

Uso de Tecnología UAV Aplicada a la Prevención de Riesgos Laborales

Diego Nicolás Avendaño Adames

Monografía para optar el título de especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

Director

Yohanna Milena Rueda Mahecha

Magister en Educación con énfasis en Lectura, Escritura y Matemáticas

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Facultad Sociedad, Cultura Y Creatividad

Escuela de Estudios en Psicología, Talento Humano y Sociedad

Especialización en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Mayo, 2023

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a Nuestro Padre Celestial, a mi abuela Maria Isabel, a mis padres Mariela y Antonio, y al director del proyecto por su apoyo incondicional, de antemano a la empresa GeoSpatial S.A.S por permitirme desarrollar conocimientos relacionados con el uso de tecnologías UAV, pues allí se desarrolló mi iniciativa por el tema enfocado en prevención y mitigación de riesgos ocupacionales a partir del uso de tecnologías novedosas como lo son los drones.



Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	8
Introducción	10
1. Desarrollo Temático.....	11
1.1. Marco Empírico	13
1.2. Marco Teórico.....	15
2. Objetivos	21
2.1. Objetivo General.....	21
2.2. Objetivos Específicos	21
3. Marco Metodológico	22
3.1. Diseño	22
3.2. Búsqueda Bibliográfica	22
3.3. Criterios de Inclusión y Exclusión.....	23
3.4. Recuperación de la Información.....	24
4. Discusión.....	24
4.1. Organización y estructura de los datos.....	25
4.2. Análisis de la información.....	27
4.3. Interpretación.....	35
4.4. Evaluación crítica.....	36
4.5. Contribuciones del autor	39
5. Conclusiones	41

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

Referencias	43
Apéndices	47



Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Criterios de inclusión y exclusión</i>	23
Tabla 2 <i>Modelo Ficha Bibliográfica</i>	24



Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Principales aplicaciones de drones en la prevención de riesgos laborales.....</i>	25
Figura 2 <i>Porcentaje de bibliografía relacionada con el uso de drones en actividades económicas.</i>	40
Figura 3 <i>Porcentaje de estudios enfocados a la prevención de riesgos laborales a partir del uso de drone.</i>	41



Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. <i>Revisión bibliográfica</i>	47



Resumen

El presente estudio contempla una monografía, la cual se centró en la revisión bibliográfica investigativa acerca de la prevención de riesgos laborales a partir del uso de la tecnología con aeronaves no tripuladas (UAV), herramienta que impacta a la población y organizaciones a nivel socioeconómico. La monografía bajo la metodología descriptiva permitió el análisis de 40 investigaciones enfocadas en los tipos y usos de aeronaves no tripuladas en la disciplina de prevención y mitigación de riesgos laborales, utilizando como herramienta de compilación y análisis de los estudios una matriz bibliográfica. Al llevar a cabo la revisión, se resolvió que los usos de esta tecnología proyectan aplicaciones exponenciales en la rama de la seguridad y salud ocupacional, enfocándose principalmente en tareas de inspección, limpieza, mantenimiento, emergencias, y monitoreo, las cuales son labores realizadas normalmente por recurso humano, incrementando así la proporción de exposición de riesgos, accidentes laborales, y la materialización de los mismos. Es Imperativo que las organizaciones aceleren los procesos de inversión en este tipo de tecnología, pues salvaguardar la salud y seguridad de los colaboradores es de esencial importancia para que los procesos sociales y económicos de cualquier región, entren en sintonía con la tecnología inmersa en la actual cuarta revolución industrial.

Palabras Clave. Prevención, Riesgos, Dron, Seguridad, Salud, Tecnología.

Abstract

The present study contemplates a monograph, which focused on the investigative bibliographic review about the prevention of occupational risks from the use of technology with unmanned aircraft (UAV), a tool that impacts the population and organizations at a socioeconomic level. The monograph under the descriptive methodology allowed the analysis of 40 investigations focused on the types and uses of unmanned aircraft in the discipline of prevention and mitigation of occupational risks, using a bibliographic matrix as a tool for the compilation and analysis of the studies. When carrying out the review, it was resolved that the uses of this technology project exponential applications in the field of occupational health and safety, focusing mainly on inspection, cleaning, maintenance, emergencies, and monitoring tasks, which are tasks normally performed. per human resource, thus increasing the proportion of risk exposure, occupational accidents, and their materialization. It is imperative that organizations accelerate investment processes in this type of technology, since safeguarding the health and safety of employees is of essential importance so that the social and economic processes of any region are in tune with the technology immersed in the current fourth industrial revolution.

Keywords. Prevention, risks, drone, safety, health, technology.



Introducción

Los accidentes y enfermedades laborales a nivel global cada vez aumentan al pasar el tiempo, estas situaciones acarrear costos considerables a las empresas, pues al no contar con una debida inversión en la prevención de los mismos, estas organizaciones asumen cubrir el costo de una enfermedad laboral o un accidente de trabajo. (Jaramillo *et al.*, 2019)

Las graves consecuencias generadas resultado de actividades de inspección, mantenimiento, y monitoreo en las organizaciones, pueden ser producidos a partir de fallas humanas, equipos obsoletos, y falta de capacitación, ocasionando enfermedades, y en casos extremos la muerte. Para contrarrestar esta situación, el acelerado e imparable avance tecnológico en materia de robótica, puede llegar a ser un aliado íntimo de prevención de riesgos ocupacionales, pues la adopción de tecnologías inteligentes como las aeronaves no tripuladas en materia de salud y seguridad ocupacional, ofrece al sistema de prevención sin número de beneficios y muchas empresas la usan principalmente para realizar inspecciones de seguridad en sitios de difícil acceso, mitigando así el riesgo del colaborador que realiza la inspección, y de igual manera el tiempo empleado en realizar dicha actividad. (CROEM, 2018)

El tema principal de esta Monografía correspondiente a la especialización en Gerencia de La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) de La institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, la cual respondió a la pregunta de investigación ¿qué riesgos laborales se logran mitigar, prevenir, compensar y corregir a partir del uso de la tecnología (UAV)?

El estudio se enfocó principalmente en el uso de aeronaves no tripuladas para mejorar la salud y seguridad en la instauración de procedimientos, inspección, y ejecución de algunas labores ocupacionales de las organizaciones. La monografía que se llevó a cabo enfatiza principalmente en identificar, estudiar, precisar y describir la utilización, aplicaciones y beneficios en cada

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

situación en los que esta tecnología aporta a temas de prevención de riesgos ocupacionales en la práctica segura de técnicas y conductas de trabajo que desencadenen una evidente exposición de un riesgo, en la mayoría de las situaciones de alta importancia si el accidente llega a materializarse.

En este contexto, la monografía enlista un inventario de tareas y procedimientos laborales que, sin despreciar la actividad del hombre será primordial, en mayor o menor medida según corresponda, el uso de tecnología UAV, permitiendo así una planificación que optimice en materia de seguridad y salud ocupacional las labores a ejecutar, previniendo riesgos sobrantes por carecer de un programa idóneo y desconocimientos de agentes de riesgos presentes pero, a priori, con un alto grado de dificultad para detectar antes de llevar a cabo la labor. La metodología a llevar a cabo se enfoca en primer lugar a definir conceptos básicos generales relacionados con el uso de tecnología UAV, en los que se incluyen aspectos como tipos, funcionamiento, y manejo básico, desarrollando así un panorama general de las funciones que, en el ámbito de la prevención y mitigación de riesgos y accidentes ocupacionales, se logran llevar a cabo, posteriormente se procede a entrar en materia preventiva, justificando mediante la legislación de prevención de riesgos ocupacionales el uso de tecnologías UAV, relacionando así una lista de sectores, actividades y/o organizaciones donde esta tecnología es aplicada con la finalidad de amparar y aumentar la salud y seguridad de los colaboradores. (Cantos, 2015)

1. Desarrollo Temático

Se ha llevado a cabo la extracción de estudios pertinentes que permiten el curso de la monografía, la cual se enfoca principalmente en el uso de la tecnología UAV para beneficencia de la salud y seguridad de los colaboradores. La investigación constituyó el medio por el cual los profesionales de la Salud y Seguridad Ocupacional y las empresas buscan a partir de nuevas formas tecnológicas, tomar decisiones más acertadas, contar con un inventario de riesgos laborales más

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

detallado, mitigar y prevenir actividades y/o tareas, pues con la información y el uso adecuado que aporta esta tecnología, las organizaciones logran optimizar los tiempos de respuesta, reportes al detalle, y una disminución importante de los accidentes laborales en diferentes actividades económicas.

El uso de drones como productos tecnológicos para identificar los diferentes riesgos laborales, así como para realizar labores que acarrear un alto riesgo al trabajador, pueden ser los indicados en diferentes actividades tales como: trabajos en altura (aseo de frentes de construcción, mantenimientos de cristalera y alumbrado), edificación de arreglos civiles, la vigilancia a zonas rurales, auxilio cuando suceden catástrofes, trabajos en puentes, vías, excavaciones, minas bajo tierra, agricultura, aspersión de químicos y control de grandes áreas de cultivos y por último en seguridad de instalaciones, bienes y procesos, en función de prevención. (Muñeton *et al.*, 2020)

En términos generales, la compilación de investigaciones que se han encaminado en el uso de drones en función de la prevención y mitigación de riesgos laborales, presenta teorías que establecen los causales del ingreso de esta tecnología al sector de Salud y Seguridad Ocupacional, dentro de los que se encuentra la optimización de tiempos y costos de operación, la disminución de accidentes laborales, y la identificación de riesgos laborales.

