es/tecnologia/informatica/soluciones/abci-nuevos-drones-amazon-mas-inteligentes-esquivaran-manadas-pajaros-o-tendedero-edificio-para-entregarte-paquete-201906061827\\_noticia.html](https://www.abc.es/tecnologia/informatica/soluciones/abci-nuevos-drones-amazon-mas-inteligentes-esquivaran-manadas-pajaros-o-tendedero-edificio-para-entregarte-paquete-201906061827_noticia.html)
- Aceves, C. (25 de 06 de 2018). *Drones: su función dentro y fuera del CEDIS*. Obtenido de <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/81005-drones-su-funcion-dentro-y-fuera-del-cedis>
- Agudelo, P., Muñoz, A., & Maria, B. (2015). *Uso De Drones Y La Tecnología Rfid En El Laboratorio De Logística De La Facultad De Ingeniería Industrial De La Universidad Tecnológica De Pereira*. Obtenido de Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI: <https://acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1350/466>
- Ahumada, L. K. (2014). *Mejoramiento de los procesos de inventarios. Trabajo de investigación*. Universidad industrial de santander, Bucaramanga. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/151708.pdf>
- Airvant. (s.f.). Obtenido de <http://airvant.com/>
- Alexander, C., Carlos, A., & Rodrigo, G. (23 de 07 de 2010). *Sistemas de identificación por radio frecuencia. Estudios Gerenciales, 26(116)*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592310701261>
- Almacenaje, m. (09 de 04 de 2019). *Dron Flybox para inventario de Linde MH*. Obtenido de <https://www.manutencionyalmacenaje.com/Articulos/238891-Dron-Flybox-para-inventario-de-Linde-MH-controlado-y-alimentado-por-L-Matic.html>
- Anaya, J. (2007). *Logística integral*. En J. Anaya. Madrid: Esic. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=a4Tq\\_7Pmc04C&oi=fnd&pg=PA11&dq=Log%C3%ADstica+integral:+La+gesti%C3%B3n+operativa+de+la+empresa&ots=ViVAmTQOGa&sig=r3xNslB4FKTI7dk-jDeDYQ9AhUY#v=onepage&q=Log%C3%ADstica%20integral%3A%20La%20gesti%C3%B3n%20operat](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=a4Tq_7Pmc04C&oi=fnd&pg=PA11&dq=Log%C3%ADstica+integral:+La+gesti%C3%B3n+operativa+de+la+empresa&ots=ViVAmTQOGa&sig=r3xNslB4FKTI7dk-jDeDYQ9AhUY#v=onepage&q=Log%C3%ADstica%20integral%3A%20La%20gesti%C3%B3n%20operat)
- Andino, R. M. (s.f.). *Gestión de operaciones y logística*. Obtenido de [https://www.academia.edu/11055439/GESTI%C3%93N\\_DE\\_OPERACIONES\\_Y\\_LOG%C3%8DSTICA\\_Ram%C3%B3n\\_Mart%C3%ADn-Andino](https://www.academia.edu/11055439/GESTI%C3%93N_DE_OPERACIONES_Y_LOG%C3%8DSTICA_Ram%C3%B3n_Mart%C3%ADn-Andino)
- Arranz, A. (30 de 04 de 2015). *Elogística*. Obtenido de *Logística del futuro: aplicaciones con drones*: <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/72212-logistica-del-futuro-aplicaciones-drones>
- Ayerdi, I. (2017). *Diseño de Almacén para el Lanzamiento de un Nuevo Producto en el Entorno de la Industria Aeronáutica*. Obtenido de [http://oa.upm.es/49242/1/TFG\\_IGNACIO\\_AYERDI%20\\_TORNERO.pdf](http://oa.upm.es/49242/1/TFG_IGNACIO_AYERDI%20_TORNERO.pdf)
- Ballou, R. H. (2004). *Administración cadena de suministro*. En B. Ronald H. Mexico: Pearson educación. Obtenido de

- [https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica\\_administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ta\\_edicion\\_-\\_ronald\\_h\\_ballou.pdf](https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica_administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_edicion_-_ronald_h_ballou.pdf)
- Ballou, R. H. (2004). *Administracion de la cadena de suministro*. En B. R. H. Mexico: Pearson Education. Obtenido de [https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica\\_administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ta\\_edicion\\_-\\_ronald\\_h\\_ballou.pdf](https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica_administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_edicion_-_ronald_h_ballou.pdf)