Es necesario distinguir todas las condiciones que presenta la ejecución de cada una de las tareas realizadas, las cuales se definen como las propiedades del entorno ocupacional que se imponen al desarrollar la actividad, pues de no tener en cuenta estas características, la salud de los trabajadores se verá afectada, desencadenando de esta manera una problemática de salud pública. (Valencia Ochoa *et al.*, 2004)

1.1.Marco Empírico

La accidentalidad por llevar a cabo labores en altura, trabajos exteriores que no cuentan con condiciones óptimas de seguridad o con un limitado acceso, transporte de equipos sanitarios y de rescate, trabajos donde hay exposición con agentes químicos y biológicos, vuelco de plataforma elevadora, etc., suceden con reiteración y es inherente prestar atención a la legislación que organiza la prevención y mitigación de los riesgos ocupacionales, así como la exploración de la implementación de drones en materia jurídica y fáctica que sufrague a la inspección, control, y monitoreo de la tarea que ejerce cada uno de los empleados en las diferentes situaciones de riesgo latente. Para ellos se consultan investigaciones hechas sobre el tema:

Las investigaciones que se revisaron relacionando el tema de estudio, permiten identificar una gran variedad de trabajos enfocados en el uso de aplicación de tecnología robótica de aeronaves no tripuladas para diferentes tareas, lo cual permitió confirmar que el avance de dicha tecnología conduce a la búsqueda de reducción de costos, tiempos y posibles riesgos que están directamente relacionados a la realización de técnicas que perturban la salud y seguridad de los colaboradores en materia de accidentalidad y muerte. (Muñeton *et al.*, 2020)

En el trabajo de grado de Cantos, (2015) se discutió el tema de la prevención y mitigación de riesgos ocupacionales titulado “Drones en la Aplicación de Materia de Seguridad y Salud en el Trabajo”, el cual describe la relación entre la utilidad de los drones y la capacidad de identificación, análisis y exposición en cualquier obra, proyecto o actividad en cuestión de prevenir y mitigar riesgos, logrando así la realización de trabajos seguros, el caso de estudio cita a una empresa denominada Iberdrola, la cual se encarga de inspeccionar líneas eléctricas mediante el uso de la tecnología UAV, a partir de un modelo de dron conocido como multicóptero, el cual con un sistema de termografía, y una cámara de video, logra mejorar la seguridad de los colaboradores,

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

pues en el análisis de operación concluye que la tecnología con drones abre las puertas a situaciones reales para labores posean dificultad de acceso o presenten condiciones peligrosas sin invertir mucho tiempo, cumpliendo además las directrices que exigen acatar los fundamentos de medidas preventivas en el lugar de trabajo, por ende, no se requiere exponer a las personas, pues la tecnología permite instalar elementos de seguridad en altura. (Cantos, 2015)

Este tipo de aplicabilidad se caracteriza principalmente por ser usada como instrumento de trabajo en puestos y actividades específicos, pues hace hincapié a la suplencia, y así mismo a la exclusión del riesgo desde la raíz, de todas las obras, proyectos, y actividades que ponga en riesgo directo al colaborador en materia de salud y seguridad.

La esfera de asistencia técnica con las aeronaves no tripuladas, se caracteriza principalmente en mostrar cómo optimizar tiempos y esfuerzos en el campo laboral de las redes eléctricas, pues el empleo de esta tecnología se enfoca en la prevención de accidentes a partir de un procedimiento previamente planeado, se puede lograr advertir posibilidades de daños invisibles en un momento en específico, dando pie a una planificación eficiente. (Cossio *et al.*, 2017)

Un estudio cuyo objetivo principal se orientó en la propagación del interés de la admisión y empleo de tecnologías novedosas como lo son los drones, los cuales fueron adquiridos por la Fuerza Aérea Colombiana, se consideraron las múltiples aplicaciones de esta tecnologías al cumplimiento de labores de mitigación de riesgo, a partir de las fotografías aéreas que favorecen la prevención de eventos por fenómenos meteorológicos imprevistos gracias a una gama de sensores ubicados dentro del fuselaje del drone. (Basante, 2020) Esta aplicación se relaciona directamente en la prevención de desastres, pues los drones satisfacen eficientemente una doble actuación, el de prevenir y contar con una visual panorámica. En primer lugar, la prevención reemplaza el pronóstico de desastres basándose esencialmente en pautas de riesgo extraídos

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

mediante el conocimiento y análisis de las fotografías aéreas, dando pie a la realización de medidas que impida riesgos y mitiguen el impacto que generan los fenómenos naturales. (Muñeton *et al.*, 2020)

El segundo uso aplica no solo a la funcionalidad de la cámara del drone, pues a partir del registro audiovisual se dispone esta información para analizar ocurrencias de desastres, permitiendo así el desarrollo de estudios enfocados a la apropiación de fallos inmediatos y a futuro, con el fin de reparar las zonas que cuenten con daños; sin embargo los UAV también pueden integrar hardware de escaneo de propiedades fisicoquímicos, como la temperatura, la humedad relativa, el monóxido de carbono y el dióxidos de carbono, radiaciones, etc. Así el piloto del drone registra esta información sin arriesgar su condición de salud y seguridad al evitar el contacto a contaminantes tóxicos, de igual forma su aplicación también se emplea para realizar simulacros, evaluando desde el aire la capacidad de respuesta del equipo de trabajo durante el periodo de evacuación del sitio, identificando decisiones contradictorias a las que inicialmente se habían indicado en capacitaciones y así tomar las acciones pertinentes a dicha condición; más específicamente el uso del drone facilita la inspección de la condición de protecciones asociadas de seguridad, como lo es el estado de los amarres, barandas, señales, redes de seguridad, así como líneas de vida y otras protecciones. (Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia, 2018)

1.2. Marco Teórico.

En el marco de la mitigación de accidentes y prevención riesgos ocupacionales, el uso de los drones como herramienta de trabajo en distintas actividades y tareas, en paralelo también pueden ser utilizados para desarrollar labores de inspección, medición, y observación. Las técnicas innovadoras son sinónimo de ahorro de energía y materiales, eficiencia, productividad y mejora

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

de las condiciones de seguridad laboral. (Fundación Internacional ORP, 2019) Los sectores que más se ven beneficiados de su uso son la logística, las emergencias, la agricultura y la construcción, sin embargo, los drones se van a abriendo el camino en un sin número de actividades profesionales., suponiendo un paso al futuro en cuanto a los cambios que pueden generar para la prevención de riesgos laborales.

Dicho lo anterior, estos dispositivos cuentan con una gran cantidad de usos en determinados puestos y actividades, los cuales mejoran notablemente la reducción del riesgo del trabajador, de tal manera que hasta pueden reemplazar algunas labores propias de los colaboradores; el trabajo se ha transformado en un concepto amplio que está ligado de manera intrínseca al diario vivir, esta se representa como la sinergia entre habilidad, conocimiento, y fuerza por una retribución económica, creando un lazo social dominante entre los actores involucrados, por lo cual Colombia cuenta con el Código Sustantivo de Trabajo (1950) el cual adopta medidas encaminadas a aseverar la protección de los trabajadores. (Albanesi, 2015)

Dicho lo anterior, son factores de riesgo en el trabajo todas aquellas circunstancias del entorno, materiales, herramientas, la tarea, y la organización de la labor que puede afectar la salud de los colaboradores o producir un resultado adverso en la organización. (Strauss, 2011)

Seguido, se encuentra la materialización del riesgo, pues es aquel evento acontecido en el lugar de trabajo o en relación con el objeto contractual que desencadena perjuicios profesionales de alta gravedad. Es cualquier acontecimiento subitico y violento desencadenado por una serie de acciones propias dentro del rol laboral. (Franco, 2004) A su vez, la materialización de los riesgos se puede presentar como enfermedad laboral, la cual es toda enfermedad adquirida o agravada con relación al trabajo, por la exposición al medio en que el colaborador se encuentre forzado a ejecutar en su trabajo. Los colaboradores en general se arriesgan día a día a enfrentar riesgos como:

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

condiciones climáticas, factores psicosociales, condiciones no ergonómicas, contaminantes físicos, químicos y biológicos, y a factores mecánicos. (Narváez, 2015)

En el marco de la teoría de los riesgos laborales, Raad *et al.*, (2022) definen el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de perjuicios debido a la determinación fallida específica del trabajador, se recita el riesgo exclusivamente en situaciones donde el daño se materializa a partir de una decisión accionada.