- Ballou, R. H. (2004). Logística. En R. H. Ballou, *Administracion de la cadena de suministro* (págs. 328-330). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN. Obtenido de [https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica\\_administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ta\\_edicion\\_-\\_ronald\\_h\\_ballou.pdf](https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica_administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_edicion_-_ronald_h_ballou.pdf)
- Ballou, R. H. (2004). Wms. En R. H. Ballou, *Logistica administracion de la cadena de suministro* (págs. 149-150). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN. Obtenido de [https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica\\_administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ta\\_edicion\\_-\\_ronald\\_h\\_ballou.pdf](https://ulisesmv1.files.wordpress.com/2015/08/logistica_administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_edicion_-_ronald_h_ballou.pdf)
- Banús, L. (19 de 11 de 2010). *KH Lloreda crea el primer almacén íntegramente robotizado*. Obtenido de Interempresas net: <http://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/45200-KH-Lloreda-crea-el-primer-almacen-integramente-robotizado.html>
- Benitez, E. (23 de 03 de 2018). *Dronprofesional*. Obtenido de <https://dronprofesional.com/blog/cuales-son-las-partes-de-un-dron/>
- Bernal, V. (12 de 2016). *diseño de un vehiculo aereo no tripulado*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/VictorBernalSandoval/tesis-uav>
- Budia Pineda, C. (2003). *Transelevador para 2 cargas paletizadas de 1000 Kg*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2732/31102-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabeza, D. (2012). *Logistica inversa en la gestion de la cadena de suministro*. En D. Cabeza. Barcelona: ICG Marge. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hoQK2KBHhzQC&oi=fnd&pg=PA11&dq=logistica+inversa&ots=zRed13OB-r&sig=veeVRVQkAOfJ2eH0-5Q3Wy76\\_eo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hoQK2KBHhzQC&oi=fnd&pg=PA11&dq=logistica+inversa&ots=zRed13OB-r&sig=veeVRVQkAOfJ2eH0-5Q3Wy76_eo#v=onepage&q&f=false)
- Cabiativa, J. (2014). *IMPACTO DEL USO DE HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS EN LA GESTION DE ALMACENES*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11990/CabiativaCastelblanco,Juan2014.pdf;jsessionid=4FC6C5300397B6465FE883453AACC10B?sequence=1>
- Campos, H., Juarez, D., & Vieyra, A. (2015). *Diseño de aplicacion para cntrol a distancia de un dron*. Instituto politecnico nacional, Mexico D.F. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21919/Tesis%20Drone.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cantos, O. (2015). *Drones y su aplicacion en seguridad y salud en el trabajo*. Tesis. Universidad miguel hernandez. Obtenido de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2211/1/TFM%20D%C3%ADaz%20Cantos%2C%20%C3%93scar.pdf>
- Castellanos, A. (2009). *Manual gestion logistica del transporte*. En A. Castellanos. barranquilla: Uninorte. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JYydaUBcri0C&oi=fnd&pg=PA21&dq=+Log%C3%ADstica+y+Distribuci%C3%B3n&ots=IR1HXN6ajR&sig=eLWRiY8JEh\\_FFi](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JYydaUBcri0C&oi=fnd&pg=PA21&dq=+Log%C3%ADstica+y+Distribuci%C3%B3n&ots=IR1HXN6ajR&sig=eLWRiY8JEh_FFi)

- yeKr1KKAa7NKs#v=onpage&q=Log% C3% ADstica% 20y% 20Distribuci% C3% B3n&f=false
- Castro, E. (2018). *Transporte, Tiempo, Distancia, Entregas: El futuro del dron en México*. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de México:  
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94296/Articulo%20empastado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Castro, J. (21 de 10 de 2014). *Beneficios de un sistema de control de inventarios*. Obtenido de <https://blog.corponet.com.mx/beneficios-de-un-sistema-de-control-de-inventarios>
- Clavijo, S. (18 de 09 de 2018). *Logística del Transporte indice mundial*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/logistica-del-transporte-indice-del-banco-mundial-lpi-2772124>