La teoría multifactorial del riesgo se caracteriza principalmente por tratar de manera global los focos de seguridad industrial, medicina del trabajo y salud, y la higiene industrial, el cual usó la distribución de factores A, B, C, D a los que se somete un colaborador y en paralelo está implícito el accidente citando la letra. Ahora bien, la teoría de la propensión de accidentes hace referencia a aquellos subgrupos de trabajadores en cada grupo general, que enfrentan una mayor probabilidad de riesgo por las condiciones del entorno y de las actividades que llevan a cabo. Esta teoría no cuenta con aprobación general, pues esclarece un porcentaje muy pequeño del total de los accidentes. (Raad *et al.*, 2022)

La teoría conocida como "efecto dominó", propuesta por Heinrich en la década de 1931, sostiene que los accidentes laborales se generan a través de una serie de eventos encadenados. Heinrich identificó cinco factores clave en el ámbito de los accidentes ocupacionales, donde cada elemento opera sucesivamente y de forma gradual, al igual que en el juego de dominó. La secuencia de estos factores es la siguiente: 1) herencia y entorno social, 2) acto inestable, 3) error humano, 4) incidente y 5) daño. (Galvis, *et al.*, 2022)

Seguido, existe la teoría de la causalidad, en donde todos los trabajadores de un grupo específico cuentan con una probabilidad igual de padecer un accidente. Se infiere en que no se logra distinguir un patrón único de sucesos que lo origine. La teoría de los síntomas frente a las

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

causas, contempla como una advertencia que al estudiar la comprensión de las causas de los accidentes debe tenerse en cuenta, haciendo énfasis en que los actos y situaciones próximas de peligro son los indicios y no las causas principales de un accidente. (Raad *et al.*,2022)

También existe la teoría de la causalidad múltiple y pura. En el caso de la causalidad múltiple, se reconoce que los accidentes de trabajo no tienen una única causa, sino que pueden ser el resultado de una combinación de factores relacionados con el comportamiento de las personas involucradas y las condiciones ambientales en las que se desarrolla el trabajo. Después de la teoría de causalidad múltiple, se encuentra la teoría de causalidad pura, según esta teoría, no existen factores específicos que predispongan a ciertos empleados a sufrir accidentes, sino que la probabilidad de accidentes es igual para todos los trabajadores y se debe a una falta general de medidas preventivas. (Galvis, *et al.*, 2022)

La metodología para la identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos permite identificar y comprender los riesgos presentes dentro de la organización y dentro de las tareas llevadas a cabo en modalidad de trabajo en caa. Allí se precisa los índices de riesgo por medio de una matriz, la cual se alimenta a través de estimación de probabilidad de ocurrencia, y depende de la calidad y suficiencia de las medidas preventivas y controles existentes, calificando de esta manera las consecuencias por afectación a la salud, lo que proporciona valoraciones más acertadas al momento de analizar los riesgos en las empresas. La matriz se construye a partir de la revisión de guías y normas tales como la guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional GTC 45, y los principios de las normas NTC – OHSAS 18001, NTC – ISO 31000, la NTP 330, y la norma BS 8800. (Raad *et al.*,2022)

Los índices de accidentalidad van en aumento, por lo que las organizaciones y personas naturales decidan adoptar la cultura de los seguros, pues en el ámbito de riesgos laborales las

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

encargadas de afrontar y cubrir los siniestros son las aseguradoras de riesgos laborales (ARL), las cuales hacen parte de un gran grupo de organizaciones de seguros, y su función principal es mitigar los efectos producidos a partir de un accidente o muerte. Según la Federación de Aseguradores Colombianos, las causas principales de la materialización de accidentes en Colombia son por exceso de confianza, falta de uso de los elementos de proyección industrial, y por descuido y falta de responsabilidad de los trabajadores, pues se registran más de 100.000 accidentes laborales cada año, siendo los nichos de mercado tales como la minería, la construcción, y trabajos domésticos lo que presentan mayor exposición al riesgo. (Rios, 2016)

Las ARL han realizado una serie de medidas de divulgación en empresas a favor de la prevención y mitigación de riesgos ocupacionales, una de estas medidas es el diseño de cartillas informativas, las cuales tienen el propósito de capacitar al colaborador en materia de identificación de los factores de riesgo presentes en cualquier puesto laboral, y comunicar a la persona encargada de la seguridad y salud de la organización. En estas herramientas de aprendizaje, las ARL clasifican los agentes de riesgo en agentes ambientales, músculo esqueléticos, psicosociales, fisicoquímicos, químicos, físicos, mecánicos, públicos, y biológicos. (Villa, 2015)

Las medidas de prevención en las empresas es un tema indispensable, pues el conjunto de actos individuales o colectivos que se utilizan para evitar o advertir la posible ocurrencia de un accidente ocupacional, o desencadenar una enfermedad ocupacional, las cuales forman parte de las medidas de control por medio de sistemas de gestión e ingeniería, medidas colectivas, y protección contra dichos peligros latentes, muchas veces no son lo suficientemente efectivos y precisos al momento de actuar ante contingencias. (Muñeton *et al.*, 2020) En definitiva, los drones supondrán un cambio primordial en la forma de trabajar de los prevencionistas, y de los colaboradores en general, gracias a su versatilidad y su capacidad de adaptación en diferentes

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

entornos, siendo así idóneos para anular y mitigar los riesgos de las tareas de los cobaloradores. (Fundación Internacional ORP, 2019)

En este contexto, los dispositivos U.A.V también conocidos como R.P.A.S. la cual corresponde a la abreviatura en inglés “Remotely Piloted Aircraft System”, tratan de un dispositivo con capacidad de volar sin tripulación, con gran variedad de prototipos, empleos y modelos, entre los cuales se hallan operaciones de inspección y protección , así como el control y seguimiento de situaciones y procesos. Esta tecnología tiene un uso notable para el desarrollo catastral, agronomía, la minería, mantenimiento de redes eléctricas, topografía y geodesia, control de obras, inspección y vigilancia de riesgos laborales etc. Las aeronaves no tripuladas se controlan desde tierra a pesar de que su principal característica es la independencia de pilotaje. (Tovar *et al.*, 2018) y normalmente cuentan con un proceso de georreferenciación asignado a un sistema de referencia de coordenadas de una ubicación espacial a un elemento digital. (Universidad Politécnica de Valencia, 2020).

Estos dispositivos se clasifican en dos tipos, están los de ala fija, los cuales se caracterizan por ser semejantes a los aviones de aeromodelismo, estos comprenden desde una hélice, hasta ocho. Ahora bien existen los tipos de drones de ala rotatoria, los cuales son menos aerodinámicos a comparación de los drones de ala fija, alcanzan velocidades inferiores, y son utilizados para cubrir áreas de vuelo reducidas; también su autonomía de vuelo es menor a comparación del otro tipo de dron, sin embargo cuentan con una ventaja, y es que estos dispositivos cuentan con una maniobrabilidad mayor en espacios pequeños. La ventaja que más sobresale de un dron multirotor a comparación del dron de ala fija es que este logra volar casi cualquier sitio de manera estática y estable en condiciones normales de viento, a comparación de un avión que debe estar en constante movimiento. (Tovar *et al.*, 2018)

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

En este sentido, la aplicación de los drones en grupos laborales, aumenta el rendimiento y la calidad además de disminuir los riesgos que está expuesto el colaborador, en temas como las telecomunicaciones y electricidad que normalmente se llevan a cabo en torreones y que implican un alto riesgo de caída; ahora bien, cuando se utiliza la tecnología como ayuda en determinadas actividades, los drones juegan un papel complementario usándolo como instrumento de observación, inspección y medición en espacios o zonas donde hasta ahora no era posible registrar dicha información. Los drones empiezan a considerarse como una potente herramienta para mitigar los riesgos, representando así un cambio importante en el estudio y prevención de riesgos laborales. (Muñeton *et al.*, 2020)

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Analizar el uso de los drones como apoyo a la gestión de la seguridad y salud ocupacional.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades económicas u organizaciones que han iniciado el uso de los drones como apoyo para gestión de los riesgos laborales.
 - Identificar los posibles beneficios y empleos que la tecnología UAV podrían contribuir a la prevención de riesgos laborales en la realización fiable de trabajos que conlleven una evidente exposición a un riesgo.
 - Comparar virtudes e inconvenientes de uso de los drones en cuanto a la prevención de accidentes y riesgos ocupacionales.
-
-

3. Marco Metodológico

3.1. Diseño

La presente monografía se caracterizó por ser una investigación de tipo descriptiva, la cual se llevó a cabo con base a la revisión de investigaciones previas, que como indica Batista (2021), se centra en un estudio crítico de la recuperación documental que refieren los diferentes puntos de vista de la temática de investigación, por lo cual la presente monografía se ajuste a una investigación de tipo compilación.

La metodología que se ajustó de mejor forma es el enfoque cualitativo, este tipo de revisión suministra un área extensa de temáticas, facilitando así de forma óptima la actualización de datos del tema de interés, validando en línea la teoría planteada sobre el estudio problema, pues se realizó una búsqueda bibliográfica y el estudio descriptivo de los riesgos laborales que se logran identificar a partir de tecnología UAV. (Day, 2005)

El alcance de esta investigación es un análisis de tipo descriptivo, pues proporciona una actualización de datos a partir de criterios apropiados en sectores que cuentan con una evolución acelerada. (Goris, 2015)

El desarrollo de la monografía se caracterizó por analizar las diferentes fuentes bibliográficas a partir de una metodología narrativa, pues esta metodología identifica, valora, analiza e interpreta la esfera de conocimientos sobre el tema de estudio. (Goris, 2015)

3.2. Búsqueda Bibliográfica

La metodología para explorar los documentos que soportan el estudio en materia, se ubicaron fuentes de información pertinentes y confiables, usando registros de datos de Scielo, Google Scholar, Scopus, Science Direct, y repositorios universitarios, las palabras claves usadas en los motores de búsqueda fueron las siguientes: prevención de riesgos, drones, medias

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

preventivas, peligro, seguridad y salud ocupacional, drones y seguridad ocupacional, mitigación de riesgos, optimización de procesos, identificación de riesgos, medidas automatizadas para el control de riesgos ocupacionales, tecnología aplicada a la prevención y mitigación de riesgos y enfermedades, gestión del riesgo; las anteriores optimizaron el proceso de automatización al momento de filtrar los datos de interés bajo los operadores AND, OR. La ecuación general empleada en la búsqueda de la información fue prevención AND riesgos + tecnología UAV OR drones + laborales = Uso de tecnología UAV aplicada a la prevención de riesgos laborales.

3.3. Criterios de Inclusión y Exclusión

Con la finalidad de discriminar y clasificar la información pertinente, se compilaron 40 documentos, entre los cuales se destacan estudios de tesis de grado de universidades, revistas, cartillas de información, artículos científicos, manuales de operación, e informes y ensayos, para su posterior clasificación, excluyendo aquellos estudios que no cumplían con el filtro de contexto, periodo de publicación, disposición, y por último el idioma, por lo anterior se logró compilar 27 documentos que conforman la presente investigación.

Tabla 1.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios	Inclusión	Exclusión
Contexto	Uso de drones en la Seguridad y salud ocupacional	Diferentes temáticas relacionadas con el uso de drones en campos de entretenimiento.
Periodo	Rango de años 2000 – 2023.	Anteriores al año 2000 y posteriores.
Disposición	Libre Acceso.	Documentos que necesiten pagos, contraseñas, y permisos.
Idioma	Inglés, español.	Documentos que cuenten con un idioma diferente al inglés y al español.

Nota. Integración de filtros adaptados para la revisión bibliográfica

3.4. Recuperación de la Información

Después de una exhaustiva investigación que incluyó la revisión de artículos científicos, páginas web e investigaciones académicas y gubernamentales, se recopilaron estudios utilizando fichas bibliográficas para organizar las fuentes y facilitar su procesamiento posterior, en la tabla 2 se puede visualizar el modelo de ficha bibliográfica.

La información se procesa considerando la Guía Técnica Colombiana GTC 45 (actualmente denominada NTC ISO 45001), la cual establece una clasificación de riesgos laborales presentes en los lugares de trabajo, incluyendo riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales. El procesamiento de la información permite determinar la proporción de estudios relacionados con cada tipo de riesgo, lo que facilita su posterior análisis.

Luego, se realiza un análisis de la información filtrando los estudios según el sector económico y el tipo de riesgo. Como resultado, se generan gráficas descriptivas que ayudan a obtener conclusiones y recomendaciones relevantes.

Tabla 2

Modelo Ficha Bibliográfica

Año	Revista	Autor	Título	Problema	Teoría	Objetivo	Tipo de estudio	Resultado	Conclusión	Cita
-----	---------	-------	--------	----------	--------	----------	-----------------	-----------	------------	------

Nota. Diseño de ficha suministrado por el director Martínez, 2022

4. Discusión.

Una vez realizada la revisión bibliográfica, se acudieron a las unidades de investigación cerca de 25 documentos referentes a la aplicabilidad del estudio en materia que se presentan en las diferentes actividades económicas en las diversas regiones del planeta. Los estudios se han orientado a los nichos de mercado tales como inventarios de estanterías, salvamento, sanidad y medicina, inspección de estructuras superficiales y sumergidas, plaguicidas y uso agrario,



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

mantenimiento de líneas de alto voltaje, seguridad nacional, vías, industria química y biológica, inspección de aviones, investigación, minería a cielo abierto, radiaciones ionizantes, destacando la aplicabilidad de esta herramienta para optimizar procesos, tiempos de respuesta, mitigación del riesgo y desastres, y prevención de enfermedades laborales.

En este sentido, las investigaciones indican que las aplicaciones frecuentes de UAV en la prevención y mitigación de riesgos ocupacionales se enfocan principalmente en material de supervisión y control de los lugares de trabajo, mediciones de higiene industrial, estudios ergonómicos, inspecciones mecánicas, eléctricas, coordinación de salud y seguridad en obras de construcción, y emergencias. (Zambrana Ruiz, 2018)

4.1. Organización y estructura de los datos

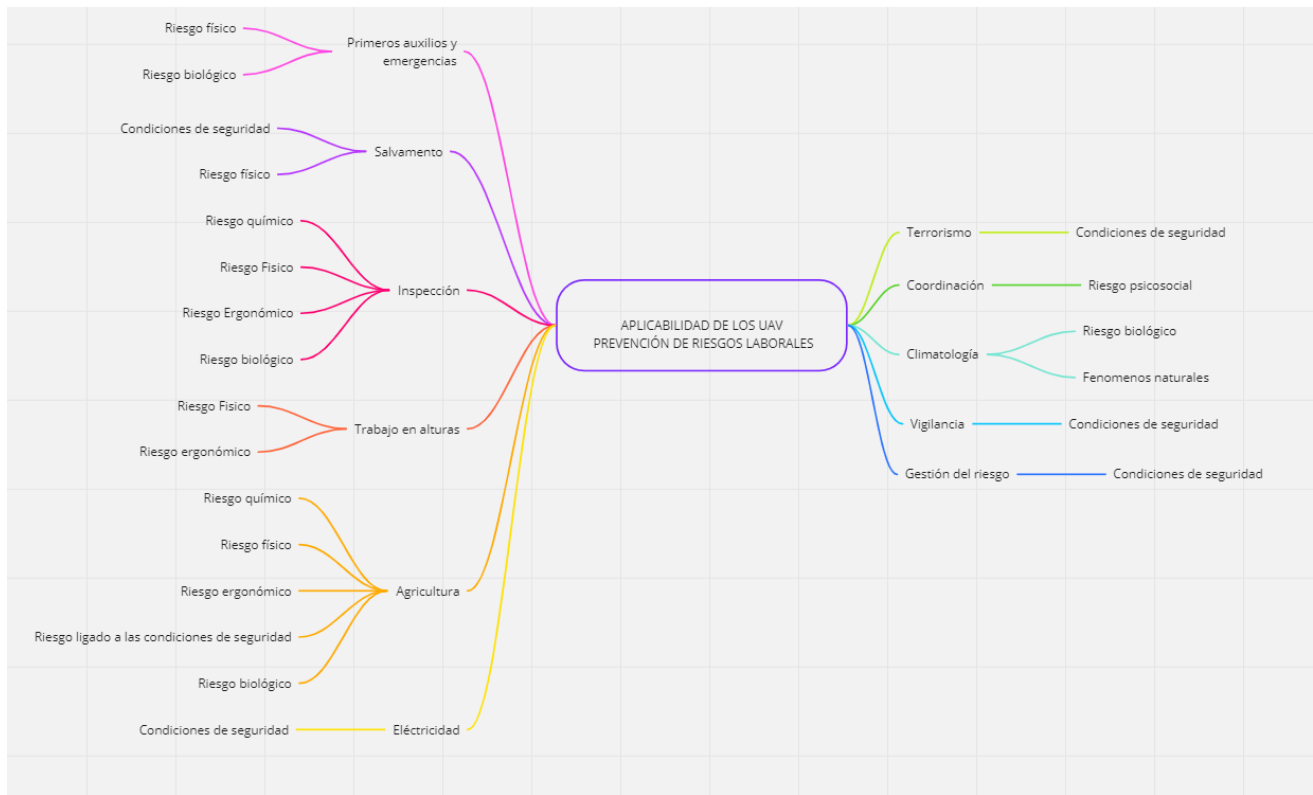
Una vez realizada la compilación de datos de los usos de las aeronaves no tripuladas a favor de la prevención y mitigación de riesgos ocupacionales, se clasifican las investigaciones a partir del tipo de actividad en las cuales el uso de drone actúa en pro de la prevención de riesgos y accidentes laborales, tal como se puede observar en la figura 1.

Figura 1

Principales aplicaciones de drones en la prevención de riesgos laborales



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES



Nota. En la tabla 1 se aprecia la síntesis de las actividades encontradas en los documentos que fueron tema de investigación de la Prevención de Riesgos Laborales.

Teniendo en cuenta los estudios revisados, se destacan los repositorios, en los que indican la intranquilidad por las investigaciones que pretender identificar los agentes de riesgos en las tareas agropecuarias, así como en el estudio realizado por Ribeiro Oliveira. (2017) en el que se destacan la reducción de riesgos y peligros que la tecnología UAV provee al agricultor, en cuyo caso el autor logra detallar las actividades y las propiedades de las tareas que transgrede la salud de este sector y los riesgos físicos, tecnológicos, y biológicos a los que se exponen los operarios en tareas como la fertilización y producción de cultivos; así como la reducción de riesgos en trabajos de inspección y mantenimiento de redes de alta tensión, pues en el estudio realizado por Muñeton M. (2020), se admisible del uso de drones en la prevención de accidentes de trabajo en altura, caso específico que impacta a colaboradores de la Gobernación de Antioquia.



4.2. Análisis de la información

Con relación a los resultados de los estudios de prevención de riesgos laborales a partir del uso de la tecnología de drone, en el trabajo de Basante (2020) argumenta que, las diferentes agencias que se dedican a salvaguardar y atender los llamados de emergencias de los ciudadanos, han llevado a cabo un proceso de actualización en su flota de equipos y capacitaciones en talento humano para lograr cada vez más la disminución del riesgo y salvar la mayor cantidad de vidas humanas. Este mismo crecimiento que ha tenido la tecnología en diversas regiones del planeta, como lo es el uso de los drones, pues una gran característica de el fácil despliegue operacional que tiene el piloto para capturas imágenes y videos en zonas declaradas como de alto riesgo, permitiendo así el analisis de la información, evitando programación con aeronaves tripuladas como avionetas o helicópteros, que normalmente, siempre es demorada por la disponibilidad y costos generados a la agencia.

Cantos (2015), en su investigación descriptiva analítica, explica la práctica que una organización española denominada Iberdrola, la cual desarrolla actividades de inspección de redes de transmisión eléctrica con la innovadora actuación de un dron, esta herramienta esta dotada en su fuselaje con un dispositivo que captura fotos y videos, y un sistema de termografía, el cual faculta el mantenimiento preventivo de 17 kilómetros de la linea de alta tensión que conecta los municipios Briviesca y Cerezo, y mejora de forma contundente la situación de seguridad en que se ejecutan estas actividades, reduciendo en paralelo los mantenimientos correctivos, y evitando los riesgos en altura.