- coalla, p. p. (2017). *gestion de inventarios* . Obtenido de [https://books.google.com.co/books?id=M15IDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onpage&q&f=true](https://books.google.com.co/books?id=M15IDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onpage&q&f=true)
- Correa, A. (2016). Diseño de un modelo de administracion de inventarios. *Monografía*. Fundacion universidad de america, Bogota. Obtenido de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/653/1/07081503294-2016-2-GE.pdf>
- Correa, A., Gomez, R., & Cano, J. (11 de 10 de 2010). Gestion de almacenes y tenologias tic. *Scielo colombia*. Estud.gerenc. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v26n117/v26n117a09.pdf>
- Cortes, J. A. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Obtenido de <https://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf>
- Cure, L., Mesa, J., & Amaya, R. (12 de 07 de 2006). *Logistica inversa herramianta de apoyo a la competitividad de las organizaciones*. Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2801/1900>
- Dante.Tapia, J., Oscar.Garcia, & Alberto, S. (Noviembre de 2007). *Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Javier\\_Bajo2/publication/228931313\\_Identificacion\\_por\\_Radiofrecuencia\\_Fundamentos\\_y\\_Aplicaciones/links/02bfe50c8ba3bce80b000000/Identificacion-por-Radiofrecuencia-Fundamentos-y-Aplicaciones.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Javier_Bajo2/publication/228931313_Identificacion_por_Radiofrecuencia_Fundamentos_y_Aplicaciones/links/02bfe50c8ba3bce80b000000/Identificacion-por-Radiofrecuencia-Fundamentos-y-Aplicaciones.pdf)
- Departamento de Comunicación. (18 de 8 de 2015). *Los Drones y el Medio Ambiente*. Obtenido de Aplicaciones y Operación con Drones /RPAS Universidad de Valencia:  
<http://drones.uv.es/los-drones-y-el-medio-ambiente/>
- Departamento nacional de planeacion. (12 de 12 de 2018). Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Gobierno-publica-Encuesta-Nacional-Log% C3% ADstica-con-miras-a-fortalecer-la-competitividad-y-productividad-en-el-pa% C3% ADs.aspx>
- Diaz, A., & Sanchez, A. (2013). *Plan logistica para la distribucion de la empresa*. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9398/Tesis%20Ver.%20Final%20Plan%20Log% C3% ADstico%20de%20Distribuci% C3% B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Diaz, j. (2015). *Los drones y sus aplicaciones*. Obtenido de <http://www.icoitma.com/imagenes/imagenes-noticias/id934A.pdf>

- Dinero. (13 de 04 de 2018). *Una apuesta por la logística 4.0*. Obtenido de <https://www.dinero.com/hablan-las-marcas/articulo/una-apuesta-por-la-logistica-40/257365>
- Dron Planet. (7 de 02 de 2016). *El papel de los drones en la ingeniería civil*. Obtenido de <http://www.dronplanet.com/el-papel-de-los-drones-en-la-ingenieria-civil/>
- Escamilla, R. (2010). Diseño, construcción, instrumentación y control de un vehículo aéreo no tripulado. *Tesis*. Instituto Politécnico Nacional, México D.F. Obtenido de <http://www.gaingon.net/pdf2016/4251529721159267.pdf>
- Escudero Serrano, M. J. (2014). Almacenes automatizados. En J. E. Serrato, *Logística de almacenamiento* (págs. 21-22). Madrid España: Mdiciones Parraninfo S.A. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AnC6AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=logistica+de+almacenamiento&ots=ZLD6CAJrxa&sig=XSbFdIQITjZRZaVS4NuyndGkaI0#v=onepage&q=logistica%20de%20almacenamiento&f=false>
- Escudero, S. (2014). *Logística de almacenamiento*. En E. Jose. España: Paraninfo S.A. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AnC6AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=logistica+de+almacenamiento&ots=ZLF4HuJny6&sig=97M8gnfeXD13vkJJEfMRyUeV3ic#v=onepage&q=logistica%20de%20almacenamiento&f=false>
- Falla, N. (2013). La implementación de voice picking. (*Tesis de ingeniería*). Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1436/1/PROPUESTA%20PARA%20LA%20IMPLEMENTACION%20DE%20VOICE%20PICKING%20EN%20CENTRO%20DE%20DISTRIBUCION%20DE%20RETAIL.pdf>