Ahora bien, en la guía desarrollada por la Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia CROEM (2018), la cual compila sucesos verdaderos de organizaciones

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

que implementan el empleo de drones con enfoques relacionados con la prevención de riesgos ocupacionales.

Una de las organizaciones se denomina Averdrones, la cual desarrolla actividades dentro de sectores como la minería, audiovisuales, agricultura, seguridad industrial, y prevención de riesgos, esta organización adept a dos escenarios de uso de esta herramienta, cuando el uso lo ejecuta un colaborador en una actividad establecida, y si la herramienta tecnológica es utilizada por el cuerpo técnico de SST; en cuyo caso, el primer asunto en cuestión, en el sector de la energía eólica, la inspección de las palas del aerogenerador se realiza sustituyendo la persona por el dron en trabajos de alta peligrosidad.

En el segundo escenario, los profesionales encargados de velar por la prevención de los riesgos ocupacionales en obras de grandes extensiones, pueden emplear las ventajas que esta tecnología brinda en las tareas cotidianas como el seguimiento, y control de ejecución de las medidas de prevención; el acceso a sitios de difícil acceso sin ponerse en riesgo para coleccionar la información de los peligros a evaluar, tanto dichos sitios, como los puestos ubicados en el centro de trabajo, permitiendo así el análisis y evaluación de la check list de verificación de cumplimiento de la planificación estratégica de las medidas de control y prevención.

De igual forma la supervisión el estado de las protecciones colectivas de un lote donde ejecuten explotación minera, monitorear el comportamiento de los colaboradores en simulacros desde diferentes ángulos, almacenando la evidencia documental gráfica mediante filmación o capturas instantaneas para posteriormente tomar las medidas correctivas en capacitaciones agendadas.

Planificar las rutas de salida de emergencia, tiempos de traslado, y puntos de reunión a partir del dron, es posible gracias a la fotogrametría, pues además de generar planos cartográficos



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

detallados, con precisión milimétrica del área de influencia, también provee una serie de productos finales que pueden ser utilizados por los profesionales de SST, como lo son la ortofoto y el modelo 3D digital de la zona de interés a través de el mosaico de fotografías capturadas por el dron, dichos productos se pueden procesar y visualizar en programas con lenguaje CAD, permitiendo así la medición y planificación.

De igual modo, el inventario de estanterías, se lleva a cabo normalmente por un operario y una máquina que baja las estibas o palés más altos y así poder llevar a cabo la tarea de conteo de stock en cuestión, conllevando a desatar una serie de peligros latentes con un componente de riesgo relacionado con el trabajo en alturas, y manipulación de cargas pesadas; con el fin de solucionar este problema, la empresa en cuestión junto con el instituto tecnológico de Aragón, diseñaron unos drones capaces de realizar el inventario de hasta 10 estantes, con ayuda de misiones predeterminadas, forjando un vuelo autónomo, o sin un piloto que lo controle. Toda la información recolectada por estos robots cuentan con un código de barras, que permite registrar y almacenar la información capturada en el software que controla el dron, por lo cual, los riesgos mencionados desaparecen.

Según el estudio de Cossio, et al.,(2017) en su estudio metodológico aplicado al área de ingeniería por la aplicación y usos generales que tienen los drones para realizar mantenimientos al sistema de redes de transferencia local en el municipio de Guatapé, diseñó un modelo basado en la tecnología UAV, la cual gestiona de manera eficaz los recursos que ejecutan los mantenimientos predictivos en dicho sistema de redes eléctricas.

Esta inspección se complementa con cámaras termográficas, las cuales previenen fallas en el sistema, disminuyen costos de operación, y genera a los usuarios confiabilidad en el sistema, además de prevenir los accidentes por trabajos en altura.



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

Así mismo resalta que la asistencia técnica por medio de esta tecnología permite presentar un sin número de beneficios para la prevención y mitigación de riesgos ocupacionales, pues en el ámbito de la innovación, puede ayudar a salvaguardar vidas humanas, monitoreo de infraestructura crítica, mantener el suministro energético, rentabilidad para las empresas que dispongan del capital para la invertir en la tecnología.

En cuanto a la investigación analítica de Muñeton, et al., (2020), en su temática del uso de tecnología UAV para evitar accidentes en de trabajo de la Gobernación de Antioquia, la cual se centro en realizar entrevistas a los colaboradores adscritos al ente gubernamental, arrojando la confirmación de problemáticas asociadas a riesgos presentes en trabajos en altura, de igual modo se evidencian riesgos por deslizamiento o remoción en masa, daños arquitectónicos, incendios, avenidas torrenciales, así como el sostenimiento de la edificación.

En total fueron por lo menos 7 dependencias que coincidieron en que las tareas de conservación, renovación de fachadas, tejado, paredes y alumbrado presentan un alto riesgo de caída de los colaboradores a alturas considerables, siendo el riesgo latente más probable a ocurrir, concluyendo que la labor de los drones enfocado a la prevención de riesgos relacionados con desastres, solo es de supervisión y determinación del episodio desastroso, pues esta información da vía a que los funcionarios operativos de rescate, con su respectiva dotación de manuales y mecánicas, puedan actuar de forma segura en estos casos de eventos naturales.

En cuanto se refiere a trabajos en altura, existe en la entidad un equipo de servicios generales que garantiza a los operarios la seguridad en la altura, pero el monitoreo enfocado al correcto uso de los elementos de protección, el sustento de aire y el manejo de herramientas se lleva a cabo desde la superficie, y no es del todo efectivo; el uso del drone proporciona una visión



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

360°, capturando desde diferentes ángulos la actividad en alturas llevada a cabo, mitigando los riesgos que puedan estar relacionados con esta tarea.

Sin embargo también afirma que el uso de dicha tecnología no es tan efectiva en actividades de mina subterránea, o en cunetas profundas, sostenimiento y restauración del sistema de acueducto y alcantarillado, debido a que las cabidades imposibilitan al piloto de drone manipular correctamente el dispositivo para un desarrollar un acceso efecivo y una inspección previa. Es evidente que el riesgo por caída en alturas puede verse contrarestastado de forma que puede llegar a eliminarlo si se implementa el uso de los drones en aquellas actividades que presentan alta accidentalidad.

Por otra parte, el uso de la tecnología UAV en la agricultura, resulta favorable y beneficioso, pues en el trabajo de revisión de Pino. (2019), el cual se centra en constituir los progresos en el empleo de la tecnología como estretegía innovadora para una agronomía eficiente y precisión, afirma que en la agricultura se ejecutan labores de cuantificación previa para decidir los tiempos de operación y el lugar de riego, siembra, fertilización y cosecha, de igual manera, también se evidencian actividades de corte de helechos y hierbas altas, permitiendo el paso a la mitigación de accidentes relacionados con dichas tareas.

La tecnología aplicada a la prevención de riesgos resulta el mejor aliado en la agricultura, pues el uso de fertilizantes y fungicidas snormalmente se utilizan en esta industria con el fin de optimizar los tiempos de cosecha y reducir los costes de trabajo y conservación, que a su vez genera una serie de riesgos latentes por intoxicación al personal operativo, la exposición de estos productos en la piel pueden llegar a penetrarla, ocasionando irritaciones, quemaduras o úlceras, y dermatitis urticarias, pues el riesgo químico prevalece en este nicho de mercado, así como el riesgo

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

ergonómico, ya que el corte, siembra y cosecha, requiere de un esfuerzo físico por parte de los operarios, al momento de agacharse para plantar la semilla, en paralelo. (Pino, 2019)

El riesgo biológico es un factor importante a tener en cuenta en el cultivo y siembra, pues la mayoría de áreas de cultivos se llevan a cabo a cielo abierto, donde la presencia de vectores puede llegar a afectar la salud de los colaboradores. Otro factor importante es el clima al cual se someten los agricultores, pues deben soportar los cambios abruptos del tiempo, desde fríos que alteran la salud de la piel, hasta el extremo calor que deben soportar en actividades de siembra y maceración en las manos cuando se usan guantes. (Pino, 2019)

Ahora bien el riesgo eléctrico también es un factor de riesgo latente, pues el sistema de riego de cultivos normalmente es impulsado a partir de motobombas, y al estar en contacto con el agua, se genera una alta probabilidad de entrar en contacto con la electricidad. Algunos cultivos requieren de condiciones específicas para su buen desarrollo, por lo cual el uso de calefacción y alimentación de equipamientos de trabajo generan de igual modo un riesgo eléctrico latente. (Pino, 2019)

Como se puede observar, la agricultura es una de las actividades que contempla más riesgos, sin embargo, gracias a los drones, estos riesgos disminuyen, y optimizan los tiempos y áreas de operación, así como la precisión en la toma de datos al abarcar grandes extensiones de terreno en el mismo rango de tiempo, permitiendo así el control y análisis comparativo del cultivo, de igual modo mitigan el impacto ambiental generado al recurso agua y suelo, dosificando de forma controlada el caudal de los fertilizantes, mitigando el riesgo de contaminar los cauces cercanos al cultivo, los cuales podrían afectar la salud de los colaboradores presentes en la zona directa de influencia del proyecto. (Pino, 2019)

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

Otra de las actividades en las que se presenta el uso de drones aplicado a la prevención de riesgos ocupacionales es la vigilancia, Riveros, (2019) descubre una inconsciencia por los riesgos a los que se arriesgan y de manera terminante se hallan que los colaboradores del oleoducto denominado Caño Limón, exactamente en el municipio de Coveñas en el departamento de Arauca, pues este lugar es objetivo de asltos recurrentes por parte de grupos organizados al margen de la ley.