- Fernandez, A. (2017). Importancia de la gestión de inventarios. En A. C. Fernandez, *Gestión de inventarios* (págs. 2-3). Antequera (Málaga): IC Editorial. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Dw9aDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=definicion+gestion+de+inventarios&ots=AQB\\_omj75A&sig=sD0IMxYjVIP5t1ropJBPFFJAij0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Dw9aDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=definicion+gestion+de+inventarios&ots=AQB_omj75A&sig=sD0IMxYjVIP5t1ropJBPFFJAij0#v=onepage&q&f=false)
- Fernandez, A. (2018). *Periodismo y drones*. Obtenido de [https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/9093/1/Periodismo\\_MAngelesFernandez\\_Doxa\\_Comunic\\_2018.pdf](https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/9093/1/Periodismo_MAngelesFernandez_Doxa_Comunic_2018.pdf)
- Flores, O. (10 de 04 de 2018). *Los drones continúan cambiando a la minería*. Obtenido de <https://mineriaenlinea.com/2018/04/los-drones-continuan-cambiando-a-la-mineria/>
- Forero, R. Á. (10 de Julio de 2019). *Dinero*. Obtenido de <https://www.dinero.com/opinion/columnistas/articulo/logistica-4-0-por-raul-avila-forero/248534>
- García, V. (2018). Modelado de transelevador automático. (*Tesis de ingeniería industrial*). Universidad de Oviedo, Jijón España. Obtenido de [file:///C:/Users/star/Downloads/TFM\\_VictoriaCasaresGarcia%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/star/Downloads/TFM_VictoriaCasaresGarcia%20(1).pdf)
- Giron, A. (05 de 2014). Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/01/04/Giron-Antonio.pdf>
- Giusti, F. (2016). *Drones en procesos logísticos*. Obtenido de <https://www.beetrack.com/es/blog/drones-en-procesos-logisticos>
- González Torre, A., & Gisbert Soler, V. (12 de 2017). *Uso de drones en la distribución urbana*. Obtenido de [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_13.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_13.pdf)

- González, E. (2017). *México Exportador de Drones a República de Chile*. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional:  
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23349/Tesina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Granillo, R., Gonzales, I., Marmolejo, S., & Santana, F. (12 de 2019). *Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados*. Obtenido de  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/4092/6371>
- Guizar, E. (julio de 2018). Implementación de RFID en un almacén. (tesis). ETSEIB, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/114261/memoria-tfm-implementacio-n-rfid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutiérrez, C. G. (25 de 06 de 2018). *Elogística*. Obtenido de Drones: su función dentro y fuera del CEDIS: <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/81005-drones-su-funcion-dentro-y-fuera-del-cedis>
- Hardis Group. (2016). *Hardis Group*,. Obtenido de <https://www.rpas-drones.com/eyesee-dron-realizar-inventarios-almacen/>
- Hernández, A. (06 de 2019). *Desarrollo Histórico y Evolución de la Robótica*. Obtenido de <https://diplomasenior.eseiaat.upc.edu/ca/treball-de-sintesi/docs-treball-sintesi/ImpactosAutomatizacionrobotica.pdf>
- Hernández, A. (2019). *Impactos De La Automatizacion y La Robotica*. Obtenido de <https://diplomasenior.eseiaat.upc.edu/ca/treball-de-sintesi/docs-treball-sintesi/ImpactosAutomatizacionrobotica.pdf>
- Hiles, J. (11 de 04 de 2018). *Inventario de almacenes utilizando drones*. Obtenido de Portcare internacional: <http://portcare.com/2018/04/11/warehouse-inventory-using-drones-geodis-and-delta-drone-have-entered-the-industrialization-production-phase-of-their-completely-automated-solution/>
- Interempresas.net. (04 de 04 de 2017). *Linde Material Handling muestra Flybox, el dron de inventario*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/184076-Linde-Material-Handling-muestra-Flybox-el-dron-de-inventario.html>