Los riesgos a los que se someten el personal del cuidado y vigilancia de las tuberías de hidrocarburos no solo de esta región, sino del país, han sido víctimas de múltiples ataques, ocasionando pérdidas humanas, afectación a los sentidos del oído, visión, pérdidas de extremidades, desplazamientos forzosos, alteración psicológica, entre otros. Los drones se manifiestan como una elección admisible para ejecutar servicios de monitoreo, vigilancia y protección para las empresas petroleras, pues les otorga a las organizaciones ahorro de tiempo, dinero, vertimientos de crudo, control de fallas, accidentes, y amenazas, que aparte de evitar perjuicios de mayor escala, posibilita una reacción más temprana. (Riveros, 2019)

Por otro lado, Bello, (2016), presenta una serie de escenarios futuros necesarios para la “planeación a largo plazo de la gestión de riesgos industriales en México con el uso de drones”, cuyo propósito es cooperar a renovar las decisiones y mitigar los riesgos en la industria, disminuyendo de igual modo la incertidumbre del futuro.

El primer escenario se destaca por la inseguridad que puede incidir en las personas el uso de los drones, la desconfianza del mundo hacia la tecnología, la violación de la privacidad, una de las razones que más preocupa a los trabajadores, también la vulnerabilidad que acarrearán los propios drones ante un ataque cibernético y sanciones por el mal uso de estos equipos, es por eso que las

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

pequeñas y medianas empresas que cuentan con problemas financieros optan por no invertir en este tipo de proyectos. (Bello, 2016)

El siguiente escenario se denomina “corrupto”, las empresas y el gobierno juegan un papel fundamental en este foco, pues los fines por los cuales invierten en esta tecnología no siempre está ligado al bienestar de las personas, sino también al beneficio propio, este escenario se caracteriza por los excesos y deslealtad, los cuales cuentan con altos índices de accidentes y costos, y las organizaciones en vez de ejecutar labores debidamente planificadas y monitoreadas, carecen de dicha supervisión del riesgo. (Bello, 2016)

Posterior al escenario corrupto, está el drástico, el cual habla sobre la generación de desempleo que genera la tecnología, pues la inversión en tecnología llega a su lumbre, sustituyendo en línea la mano de obra por uso de tecnología, generando crisis económica, sustituyendo los profesionales de seguridad y salud en el trabajo por el uso de drones y TIX. Los colaboradores siempre se ven con miedo y acoso por el exceso de vigilancia y uso de esta tecnología. (Bello, 2016)

Finalmente, el escenario de resurrección, el cual hace referencia a la acción de optimizar procesos para mejorar resultados, busca el equilibrio de la mano del hombre y la de los robots en donde los dos elementos fusionados trabajen de manera eficiente y productiva, generando mayor seguridad al personal y a las industrias, sin incurrir en medidas extremas. El uso de esta tecnología se aprovecha para asegurar la identificación de riesgos potenciales que contribuyan a reducir los accidentes laborales y de minimizar costos de los mismos, contribuyendo la competitividad de las empresas. (Bello, 2016)

4.3. Interpretación

En la valoración y observación de los resultados de la investigación se revela que el uso de la tecnología UAV enfocada a la prevención de los riesgos laborales a nivel global se está incrementando de forma exponencial, relacionando directamente la reducción de accidentes laborales, y la optimización de procesos de las organizaciones.

De hecho, Guayazán, (2021) en su artículo técnico expone que, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 – 2030 sintetiza, dentro de sus focos de trabajo prioritarios, que la inversión por el sector público y privado en drones, asumiendo esta tecnología como innovadora, es de vital importancia para aumentar la resiliencia de los países y del medio ambiente. En este sentido, resulta esencial para salvaguardar vidas, prevenir, mitigar los números de muertes, y asegurar la recuperación y rehabilitación efectiva. Colombia al ser un miembro del marco en cuestión, se transforma en una meta de gobierno, por lo cual debe respaldar y favorecer el uso de los UAS de manera responsable y coordinada en todos los sectores.

En este sentido, los estudios ratificaron que el avance de los drones está enfocado hacia el menester de mitigar tiempos, costos, y riesgos que están relacionados con la realización de tareas en altura o en zonas de difícil acceso que podrían desencadenar situaciones de accidentalidad y muerte. (Muñeton, *et al.*, 2020)

Adicional, las investigaciones apuntan a que los sectores económicos que registraron una mayor tasa de muertes en el año 2019 en Colombia fueron el sector minas y canteras (12.79%), y la porción de la agricultura (16.31%). Ahora bien, para el año 2020 los nichos de mercado que contaron con una tasa más alta fueron: eléctrico, gas y agua (6.4%), construcción (6.4%), industrias manufactureras (6.8%), sector minas y canteras (10.4%), y la porción de la agricultura (13.5%). Posteriormente, para el año 2021 se evidenció un aumento de las muertes laborales, pues los

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

sectores económicos con una tasa de accidentalidad y muerte fueron las redes eléctricas con un (6.56%), construcción (7.10%), industrias manufactureras (7.70%), minas y canteras (12.59%), y el sector de la agricultura (13.75%). (Galvis, *et al.*, 2022)

Con relación a los accidentes y el tipo de riesgos reportados por los trabajadores de los diferentes sectores, se asocian a ruido, iluminación, temperaturas extrema, radiaciones, contacto con componentes químicos irritantes, aspiración de fluidos, vapores y material particulado, superficies o herramientas cortantes, caídas de objetos, caídas a alturas considerables, roce con máquinas sin conexión a tierra o con sistemas energizados, incendios, explosiones, delincuencia, imprudencia en vías, inhalación de virus, carga física dinámica, contacto con líquidos corporales contaminados, movimientos repetitivos, carga física estática, supervisión estricta, disposición de aguas contaminadas, y emisiones ambientales.

Dado todo lo anterior, es concluyente que el el uso de tecnología UAV aplicada a la prevención de riesgos laborales permite visualizar un panorama alentador para que las organizaciones apliquen el uso de estas aeronaves en sus actividades de prevención de accidentes laborales y mitigación del riesgos, pues la oportunidad que brinda esta tecnología de multiplicar la efecacia y productividad de las empresas demostró en la diferencia y diversificación de usos que cuentan los drones para ser empleados en los nichos de mercado mencionados. (Neira, 2020)

4.4.Evaluación crítica

El estudio documental de las 40 investigaciones enfocados en la prevención de riesgos laborales y el uso de tecnología UAV para aplicaciones de prevención y mitigación del riesgos, permite la descripción de aquellas actividades, sectores, y organizaciones que aplican esta innovadora metodología de prevención de riesgos, siempre y cuando la observación de cada uno de estos se estudie de forma exhaustiva, y que faculte la evaluación de los factores de riesgo y la

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

definición de las tareas llevadas a cabo en cada sector, pues si bien es cierto que se genera una visión generalizada, cada una de las actividades se enmarca en un sector de la economía en el que se pueden evaluar las falencias para que se continúe invirtiendo en la seguridad y salud de los trabajadores.

Considerando la guía de buenas prácticas del Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Galicia (2020), al igual que en cualquier otra actividad laboral, se deben evaluar las situaciones de riesgo que se puedan producir al llevar a cabo la operación del dron, pues el uso incorrecto de este dispositivo puede afectar la salud y seguridad de los trabajadores, y durante la operación del mismo, habrá que tener en cuenta los requerimientos que la normativa local establece para el pilotaje del mismo según la actividad a desarrollar.

Así como el uso del dron cuenta con múltiples beneficios en sus aplicaciones de prevención, entre los que se destacan la inspección de lugares de trabajo, el cual permite al profesional de SST contar con admisión a información de zonas de edificios, haciendo posible la valoración de condiciones estructurales, estado de la instalación etc, así como en la inspección de equipos de trabajo que se encuentren en áreas de difícil acercamiento, sustituyendo el empleo de andamios u otros medios de acceso para su inspección, permitiendo realizar estas actividades en tiempos más cortos, con mayor eficacia, y eliminando los riesgos para el personal a cargo de la tarea, también en la toma de muestras en ambientes con condiciones de alta toxicidad y/o radiológica, así como en el control y monitoreo durante la investigación de accidentes, observación de imágenes cenitales, coordinación de seguridad y salud y recursos preventivos, mediciones higiénicas, mitigando así los diferentes riesgos laborales. (Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Galicia, 2020)

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

El empleo de esta tecnología también acarrea unos agentes de riesgo, uno de ellos es el impacto contra las personas, el cual podría generar lesiones en la piel, pues las alas del dron son un elemento de corte, ya sea para el operario, o para las personas que esten presentes en el área de influencia del vuelo de aeronave, las medidas preventivas para este tipo de riesgo son equipar el dispositivo con sensores de proximidad, con el fin de reducir la probabilidad de impacto, y mediante protectores de helices, airbag, y paracaídas, con el fin de reducir las consecuencias del impacto, también es importante definir las zonas de seguridad, las cuales son despegue, aterrizaje y pilotaje. Si el dron es operado con el fin de transportar una carga, como medida preventiva se debe evitar a toda costa el vuelo sobre personas, respetar las limitaciones del fabricante y pesos máximos, y contar con un control de mantenimiento de acoples. (Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Galicia, 2020)

De acuerdo con lo anterior, existe otra debilidad en cuanto al uso de UAV aplicado a la prevención de riesgos laborales, pues este dispositivo cuenta con una limitación real en la autonomía de vuelo, esta variable normalmente viene determinada por la duración de las baterías eléctricas, pues a pesar de que se pueden recargar a través de un generador, con poca frecuencia consiguen duraciones superiores a los 60 minutos, por lo cual debe ser muy tenida en cuenta la planificación de la misión que llevará a cabo el dron, limitando así el tipo de alcance que puede desarrollar o el modo en que estas se llevan a la práctica. (Martinez, 2009)

Por otra parte, Cantos (2015), describe una serie de desventajas e inconvenientes en materia preventiva para las operaciones con drones, en las que destaca que, se revela la sensación de reemplazar el humano por un mecanismo tecnológico, también afirma que la inversión no es rentable para pymes, pues requiere de un costo para la organización, ya sea por la exigencia de asalariar el servicio o por capacitar a algún colaborador, otro punto negativo es que las tareas se

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

deberan hacer de día si es en el exterior, y si en caso de que dicha tarea se realice en un área sin cubierta, los parámetros climáticos limitan la capacidad de vuelo.

Ahora bien, el uso de la tecnología también se ve limitada por la normativa de regulación, pues en Colombia existe una legislación vigente, denominada RAC 91 (Reglamento Aeronáutico Colombiano), que por medio del Apéndice 13 regula el uso de un RPAS; el cual carece de indicaciones o parámetros que permitan utilizar estos dispositivos en todos los sectores económicos imprescindibles para desarrollar la prevención de riesgos laborales en tiempos de crisis o desastres. (Castillo, 2020)

Colombia en su reglamentación para realizar operaciones aéreas de manera recreativa y profesional, cuenta con fortalezas limitadas, pues el espacio aéreo cuenta con restricción de tiempo, el cual debe extenderse para diferentes tareas de prevención de riesgos, tales como entregas de medicamentos e insumos, aspersión dentro de una población propensa a contagio por virus, servicio de escanero de temperatura y monitoreo en las calles, entre otros. (Castillo, 2020)

4.5. Contribuciones del autor

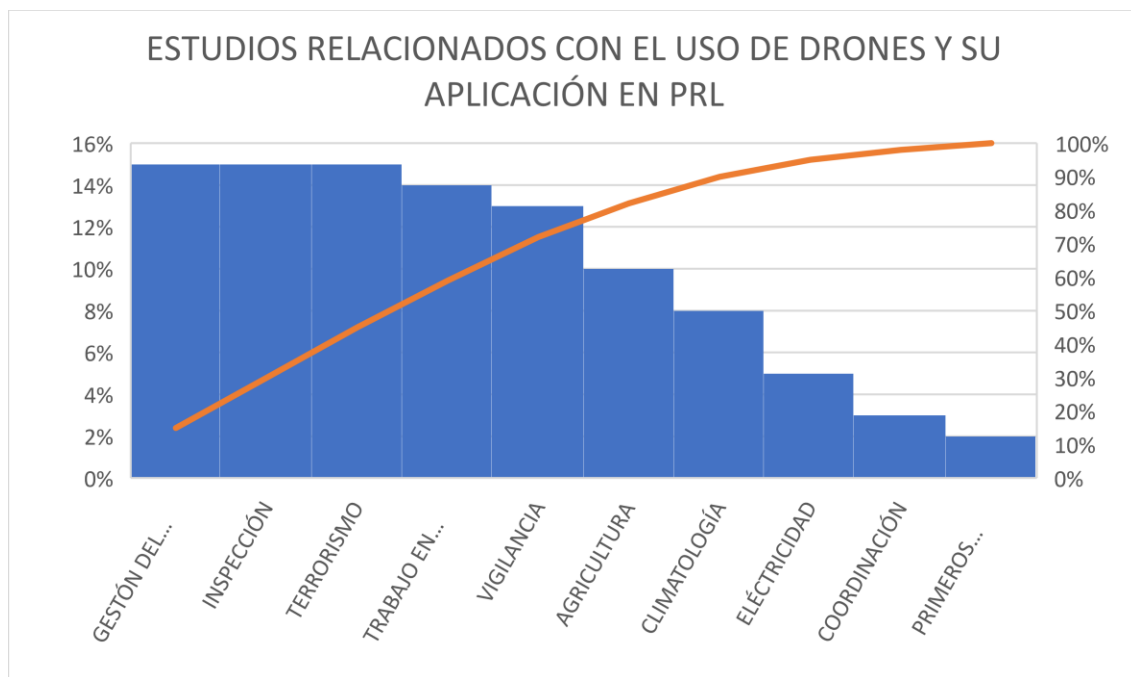
Las contribuciones primordiales que se producen con la presente revisión bibliográfica se familiarizan con la observación documental para la generación de privilegios a los entes que se encuentran comprometidos, pues el caudal de estudio entregado se convierte en hechos llevados a cabo por la población, las organizaciones y el estado. Dando paso a proyectar las obligaciones de implementar tácticas de prevención y mitigación que posibiliten el decrecimiento de accidentes laborales en las actividades económicas donde el uso del drone aporta un sin número de beneficios en diversas tareas que, aplicando esta medida de mitigación y prevención tecnológica, los índices de accidentalidad y mortalidad por causas laborales disminuyan en Colombia y el mundo.

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

En la figura 2, se puede observar una gráfica resultado al exhaustivo trabajo investigativo, compilando cerca de 40 estudios relacionados con el estudio, en la cual se logró identificar que las actividades y sectores en los que se ven involucrados los drones en pro de la disminución de accidentes y muertes laborales son: la gestión del riesgo, inspección, y terrorismo con un (15%) de aplicabilidad para cada sector, seguida por el trabajo en alturas y vigilancia con un porcentaje de aplicabilidad de (14% y 13%) respectivamente, posterior a estas tareas se encuentra la agricultura, la climatología, la electricidad, la coordinación y por último los primeros auxilios.

Figura 2

Porcentaje de bibliografía relacionada con el uso de drones en actividades económicas.

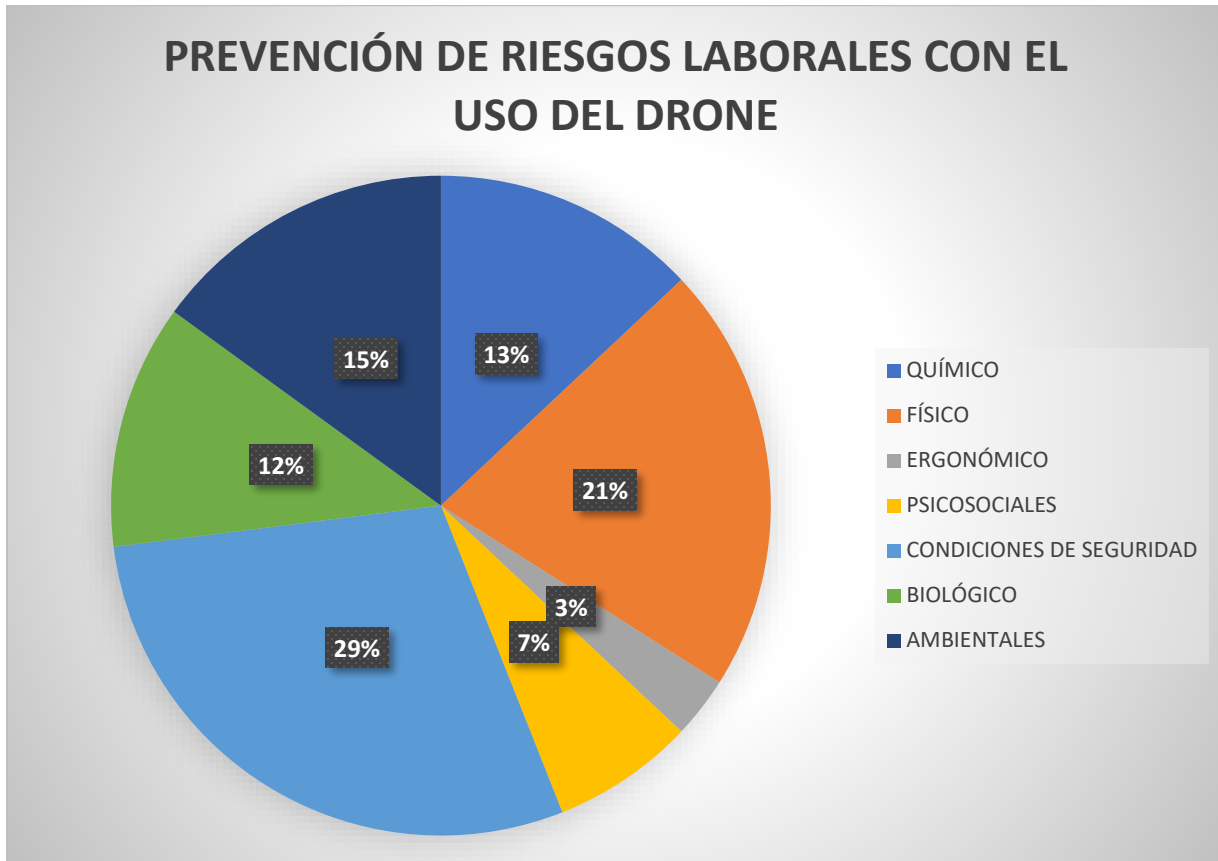


Finalmente, la agrupación y posterior clasificación de los documentos demuestra que la presencia de los drones en asunto de prevención y riesgos laborales, se aplican para contrarrestar en mayor medida riesgos tales como: condiciones de seguridad (29%), físico (21%), ambientales (15%), químico (13%), biológico (12%), psicosociales (7%), y ergonómico (3%), tal como se evidencia en la figura 3.



Figura 3

Porcentaje de estudios enfocados a la prevención de riesgos laborales a partir del uso de dron.



5. Conclusiones

Las actividades que más se destacan al momento de utilizar la tecnología UAV como medio para prevenir y mitigar los riesgos laborales de los trabajadores se enfocan principalmente en la inspección de redes eléctricas, mantenimiento de redes de alta tensión, monitoreo de operaciones en campo abierto, inspección de tubería y maquinaria en espacios confinados, detección de fugas y fallas en trabajos con fluidos, uso de la tecnología para salvaguardar y mitigar tiempos de reacción en situaciones de catástrofe, o cuando el riesgo se haya materializado, dosificación controlada de agentes químicos en la industria agropecuaria, pues el uso de este dispositivo permite



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

incrementar la seguridad y salud e los colaboradores en todos los sectores anteriormente mencionados.

Al momento de analizar las conductas a tener en cuenta para operar y usar esta tecnología se logró identificar que a pesar de sus innumerables beneficios en el ámbito de prevención de riesgos, el uso de los mismos acarrea una gran responsabilidad y una serie de desventajas, pues el uso incorrecto de los drones también genera un riesgo latente para el operario y para la comunidad que se encuentre en el área de influencia directa del mismo, es importante contar con personal capacitado y especializado al momento de invertir en esta tecnología, pues así como puede mitigar y prevenir riesgos en diferentes áreas económicas, también puede incurrir en gastos innecesarios e incrementar el riesgo en vez de evitarlo o mitigarlo.

Los diferentes escenarios de estudio generan un amplio panorama gracias a esta tecnología, ayudando así a contar con información primaria que puede ser de apoyo en la toma de decisiones, priorizando actividades de prevención y tiempos de respuesta.

Existen situaciones en las cuales el monitoreo y control tiene que ser óptimo para hacer que las tareas operativas en las investigaciones destacadas en esta monografía, sea eficazmente amparada, relacionando de forma directa el contar con un dominio visual que conceda prever y valorar los riesgos fortuitos. La inversión en tecnología de drones particulares para las tareas que ejecutan todos los empleados al servicio de la SST puede llegar a ser efectiva, si la difusión de datos metodológicos y normativa aplicable otorguen recuento de la ocupación que desarrollan los drones cuando están abastecidos de la tecnología de inspección.

Se sugiere llevar a cabo una gestión amplia de discusión en colaboración con aseguradoras, actores académicos de la ciudad y EPS para promover el conocimiento y la eficacia de la tecnología de drones en beneficio de la salud y la vida. Para ello, se pueden utilizar herramientas como foros,



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

discusiones y seminarios, tanto presenciales como virtuales. De esta manera, se podría minimizar el impacto de los riesgos identificados previamente asociados a las actividades mencionadas, y garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores y organizaciones.

Referencias

- Albanesi, R. P. (2015). *Historia reciente del trabajo y los trabajadores Apuntes sobre lo tradicional y lo nuevo, lo que cambia y permanece en el mundo del trabajo*. Santiago del Estero: Caicyt-Conicet.
- Basante, J. G. (2020). *Innovación de la tecnología a través del uso de aeronaves no tripuladas*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C: UMNG. Recuperado el 02 de 22, de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35283/CastroBasanteJuanG%20uillermo2020.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Batista, D. R. (2021). *Criterios para la redacción de las monografías a elaborar por los grupos de la red Riforedex*. La Habana : CYTED.
- Bello, M. R. (2016). Prospectiva de gestión de riesgos industriales en México con el uso de drones. *Revista iberoamericana de contaduría, economía y administración*, 19.
- Cantos, Ó. D. (2015). *Drones y su aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo*. Trabajo fin de master en prevención de riesgos laborales, Universidad Miguel Hernández, España. Recuperado el 02 de 2023, de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2211/1/TFM%20D%C3%ADaz%20Cantos%2C%20%C3%93scar.pdf>
- Castillo, D. F. (2020). El empleo de drones como estrategia de gobierno. *Universidad Ecesi*, 52.
-
-

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

- Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia. (2018). *Uso de drones aplicado a la prevención de riesgos laborales*. Murcia, España: Región de Murcia. Consejería de Empleo, Universidades, Empresa y Medio Ambiente. Recuperado el 02 de 23, de <https://www.fullaudit.es/proyecto/guia-del-uso-de-drones-aplicado-a-la-prevencion-de-riesgos-laborales/>
- Cossio, R. E., Correa, I. A., & Pamplona, J. C. (2017). *Modelo metodológico para realizar mantenimientos predictivo y preventivo por medio de drones en el sistema de transmisión regional en el municipio de Guatapé*. Trabajo de grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Medellín. Recuperado el 02 de 2023, de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/5574/1/TEGP_SepulvedaCossioRafaelEsteban_2017.pdf
- Day, R. A. (2005). *Como escribir y publicar trabajos científicos* (Vol. 5). Washington: Organización Panamericana de la Salud. Recuperado el 03 de 2023, de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=T4mBWF9kqX0C&oi=fnd&pg=PA59&ots=_Cse0QTa7G&sig=4YKL3i0ovNIkn4n2dZtYvBiAeFQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Dirección de Regulación de la Operación del Aseguramiento en Salud, Riesgos Laborales y Pensiones. (2012). *ASEGURAMIENTO EN RIESGOS LABORALES*. Bogotá D.C: Ministerio de Salud y Proyección Social.
- Franco, R. (2004). *Salud y seguridad en el trabajo, aportes para una cultura de la prevención*. Buenos Aires, Argentina: Construir futuro con trabajo decente. Recuperado el 02 de 23, de
-
-

TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_248685.pdf

Fundación Internacional ORP. (2019). *Los Drones: La nueva herramienta en la PRL*. Barcelona: FIORP.

Galvis, J. S., Vicioso Yanes, M. d., & Rueda Mahecha, Y. M. (2022). Análisis de los Índices de Enfermedades Laborales y Accidentes de Trabajo Presentados en Colombia el Año 2021. *Politécnico Grancolombiano*, 10.

Goris, S. J. (2015). *Utilidad y tipos de revisión de literatura* (Vol. 9). Santa Cruz de la Palma: Ene. Recuperado el 03 de 2023, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002

Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Galicia. (2020). *Guia de buenas prácticas: PRL en el uso de drones*. Galicia: Xunta de Galicia.

Jaramillo, A. V., Aguirre, V. C., & Torres, A. M. (01 de 12 de 2019). Accidente de trabajo y enfermedad profesional en Colombia Las condiciones de seguridad y salud en el trabajo del sector metalúrgico en Colombia. *Poliantea*, 14(25), 10. Recuperado el 02 de 2023, de <https://journal.poligran.edu.co/index.php/poliantea/article/view/1336>

Martinez, A. (2009). Vehiculos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones. *Universidad Politécnica de Madrid*, 29.

Muñeton, E. M., Sánchez, L. N., Tapia, G. C., & Gutiérrez, D. R. (2020). *Uso de drones para prevenir accidentes de trabajo en trabajadores de la Gobernación de Antioquía*. Proyecto de investigación, Corporación Universitaria Unitec, Bogotá D.C, Bogotá D.C. Recuperado el 02 de 2023, de



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

<https://repositorio.unitec.edu.co/bitstream/handle/20.500.12962/724/DronesTrabjAlturasGobern.Antioquia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Narváez, L. L. (2015). *Enfermedades ocupacionales o relacionadas al trabajo*. León: SALTRA.

Recuperado el 02 de 2023, de <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/12012/cartilla6%20web.pdf?sequence=1>

Neira, B. S. (2020). *Los drones como innovación tecnológica empresarial*. Bogotá D.C: Universidad Militar Nueva Granada.

Pino, E. (2019). Los drones una herramienta para la agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. *IDESIA*, 10.

Raad, Y. P., & Páez, L. C. (2022). Diseño de la Matriz de Identificación de Peligros y Riesgos de la Empresa de Alumbrado Público de Distracción S.A.S bajo la GTC 45. *Universidad Santo Tomás*, 74.

Rios, B. D. (2016). *Diseño de un programa de autocuidado para la reducción de la accidentalidad en ACT Telemática S.A.* Bogotá D.C: Universidad ECCI.

Riveros, S. E. (2019). Uso de drones como herramienta para la videovigilancia y seguridad de los oleoductos en el departamento de Arauca. *Universidad Militar Nueva Granada*, 22.

Strauss, A. M. (2011). *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional en el proceso de evaluación para la calificación de origen de la enfermedad profesional*. Ministerio de protección social. Bogotá D.C: Imprenta Nacional de Colombia.

Tovar, A. F., & Fuquene, J. E. (2018). *Evaluación de la precisión de resultados obtenidos con el procesamiento de información generado con RPAS*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C: UD. Recuperado el 02 de 2023, de



TECNOLOGÍA UAV Y RIESGOS LABORALES

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13108/CastroTovarAndresFelipe2018.pdf?sequence=12&isAllowed=y>

Valencia, D. O., & Ordoñez, A. (2004). *Informalidad en Colombia: Causas, efectos y características de la economía del rebusque*. Cali: Universidad Ecesi.

Villa, P. C. (2015). *Identificación y control de los agentes de riesgo en el lugar de trabajo*. Bogotá D.C: ARL SURA.

Zambrana Ruiz, A. (2018). Drones: tecnología a disposición de la seguridad y salud. *Universidad Carlos III de Madrid.*, 10. Recuperado el 04 de 2023, de <https://prevencionar.com/2018/04/15/drones-tecnologia-a-disposicion-de-la-seguridad-y-salud/>

Apéndices

Apéndice A. Revisión bibliográfica

véase archivo en fuente externa