- Iñigo, A. (2018). Nuevas tecnologías y su aplicación. *Trabajo de grado*. Universidad del país vasco, Bilbao. Obtenido de [https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/31273/TFG\\_I%C3%B1igoAlbaCasado.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/31273/TFG_I%C3%B1igoAlbaCasado.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- Isarin, P., Giovanni, P., & Martin, A. (2010). Gestion de inventarios. *Revista Universidad EAFIT*, 1-13. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/215/21520989002.pdf>
- Jaimovich, D. (15 de 10 de 2018). *Robots en almacenes inteligentes*. Obtenido de <https://www.infobae.com/america/tecno/2018/10/15/como-trabajan-los-robots-en-los-almacenes-inteligentes/>
- Jonathan, C. (05 de 2018). *CREACIÓN Y PRUEBA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES*. Obtenido de [http://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/83978/1/TG02096.pdf](http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/83978/1/TG02096.pdf)
- Jordi, & Navascues. (2001). Manual de logística integral. En J. Pau, & R. d. Navascues. Madrid: Dias de santos S.A. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dxTImJ4ipCMC&oi=fnd&pg=PR21&dq=Manual+de+Log%C3%ADstica+Integral&ots=5pcNZm5F9R&sig=Gg-WxTKv2ifUekURNL0pLR5EoMU#v=onepage&q=Manual%20de%20Log%C3%ADstica%20Integral&f=false>

- Jose, V., Dios, J. J., & Jesus Blanco Rodriguez, R. (Mayo de 2015). *La identificación por radiofrecuencia (RFID) y sus aplicaciones*. Obtenido de [file:///C:/Users/star/Downloads/JosIvnSanJosetal.-LaidentificacinporradiofrecuenciaRFIDysusaplicaciones%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/star/Downloads/JosIvnSanJosetal.-LaidentificacinporradiofrecuenciaRFIDysusaplicaciones%20(3).pdf)
- Labastida, J. (2010). *Estudio y analisis en los procesos de picking*. Obtenido de <http://zaguan.unizar.es/record/5280/files/TAZ-PFC-2010-279.pdf>
- Lafuente, C. (05 de 12 de 2016). *Drone para inventariar el almacén*. Obtenido de <https://www.manutencionyalmacenaje.com/Articulos/235193-Un-drone-para-inventariar-el-almacen-acuerdo-entre-Geodis-y-Delta-Drone.html>
- LLaguno, I. (2018). Movimiento autonomo de un dron . *Trabajo fin de grado*. Universidad del pais vasco, Bilbao. Obtenido de [https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/29451/InformeTFG\\_IGOR\\_LLAGUNO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/29451/InformeTFG_IGOR_LLAGUNO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- LMNeuquen. (22 de 08 de 2019). *Uber Eats realizó su primera prueba usando drones*. Obtenido de <https://www.lmneuquen.com/uber-eats-realizo-su-primera-prueba-usando-drones-n646864>
- Magazine, U. (15 de Junio de 2017). *Los Drones: Características, Aplicaciones y Tendencias*. Obtenido de <http://universitariomagazine.com/site/index.php/eventos/universitarios-travel/los-drones-caracteristicas-aplicaciones-y-tendencias>
- Maquinas y Herramientas. (28 de Junio de 2016). *Drones. Una introducción, características y cómo su inclusión cambia la forma de trabajo*. Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/novedades/drones-introduccion>
- Martínez, I. L., & Gómez, M. I. (21 de noviembre de 2012). *Artículo original*. Obtenido de Auditoría logística para evaluar el nivel de gestión: [file:///C:/Users/star/Downloads/art%C3%ADculo\\_redalyc\\_360433593011.pdf](file:///C:/Users/star/Downloads/art%C3%ADculo_redalyc_360433593011.pdf)
- Martinez, R. (2018). *Encuesta nacional logistica* . Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PresentacionEncuestaNacionalLogistica2018.pdf>
- Maturana, C. (18 de 10 de 2006). *RFID: El código de barras inteligente*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Cristian\\_Maturana/publication/28805584\\_RFID\\_El\\_codigo\\_de\\_barras\\_inteligente\\_para\\_Bibliotecas/links/0a85e53205b334f7ed000000/RFID-El-codigo-de-barras-inteligente-para-Bibliotecas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cristian_Maturana/publication/28805584_RFID_El_codigo_de_barras_inteligente_para_Bibliotecas/links/0a85e53205b334f7ed000000/RFID-El-codigo-de-barras-inteligente-para-Bibliotecas.pdf)
- Mayer, C. (2012). Voice picking: la tecnología en tendencia. *E logistica*. Obtenido de <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/64897-voice-picking-la-tecnologia-tendencia>
- Mecalux. (17 de 05 de 2019). *El almacén robotizado en la era de la logística 4.0*. Obtenido de mecalux soluciones de almacenaje: <https://www.mecalux.es/blog/almacen-robotizado>
- Molina, J. D. (2015). Planificacion de un modelo logistico. *Tesis*. Universidad Politecnica Salesiana, Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10267/1/UPS-GT001298.pdf>
- Monterroso, E. (08 de 2000). *El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/296483187\\_El\\_proceso\\_logistico\\_y\\_la\\_gestion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_abastecimiento](https://www.researchgate.net/publication/296483187_El_proceso_logistico_y_la_gestion_de_la_cadena_de_abastecimiento)
- Mora, L. A. (2011). Aplicacion de los sistemas WMS. En l. a. Mora, *Gestion de loslogistica en centros de distribucion*. Bogota: Ecoe Ediciones. Obtenido de

- <https://books.google.com.co/books?id=hXs5DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=tecnologia+wms+en+almacen&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjzkuGE-s7kAhVuuVkkKHU6FAMMQ6AEIKDAA#v=onepage&q=tecnologia%20wms%20en%20almacen&f=false>
- Morales, E. (14 de 05 de 2015). *La Logística Empresarial y la rentabilidad de la distribuidora*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/17774/1/T2965i.pdf>
- Mucha, J. (2018). *Implementación de un sistema de gestión de almacén pick to light*. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10194?show=full>
- Nuria. (18 de Septiembre de 2016). *Drones interactuando en la cadena de suministro – Supply Chain*. Obtenido de <http://www.dronecreativo.com/drones-interactuando-en-la-cadena-de-suministro-supply-chain/>
- Ortiz, K. (2016). Scor del sistema logístico de una empresa. *Tesis*. Universidad catolica del peru, Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7129/KOU\\_ORTIZ\\_KATHERINE\\_METODOLOGIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7129/KOU_ORTIZ_KATHERINE_METODOLOGIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ortiz, K. K. (2016). Scor del sistema logístico de una empresa. *Tesis*. Universidad catolica del peru, peru. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7129/KOU\\_ORTIZ\\_KATHERINE\\_METODOLOGIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7129/KOU_ORTIZ_KATHERINE_METODOLOGIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Patel, N. V. (16 de 4 de 2019). *Inverse*. Obtenido de Innovation MIT Drones Could Save U.S. Retailers like Walmart Billions Every Year: <https://www.inverse.com/article/35924-new-mit-drone-system-rfly-us-retailers-rfid>
- Pau, J., & Navascues, R. d. (2001). *Manual de logistica integral*. En J. Pau, & R. d. Navascues. madrid: Dias de santos. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dxTImJ4ipCMC&oi=fnd&pg=PR21&dq=Manual+de+Log%C3%ADstica+Integral&ots=5pcNZm5F9R&sig=Gg-WxTKv2ifUekURNL0pLR5EoMU#v=onepage&q=Manual%20de%20Log%C3%ADstica%20Integral&f=false>
- Peña, N. (2009). Optimizacion de la gestion de inventario. *Articulo investigativo*. Universidad Vladimir I Lenin,, Cuba. Obtenido de <file:///C:/Users/star/AppData/Local/Temp/7zO4C9CFF37/onp.pdf>
- Portillo, J., Bermejo, A., & Bernardos, A. (2008). *Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) en los ambitos de la salud*. Madrid: Fundación madrid para el Conocimiento. Obtenido de [https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/\\_VT13\\_RFID.pdf](https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/_VT13_RFID.pdf)
- Prada, S., & Rios, A. (2013). *Propuesta de mejoramiento para la operacion de picking en la empresa cintas y botones*.
- Puyana, R. (2018). *Presentación de Resultados Encuesta Nacional Logistica*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PresentacionEncuestaNacionalLogistica2018.pdf>
- Quiroga, j. (20 de 05 de 2009). *introduccion a la logistica*. Obtenido de [https://www.academia.edu/25473354/Introducci%C3%B3n\\_a\\_la\\_log%C3%ADstica\\_La\\_log%C3%ADstica\\_como\\_herramienta\\_de\\_competitividad](https://www.academia.edu/25473354/Introducci%C3%B3n_a_la_log%C3%ADstica_La_log%C3%ADstica_como_herramienta_de_competitividad)
- Reinerio, C. ., (2015). *Administracion de logistica*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/EDGARALEIX1982/administracin-logstica>

- RevistaLogistec. (15 de 02 de 2013). *Ventajas del voice picking* . Obtenido de Revistalogistec.com: <http://www.revistalogistec.com/index.php/vision-empresarial/lideres/item/2170-ventajas-del-voice-picking>
- Rodriguez, R. (2015). proceso de almacenamiento y manejo de cargas. En r. Rodriguez. FREMAP. Obtenido de <https://www.udc.es/archivos/sites/udc/prl/procedimientos/Guiaxseg.xalmacenam.yyxman.ejoxcargas.pdf>
- Roger, G., Juan, U., Ismael, S., Ruben, M., Flor, A., Carlos, Z., & Rafael, C. (05 de 07 de 2019). *Drones y aplicaciones en la ingenieria*. Obtenido de [https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2019/07/326\\_6229\\_A\\_Gonzalez\\_Herrera\\_v44n6.pdf](https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2019/07/326_6229_A_Gonzalez_Herrera_v44n6.pdf)
- Romero, J. (2015). *Uso de Drones en Logística para Entrega de Mercancías*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7862/USO%20DE%20DRO NES%20EN%20LOGISTICA%20PARA%20ENTREGA%20DE%20MERCANCIAS\\_.pdf?sequence=1](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7862/USO%20DE%20DRO NES%20EN%20LOGISTICA%20PARA%20ENTREGA%20DE%20MERCANCIAS_.pdf?sequence=1)
- Salgado, R. (2019). *Tecnología dron*. Obtenido de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/150-numero-1957/301-drones-tecnologia-a-control-remoto.html>
- Samaniego, J. F. (10 de 02 de 2017). *Drones para la agricultura*. Obtenido de <https://agriculturers.com/drones-para-agricultura-beneficios-y-casos-reales/>
- Serrano, J. (2014). Logística de almacenamiento. En J. Serrano. Madrid: Peraninfo S.A. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=AnC6AAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Sierra, C., Moreno, J., & Silva, H. (12 de 2015). *Canales de distribución* . Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/993/99342682009.pdf>
- Silva, C. (2018). Gestion de almacenes con tecnología wms. (*Artículo Trabajo Final*). Universidad militar nueva granada, Bogota.
- Szondy, D. (02 de 12 de 2014). *Fraunhofer developing flying inventory robots to keep tabs on stock*. Obtenido de <https://newatlas.com/inventairy-fraunhofer/35006/>
- Unir Revista. (18 de 01 de 2018). *Innovación tecnológica para la logística 4.0*. Obtenido de <https://www.unir.net/ingenieria/revista/noticias/innovacion-tecnologica-para-la-logistica-4-0/549203456733/>
- Vidal Holguin, c. j. (2010). Fundamentos de control y gestión de inventarios. En C. J. Holguín, *Administración de inventarios* (págs. 19-20). Santiago de Cali: Editorial Universidad del Valle.
- Zapata Cortes, J. A. (2014). fundamentos de la gestion de invenatrios. En j. zapata, *fundamentos de la gestion de invenatrios* (págs. 16-17). medellin: Centro Editorial Esumer. Obtenido de <https://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf>
- Zapata, J. (2014). Fundamentos de la gestion de invenatrios. En j. zapata, *Fundamentos de la gestion de invenatrios* (pág. 11). Medellin: Centro Editorial Esumer.
- Zapata, J. (2014). Fundamentos de la gestion de inventarios. En J. A. Cortes. Medellin: ESUMER. Obtenido de

<https://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf>