

# Sistema de drones para la gestión de riesgos

*Drone system for risk management*

*Sistema de drones para gerenciamiento de riesgos*

Luisa Fernanda Santana Páez<sup>1</sup>  
William Steven Villamil León<sup>2</sup>  
Cristian Eduardo Cano López<sup>3</sup>  
Yeny Liliana Casas Méndez<sup>4</sup>

**Received:** October 12<sup>th</sup>, 2022

**Accepted:** January 30<sup>th</sup>, 2023

**Available:** May 1<sup>st</sup>, 2023

**How to cite this article:**

L. F. Santana Paez, W. S. Villamil León, C. E. Cano López y Y. L. Casas Méndez, "Sistema de drones para la gestión de riesgos", *Revista Ingeniería Solidaria*, vol. 19, n.º 2, pp. 1-20, 2023.

doi: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2023.02.06>

---

Research article. <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2023.02.06>

<sup>1</sup> Grupo de investigación Ebaté, semillero de investigación Creing, Facultad de Ingeniería, programa Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca.

Email: [lfernandasantana@ucundinamarca.edu.co](mailto:lfernandasantana@ucundinamarca.edu.co)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2248-9893>

**CVLAC:** [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0002010478](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002010478)

<sup>2</sup> Grupo de investigación Ebaté, semillero de investigación Creing, Facultad de Ingeniería, programa Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca.

Email: [wsvillamil@ucundinamarca.edu.co](mailto:wsvillamil@ucundinamarca.edu.co)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4126-1106>

**CVLAC:** [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001942840](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001942840)

<sup>3</sup> Grupo de investigación Ebaté, Semillero de investigación Creing, Facultad de Ingeniería, programa Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca.

Email: [cecano@ucundinamarca.edu.co](mailto:cecano@ucundinamarca.edu.co)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3112-691X>

**CVLAC:** [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001401533](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001401533)

<sup>4</sup> Grupo de investigación Ebaté, semillero de investigación Creing, Facultad de Ingeniería, programa Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca.

Email: [ylcasas@ucundinamarca.edu.co](mailto:ylcasas@ucundinamarca.edu.co)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1902-5868>

**CVLAC:** [https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0001048619](https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001048619)



## Resumen

Este artículo es producto del proyecto "Estudio para identificar las capacidades tecnológicas en las pymes de la Villa de San Diego de Ubaté", desarrollado por el semillero Creing del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca seccional Ubaté durante el año 2022.

*Objetivo:* desarrollar un sistema asistencial mediante vehículos aéreos no tripulados (drones) como apoyo a la entidad de Bomberos en la gestión del riesgo en la Villa de San Diego Ubaté.

*Método:* investigación realizada en torno al uso de distintos lenguajes de programación para la creación de la página web, donde el usuario podrá encontrar toda la información acerca del servicio; de igual manera, está incluida la investigación matemática y física con la cual se podrán analizar las características de vuelo según las propiedades del dron.

*Resultados:* se evidencia la investigación matemática y física aplicada al análisis de las características de vuelo, teniendo en cuenta las propiedades y funcionalidades del dron y los detalles geográficos del municipio de Ubaté-Cundinamarca, una indagación bibliográfica en donde se soporta la historia, clasificación y normatividad colombiana, así como la planeación y las diferentes herramientas y actividades que se desarrollan para la consecución del proyecto.

*Conclusión:* el uso de drones en diferentes campos se ha intensificado en los últimos años, sin embargo, si bien son muy útiles para el rápido acceso a zonas con dificultades o situaciones precarias, no han sido implementados sistemas de drones que permitan realizar la vigilancia y atención de estas situaciones de forma oportuna en la zona norte del departamento de Cundinamarca.

*Limitación del estudio:* este proyecto está enfocado en realizar en estudio y análisis para el municipio de Villa de San Diego de Ubaté esto debido a la pertinencia del sector y el estudio, así como la facilidad para la recolección de la información.

**Palabras clave:** accidentes por desastres naturales, drones, geolocalización, investigación, Ubaté.

## Abstract

This article is a product of the project "Estudio para identificar las capacidades tecnológicas en las pymes de la Villa de San Diego de Ubaté", developed by the Creing seedbed of the systems engineering program of the Universidad de Cundinamarca Seccional Ubaté during the year 2022.

*Objective:* To develop an assistance system using unmanned aerial vehicles (drones) to support the Fire Department in risk management in the Villa de San Diego Ubaté.

*Method:* Research conducted around the use of different programming languages for the creation of the website, trying to maintain the optimization of, where the user can find all the information about the service, likewise, is included mathematical and physical research with which you can analyze the flight characteristics according to the properties of the drone.

*Results:* Mathematical and physical research applied to the analysis of the flight characteristics is evidenced, taking into account the properties and functionalities of the drone.

*and the geographical details of the municipality of Ubaté-Cundinamarca, a bibliographic inquiry where the history, classification and Colombian regulations are supported, as well as the planning and the different tools and activities that are developed for the achievement of the project.*

*Conclusion:* The use of drones in different fields has intensified in recent years, however, although they are very useful for quick access to areas with difficulties or precarious situations, drone systems have not been implemented that allow surveillance and attention to these situations in a timely manner in the northern area of the department of Cundinamarca.

*Limitation of the study:* this project is focused on the study and analysis for the municipality of Villa de San Diego de Ubaté due to the relevance of the sector and the study, as well as the ease of information gathering.

**Keywords:** Natural Disaster Accidents, Drones, research, Ubaté, Geolocation.

## Resumo

Este artigo é o produto do projeto "Estudo para identificar capacidades tecnológicas em PMEs na Villa de San Diego de Ubaté", desenvolvido pela sementeira Creing do programa de Engenharia de Sistemas da seção da Universidade de Cundinamarca Ubaté durante o ano de 2022.

*Objetivo:* desenvolver um sistema de assistência por meio de veículos aéreos não tripulados (drones) para apoiar o Corpo de Bombeiros na gestão de riscos na Villa de San Diego Ubaté.

*Método:* pesquisa realizada em torno da utilização de diferentes linguagens de programação para a criação da página web, onde o usuário poderá encontrar todas as informações sobre o serviço; Da mesma forma, inclui pesquisas matemáticas e físicas com as quais as características de voo podem ser analisadas de acordo com as propriedades do drone.

*Resultados:* evidencia-se a pesquisa matemática e física aplicada à análise das características de voo, levando em conta as propriedades e funcionalidades do drone e os detalhes geográficos do município de Ubaté-Cundinamarca, uma investigação bibliográfica onde a história, classificação e regulamentos, bem como o planejamento e as diferentes ferramentas e atividades que são desenvolvidas para a realização do projeto.

*Conclusão:* o uso de drones em diferentes campos se intensificou nos últimos anos, porém, embora sejam muito úteis para acesso rápido a áreas com dificuldades ou situações precárias, não foram implementados sistemas de drones que permitam a vigilância e atenção a essas situações em tempo hábil maneira na zona norte do departamento de Cundinamarca.

*Limitação do estudo:* este projeto está focado em realizar um estudo e análise para o município de Villa de San Diego de Ubaté, devido à relevância do setor e do estudo, bem como a facilidade de coleta das informações.

**Palavras-chave:** acidentes por desastres naturais, drones, geolocalização, pesquisa, Ubaté.

# 1. Introducción

La preservación y atención inmediata hacia la vida de las personas en escenarios de peligro es fundamental en toda invención del ser humano, por eso, a través de la historia se han diseñado diferentes tecnologías en torno a este propósito. Por ejemplo, los drones fueron motivados principalmente por la industria militar, probablemente para evitar el involucramiento de personas directamente en el conflicto.

Por otro lado, el ideal de los organismos de prevención y atención a desastres es dar respuesta oportuna a la realización de algún hecho que se presente, pero en muchas ocasiones, por dificultades en el desplazamiento o acceso a las zonas, este puede tardar, y esto lleva a que se pierdan vidas por falta de una atención inmediata.

El desarrollo de este proyecto tiene como punto principal brindar asistencia visual en accidentes por desastres naturales como apoyo al personal de atención,

mediante el uso de drones aéreos, de acuerdo con esto, se realizó la investigación de características, modelos y capacidades, así como la normatividad y antecedentes para el desarrollo de un sistema de drones para la gestión del riesgo y uso en estas situaciones; de igual forma, y alineado al proceso de desarrollo de *software* y nueva tecnología, se indagó acerca del uso de distintos lenguajes de programación para la creación de la página web, procurando la optimización hacia dispositivos móviles y donde se permita una interacción intuitiva con el usuario para presentar la información acerca del servicio.

## 1.1 Revisión de literatura o antecedentes de investigación

En el desarrollo de este proyecto se tienen en cuenta varios adelantos tecnológicos que en conjunto conformarán el sistema de apoyo; uno de estos es la geolocalización, pues es a través de esta que se indicará la posición geográfica al equipo de rescate. Para Bracero [1]:

En tiempo real, la geolocalización sirve también a los servicios de emergencia, que pueden detectar rutas rápidas para llegar a determinados lugares, vías de escape o los mejores puntos de acceso ante cualquier eventualidad en la que resulte esencial no sólo la rapidez, sino también la eficacia de la respuesta.

Es por esto que uno de los estudios que se realizan es la transmisión de la posición geográfica a través de geolocalización desde el dron.

Según Arenas-Romero *et al.* [2, p. 5], la clave para entender la geolocalización es entender el análisis de los conceptos de: "localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial, en la búsqueda de la realización de la síntesis del sistema territorial". Es decir, cómo se tiene en cuenta la caracterización del municipio de Ubaté, con el reconocimiento de sus áreas para la recolección de datos que se analizarán en la operación de los drones en accidentes.

Como complemento a la presentación de información significativa en el sistema, se plantea el uso de realidad aumentada, a fin de que la vista sea enriquecida con elementos virtuales y fácilmente interpretada por el equipo de atención, en ese sentido, Sánchez Verdú y Sebastián Alcaraz [3, p. 678] atienden a este concepto:

La realidad aumentada (RA) es una tecnología mediante la cual se mezclan elementos de la realidad con objetos virtuales, ya sean visuales, auditivos u olfativos. Está relacionada con la tecnología de realidad virtual, presentando algunas características comunes, como por ejemplo la inclusión de modelos gráficos virtuales en 2D y 3D en el campo de la visión del usuario. [...] La realidad aumentada móvil, también conocida como georreferenciada, utiliza servicios basados en la localización GPS y similares, que nos da la posición geográfica de un *smartphone* o *tablet*. La localización posibilita la disposición de la información en cualquier formato (texto, audio, video, enlaces web, imágenes 3D, etc.) en el lugar oportuno.

También, a partir de los resultados obtenidos por Montes Galbán [4] en el desarrollo de su investigación, "Ideas sobre tecnociencia y experimentación digital en geografía" donde menciona:

La tecnociencia contemporánea desarrollada durante la segunda mitad del siglo xx y las primeras décadas del siglo xxi en muchas disciplinas, también afectó a la Geografía, que se ve impactada a través de las TIC en la producción de conocimiento geográfico, este conocimiento científico se caracteriza por la marcada presencia de la multiplicidad de geo tecnologías digitales, que están permitiendo entre otras cosas producir a una mayor velocidad y mayor cantidad conocimientos geográficos, conocimiento que décadas atrás era imposible generarlo. El avance en las TIC y la combinación con otras tecnologías ha contribuido en la minimización de las diferencias entre el mundo real y el mundo geodigital representado. [4, p. 15].

Se puede inferir que las aplicaciones con realidad aumentada y geolocalización apoyan el ejercicio propuesto, facilitando procesos y para el caso del municipio de Ubaté, la localización y atención oportuna de incidentes.

## 1.2 Marco teórico

En el desarrollo de este proyecto, en vista de que se trabajó con vehículos aéreos no tripulados (VANT), se tuvieron en cuenta teorías que hablan sobre aerodinámica como lo son el teorema de Bernoulli y el teorema elevación de Kutta-Joukowski; el teorema de Bernoulli describe la ley de conservación de la energía en un fluido, este teorema

es muy conocido porque explica el funcionamiento de las alas de un avión. Además, el teorema de Bernoulli mejora las estimaciones de los flujos de aire, las velocidades y las presiones; ayuda a determinar los patrones de flujo de aire en los túneles de viento y los túneles de viento utilizados para las pruebas de diseño, lo cual se tiene en cuenta para resolver las ecuaciones trabajo-energía del sistema. El uso del teorema de Bernoulli como punto de partida fue el marco teórico para orientar el desarrollo del proyecto en el sentido de reconocer los diferentes patrones de flujo que existen alrededor de muchos objetos que se encuentran en la naturaleza, como aves, peces, etc.

El principio de conservación de la energía de Bernoulli establece que, a medida que la velocidad y la presión de un fluido disminuyen, la altura o la presión deben cambiar para cumplir la constante de Bernoulli. Esto significa que si no hay cambio en la altura, la presión debe aumentar o disminuir. Si la presión aumenta, la altura debe disminuir. Si la presión disminuye, la altura debe aumentar [5].

El teorema elevación de Kutta-Joukowski habla de dos cilindros: uno que se encuentra estático y el otro que es giratorio, en el plano horizontal (estático) es asimétrico, por el contrario, el cilindro giratorio no es asimétrico, lo que quiere decir que tiene una elevación, esta elevación no es solamente producida por un fluido, y, en este caso, se utiliza la ecuación  $L = \rho v \Gamma$ . "En donde  $L$  es la fuerza de levantamiento o tracción,  $\rho$  es la densidad del fluido,  $v$  es la velocidad del viento relativo y  $\Gamma$  es la intensidad del vórtice o circulación producida por el cuerpo en rotación" [6]. La elevación de un dispositivo a una posición mientras sigue bajo la influencia de la gravedad puede lograrse cuando se ejerce una presión dinámica sobre esa zona concreta. Este tipo de ingeniería se denomina "elevación por colchón de aire". En la presión dinámica, se utilizan bombas hidráulicas para presurizar un depósito o cilindro con un fluido como el nitrógeno o el helio. Sin embargo, en este sistema solo es necesario que el fluido esté confinado dentro del cilindro y no fuera de él. La fuerza de elevación se produce gracias a una fuerza electromagnética generada por una bobina situada en el fondo del cilindro que hace que la tensión del cable se enrolle artificialmente creando una elevación artificial.

### 1.3 Marco legal

*El RAC-Apéndice 13.* El 27 de diciembre de 2018 se publicó la Resolución No. 04201, en la cual se incluye el RAC 91 del Reglamento Aeronáutico de Colombia sobre la operación de sistemas de aeronaves no tripuladas, numerado como Apéndice 13. En Colombia, los drones están regulados por una Ley 1133 de 2012 que recibe sus disposiciones en el Reglamento Aeronáutico Civil número 20073 de 2012 (este último

es aplicable a los operadores de drones que participen en actividades de servicio público y filmación aérea) [7].

*Clasificación del manejo con drones.* Las regulaciones en Colombia manejan los parámetros de estos vehículos para garantizar la seguridad y el control del aire, todo esto para prevenir cualquier tipo de accidente, acto ilegal o vulnerabilidad de la privacidad. Estas regulaciones están destinadas a mantener la seguridad pública, la protección y la seguridad de la aviación.

Para la investigación se da a conocer la clase A, B y C en estas normas de regulación donde la clase A es menos restrictiva en comparación con las otras que presentan regulaciones más rigurosas, sin embargo, presentan normas para evitar cualquier ilegalidad, este tipo de clase es más introductoria al manejo de drones, además de ser más usada por fanáticos como distracción.

Seguido se encuentra la clase B, donde los drones pasan a ser regulados y deben tener autorización de la Aeronáutica Civil mediante una inscripción preliminar, el usuario del vehículo no tripulado deberá ser certificado para la especialización de esta clase, además de manejar permisos en las zonas de vuelo. Estos tipos de dron son especializados para actos laborales o de investigación y tienen características aptas para implementación de herramientas tecnológicas.

A la clase C pertenecen drones con un peso mayor y sus normativas y especificaciones se deben acordar con la Aeronáutica Civil, en la tabla 1 se relaciona esta clasificación y sus características.

**Tabla 1. Clasificación de drones según su normatividad**

Característica	Clase		
	Clase A	Clase B	Clase C
Peso	Hasta 25 kg	Hasta 150 kg	150 kg o más
Visibilidad	5 km	5 km	Reservado
Altura	123 m	123 m	Reservado
Velocidad	80 km/h	160 km/h	Reservado
Alcance de vista	500 m radio	750 m radio	Reservado

Para el desarrollo de este proyecto también se tuvo en cuenta la ley colombiana de tratamiento de datos, Ley 1582, ya que es a través de esta que se dan los lineamientos que regulan cómo las empresas privadas recogen y analizan los datos y cómo los ciudadanos mantienen su privacidad.

El objetivo de esta ley es garantizar el cuidado de las diversas bases de datos, ya sean gestionadas por empresas privadas o públicas. En algunos casos se pueden establecer excepciones para aquellas bases de datos identificadas como reservadas legalmente. Es importante tener en cuenta que una base de datos está compuesta por un conjunto de datos personales, entendiendo estos como cualquier información que permite asociar o identificar a una persona.

Además, cuando se habla de un tratamiento de datos se hace referencia al proceso de recolectar, almacenar, circular o suprimir datos, el cual debe regirse por principios que aseguren un cuidado y manejo adecuados de los mismos. Para garantizar un buen uso de los datos, los titulares de estos cuentan con que deben ser respetados, y deben autorizar su uso. Solo ellos o los entes legales autorizados por la ley pueden acceder a esta información. Los responsables del tratamiento de datos también tienen deberes para garantizar el cumplimiento de la ley y mantener los datos seguros.

Los datos se clasifican en categorías que promueven su cuidado y enfatizan que hay datos cuyo contenido está prohibido. Además, se prioriza el cuidado de los datos de niños y adolescentes.

Los encargados de velar por que esto se cumpla son “La Superintendencia de Industria y Comercio, a través de una Delegatura para la Protección de Datos Personales, ejercerá la vigilancia para garantizar que en el tratamiento de datos personales se respeten los principios, derechos, garantías y procedimientos previstos en la presente ley”<sup>1</sup> [8]. Debido a que puede haber un incumplimiento en la ley, hay procedimientos y sanciones que están categorizadas por su nivel de gravedad.

La ley anteriormente presentada ayuda en la elaboración de nuestras plataformas, ya que nos permite utilizar los datos de personas que utilicen nuestro aplicativo para brindarles un mejor servicio. Esta ley nos brinda un enfoque que, como desarrolladores, debemos tener en cuenta al tratar datos personales. Debemos ser cuidadosos ya que el mal uso de los datos puede ocasionarnos una serie de dificultades. Asimismo, tenemos que asegurarnos de que la información que vayamos a tratar no sea sensible o que este prohibida por su contenido.

## 2. Materiales y métodos

Los organismos que trabajan en la prevención y atención de riesgos en algunos casos no tienen una visión global y oportuna del área en la cual se presenta el incidente,

---

1 Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.



por esto, en ocasiones les toma más trabajo tener una reacción rápida y acorde con el auxilio que se necesita.

Con base en el documento del Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres [9], en el cual se encuentran los escenarios de riesgo del municipio, y que da a conocer zonas que son afectadas por distintos motivos, entre ellos: inundaciones, que son tratadas por la CAR y el consejo municipal de gestión del riesgo de desastres (CMGRD); estas se presentan por la deforestación y modificación de causas naturales. Movimientos de masa, los cuales afectan las zonas rurales y urbanas del municipio, siendo las más afectadas el barrio Santa Barbara, Apartadero, Volcán, y Sucunchoque, que son tratados por la Dirección de Planeación y Diseño Urbano e Infraestructura junto con el CMGRD. Incendios forestales, que mayormente se presentan en los sectores de Apartadero, Guatancuy, Sucunchoque y Las Brisas, que son zonas rurales afectadas en época de verano; las entidades que trabajan para el control de este riesgo son el cuerpo de bomberos y el CMGRD.

En la actualidad, los drones han permitido acceder a terrenos difíciles de alcanzar por otros medios, de este modo, dan mucha libertad. Las opciones para este vehículo no tripulado son muy amplias y, por ende, se puede aprovechar este medio para varios usos beneficiosos.

De esta forma, el proyecto se enfoca en brindar un complemento dedicado a la asistencia de accidentes en el municipio de Ubaté. Esto beneficiará a las entidades que trabajan en la atención de accidentes y la prevención de riesgos, ya que, el dron permitirá obtener una vista panorámica del área de riesgo a través de una cámara configurada con GPS. Además, tendrá la capacidad de realizar entregas de suministros auxiliares ligeros, considerando su capacidad.

Este proyecto puede tener un gran impacto en el tratamiento de accidentes porque los gestores de riesgo tienden a tener la dificultad de operar en el sector de riesgo, ya que muchas veces no se tiene una correcta información sobre el perímetro en el cual se va a brindar asistencia.

Por otra parte, un elemento importante para la realización del proyecto será la investigación, puesto que, de cada tema indagado se obtendrá conocimiento que se aplicará en cada fase de estructuración.

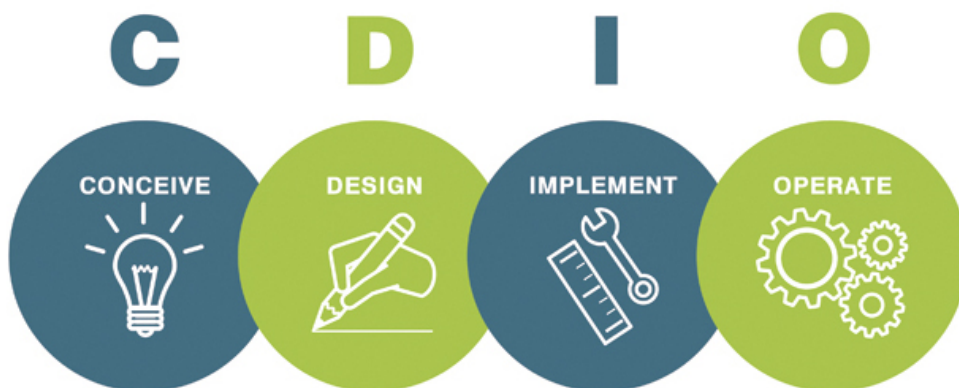
La ejecución del proyecto fue realizada por etapas mediante las cuales se recolectó información acerca del municipio de Ubaté, Cundinamarca, y posteriormente se generaron los resultados para dar cumplimiento a los objetivos y responder al problema planteado.

Los resultados de la implementación de la metodología CDIO se visualizan en las fases de: concebir, interpretando las posibles ideas viables para cada etapa del proyecto, y en la de diseño, plasmando las ideas del aplicativo en un prototipo.

En la estructura del proyecto se interiorizará este método muy empleado por ingenieros para el correcto paso a paso de este. “Es una metodología de participación en ingeniería que pretende ofrecer a los alumnos los instrumentos primordiales para afrontar de forma creativa y flexible los inconvenientes complicados de la sociedad. Esto se consigue estableciendo las capacidades particulares e interpersonales” [10].

Trabajando en los inicios de fase “concebir”, se buscará reconocer e investigar el entorno de los gestores de riesgo en Villa de San Diego, Ubaté. Así mismo, se recolectarán datos para el manejo y las características que se pueden implementar a los drones para lograr brindar el servicio.

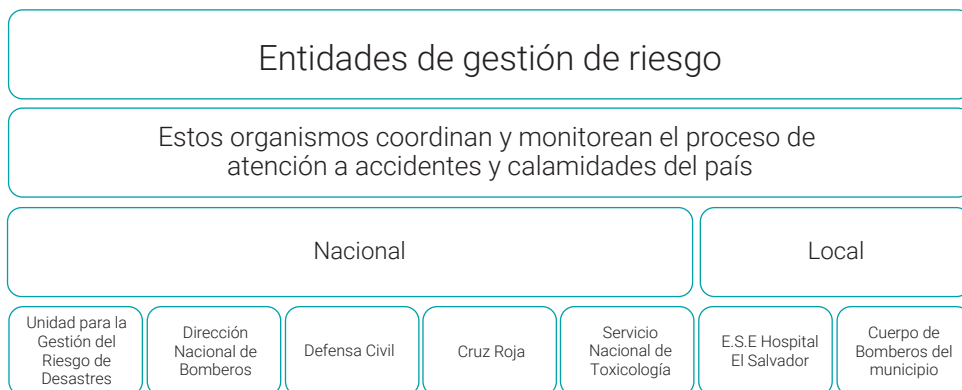
Esta base se da como estructura para dar inicio a la primera fase de la metodología para tener una investigación sólida y seguir con las siguientes fases. Para la obra de productos de costo añadido que permanecen asociados a la concepción, diseño, implementación y a la operación de sistemas de ingeniería [11].



**Figura 1.** Muestra las fases de la metodología cdio seguidas en el desarrollo del proyecto  
Fuente: [12].

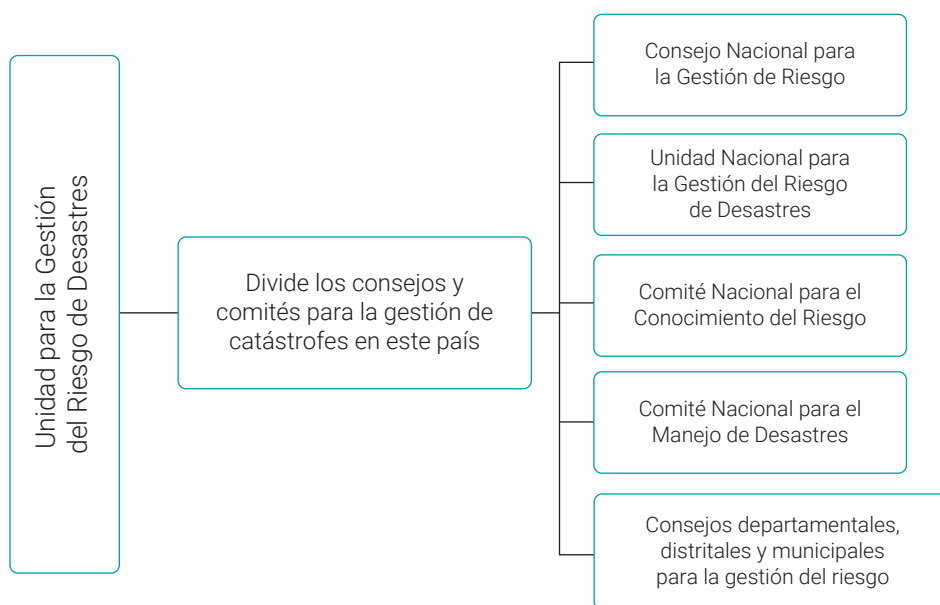
### 3. Resultados

En la consecución de este proyecto y el desarrollo del sistema, se deben tener conocimiento de las entidades encargadas de la gestión de riesgo a nivel nacional e internacional, analizar clima, temperatura, y dirección de los vientos.



**Figura 2.** División de Entidades de Gestión de Riesgo

Fuente: [13].



**Figura 3.** Información sobre la Unidad Nacional para el Riesgo de Desastres

Fuente: [14].

### 3.1 Implementación de cámaras en drones

Una cámara fotográfica es un dispositivo de imagen con forma de caja oscura, en el interior se sitúa un lente predeterminado, cuya función es proyectar sobre una película o sobre un sensor fotosensible los rayos del objeto que se desee captar [15]. Para el acoplamiento a drones existen aproximadamente 406 tipos, entre ellos están

las cámaras digitales, de espectro visible de luz, infrarrojo cercano, escáner laser y cámaras térmicas.



**Figura 4.** Implementación de cámara en dron

Fuente: [16].

### 3.2 Climatología [17]

El control de vuelo está formado de un grupo de artefactos sensibles, que integran sensores visuales, sensores ultrasónicos y la unidad de medición (IMU), por esto, el estado o cambio de clima puede afectar internamente en funcionamiento del dron, por lo tanto, se deben tener en cuenta los datos sobre el clima en el municipio de Ubaté.

### 3.3 Bajas temperaturas

En las temperaturas bajo 15 °C, se pierde potencia con la generación de electricidad, por otra parte, se necesita mayor energía y por consiguiente se descarga más rápido porque se baja la presión y se debe hacer mayor esfuerzo.

### 3.4 Niebla y heladas

Cuando la humedad crece, se afecta el funcionamiento, puesto que, se generan fallas eléctricas que también pueden causar interferencias con el centro de control y pérdida de visibilidad por el empañe de las cámaras.

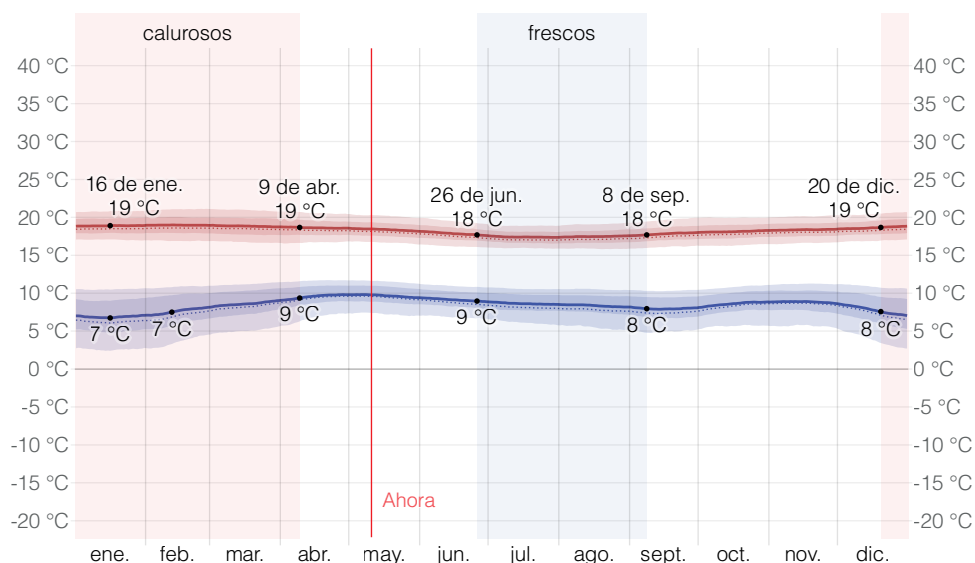
### 3.5 Precipitaciones

Cuando el dron no es resistente al agua, se presentan cortocircuitos que pueden hacer que el control del dron se pierda por completo, por lo tanto, la vida útil del dron será reducida.

### 3.6 Climatología de Ubaté

En el municipio de Ubaté, la temperatura varía de 7 °C a 19 °C y casi nunca llega a menos de 2 °C o a más de 21 °C.

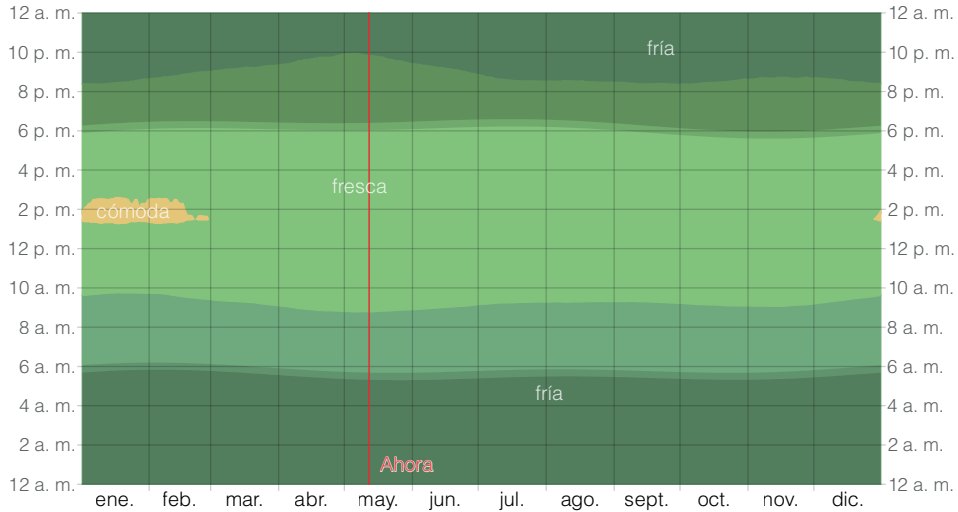
**Temperatura promedio máxima y mínima en Ubaté:** la temperatura máxima varía de 18 °C a 20 °C y la temperatura mínima va de los 9 °C a los 7 °C.



**Figura 5.** Temperatura promedio máxima y mínima en Ubaté

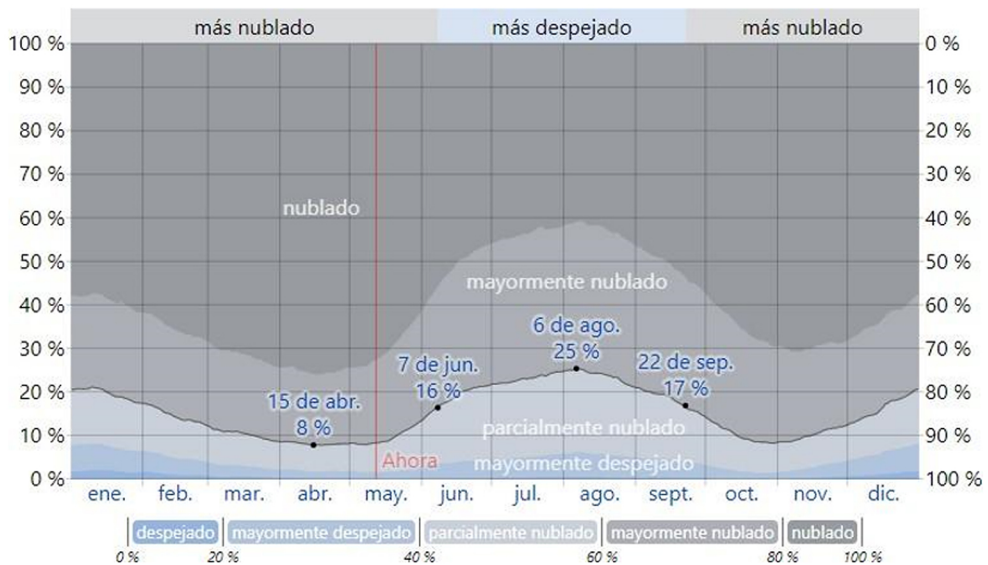
Fuente: [18].

**Temperatura promedio por hora en Ubaté:** la figura 6 muestra un promedio de las temperaturas por hora de todo el año.



**Figura 6.** Temperatura promedio por hora en Ubaté  
Fuente: [18].

**Nubosidad:** depende de la época del año, la parte más despejada va desde junio hasta septiembre, siendo agosto el mes más despejado.



**Figura 7.** Categorías de nubosidad en Ubaté  
Fuente: [18].

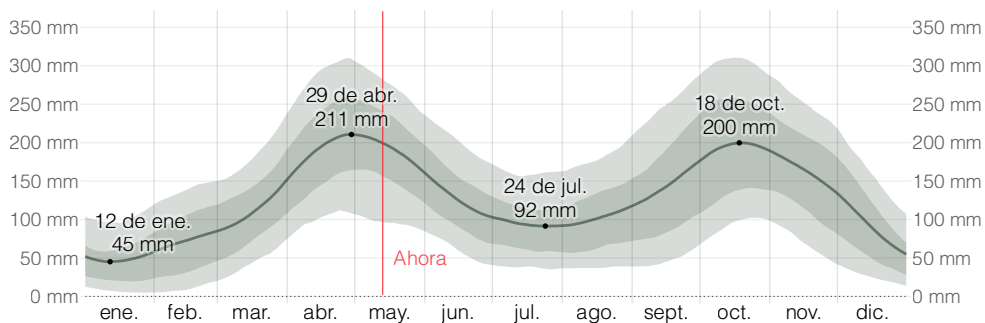
**Probabilidad de precipitación de Ubaté:** el periodo con más precipitación va de marzo a diciembre, mientras que la época más seca va de diciembre a marzo.



**Figura 8.** Probabilidad de precipitación de Ubaté

Fuente: [18].

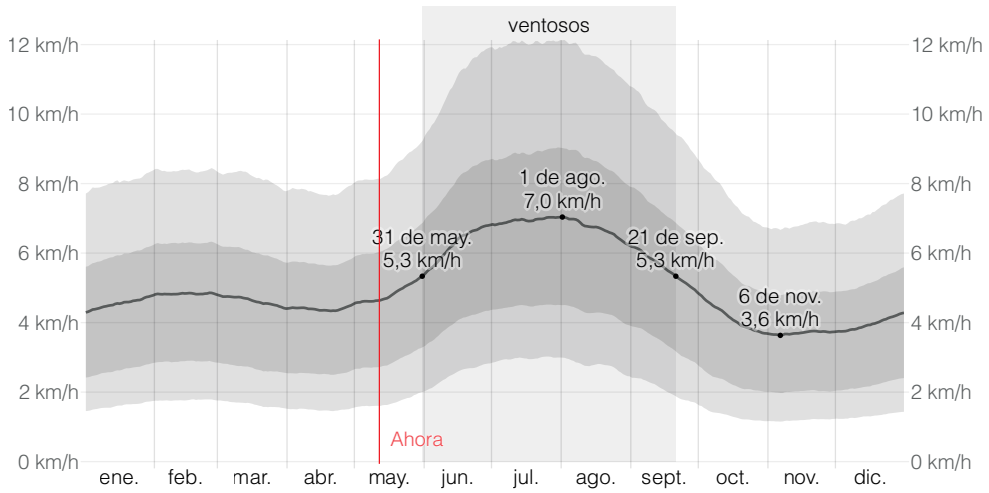
**Promedio mensual de la lluvia en Ubaté:** el mes con más lluvia en Ubaté es octubre, mientras que el mes con menos lluvia en Ubaté es enero.



**Figura 9.** Promedio mensual de la lluvia en Ubaté

Fuente: [18].

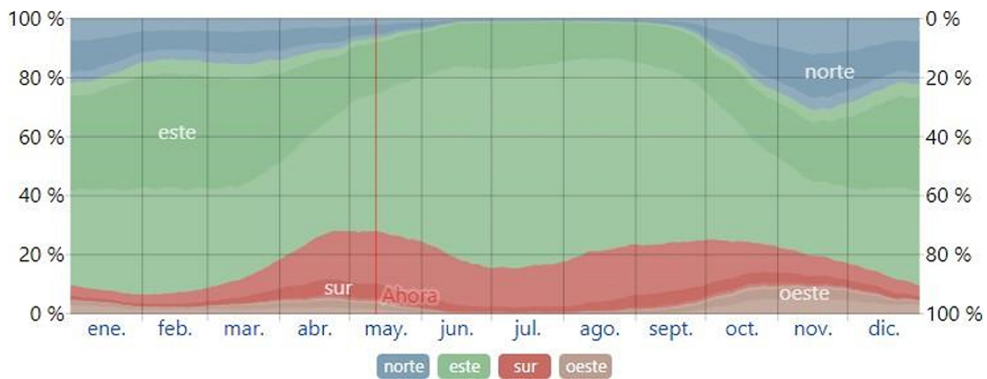
**Velocidad promedio del viento:** de las épocas estacionales del transcurso del año dependen las variaciones de la velocidad. El periodo con más viento va de mayo con vientos de 5,3k/h. Mientras que el mes con menos vientos es noviembre, con vientos con velocidades de 3,7 kilómetros por hora.



**Figura 10.** Velocidad promedio del viento en Ubaté

Fuente: [18].

**Dirección de viento:** la dirección del viento llega de los puntos cardinales.



**Figura 11.** Dirección del viento

Fuente: [18].

Se realizó la investigación y el análisis sobre las distintas tecnologías de cámaras que podrían ser adaptadas a un dron con el fin de obtener las imágenes durante la gestión de riesgo para su procesamiento.



Tabla 2. Cámaras

	<b>Espectro de luz visible</b>	<b>Infrarrojo cercano (NIR)</b>	<b>Escáner laser</b>	<b>Térmicas “TIR”</b>
Descripción	Crean imágenes del objeto mediante un conjunto amplio de longitudes de onda al mismo tiempo. Es una combinación compacta de un espectrógrafo y un inspector de cámara matricial.	Gama de cámaras termográficas, multiespectrales e hiperespectrales centradas en la banda espectral de 0,7 a 1,7 micras.	Llamado “Lidar”. Permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado	Una cámara térmica o infrarroja permite ver la irradiación de una persona animal u objeto. Esto ya que todos los objetos emiten cierta cantidad de radiación en función de su temperatura.
Características	Facilita una mayor resolución espacial y espectral, lo cual, permite seleccionar las longitudes de onda por <i>software</i> . También dispone de una cobertura espectral amplia, que va desde el ultravioleta al infrarrojo, incluyendo naturalmente el espectro visible.	Sensibilidad espectral del ojo se extiende aproximadamente desde 350 hasta 750 nm. A partir de esos 750 nm comienza el espectro infrarrojo, completamente invisible al ojo humano.	Utiliza luz ultravioleta, visible o infrarroja, con el fin de crear imágenes. Puede tomar distintas gamas de materiales.	Operan, con longitudes de onda en la zona del infrarrojo térmico, que se considera entre 3 $\mu\text{m}$ y 14 $\mu\text{m}$ .
¿En qué campo se pueden aplicar?	Industria cerámica Diagnósticos médicos Agricultura Técnicas de color Geología Medio ambiente	Imágenes a través de reflectografía Bioquímica Farmacología Espectroscopía Termografía de alta temperatura (> 700 °C) Detección de agua y humedad Detección de láser (telecomunicaciones)	Geodesia Arqueología Geografía Geología Geomorfología Sismología Silvicultura Mapeo de franja láser en el aire (ALSM) Altimetría láser Escaneos tridimensionales	Monitoreo de puntos calientes en estaciones eléctricas Detección temprana de incendios.
Referencias	[19], [20], [21]	[22]	[23]	[24-25]

## 4. Discusión y conclusiones

A partir de la investigación realizada, se identificaron posibles riesgos presentados por el factor climático en la zona de Ubaté, se lograron establecer las épocas del año para cada temporada climática, y, a partir de esta información, se marcó un punto de partida para la interacción en el manejo de riesgos con entidades como Bomberos, profundizando en el manejo de riesgos y accidentes.

Según la norma colombiana para el manejo de drones, está permitido implementar en el desarrollo del proyecto los drones de clase B, por lo cual se proyecta el diseño, construcción y adecuación de drones de este tipo para el desarrollo del proyecto y cumplir así con el objetivo inicial.

## Referencias

- [1] F. Bracero, “La geolocalización se implanta en todos los ámbitos”, *La Vanguardia*, 2011. [En línea]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/internet/20110311/54124889951/la-geolocalizacion-se-implanta-en-todos-los-ambitos.html> [Último acceso: 11 octubre 2022]
- [2] R. R. Arenas-Romero, S. Vidales-Claros, E. E. Millán-Rojas, “Metodología para la actualización de áreas de riesgo de inundaciones en el municipio de Florencia (Caquetá) mediante sobrevuelos de aeronaves pilotadas a distancia”, *Ingeniería Solidaria*, vol. 14, n.º 26, pp. 1-14, 2018. doi: <https://doi.org/10.16925/in.v14i26.2454>
- [3] R. Sánchez Verdú y R. Sebastián Alcaraz (2014, May). Realidad aumentada. Recurso para el aprendizaje de la geografía: Geoalcoi. En *XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*, Alicante, 2014, pp. 676-683. [En línea]. Disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/46773> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [4] E. J. Montes Galbán, Ideas sobre tecnociencia y experimentación digital en geografía. *Revista Vientos del Norte*, vol. 2, n.º.5, pp. 7-17, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20VIENTOS%202017/PDF/N5%20Vol%20II/1-Ideas%20sobre%20tecnociencia.pdf> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [5] “Principio de Bernoulli - Enunciado y Ejemplos”. *Experimentos Científicos*. [En línea]. Disponible en: <https://www.experimentoscientificos.es/principio-de-bernoulli/> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [6] T. F. Roque, “Engineering Research”, tesis de doctorado, Instituto Politécnico Nacional. 2022.
- [7] “Lección 1.5 RAC 91 Apéndice 13”, *Yumpu*. [En línea]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/65289295/leccion-15-rac-91-apendice-13>. [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [8] Ubaté, Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres. “Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres - Municipio Villa de San Diego de Ubaté Cundinamarca”. Repositorio - Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. [En línea]. Disponible en: <https://>

repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/32878 [Último acceso: 11 octubre 2022].

- [9] E. Amaya, “Metodologías de Trabajo”. ISF-Colombia. [En línea]. Disponible en: <https://isf-colombia.uniandes.edu.co/eventos/metodologias-de-trabajo> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [10] Noticias ucn al día, “Rediseñan las carreras de Ingeniería en base al modelo CDIO *Noticias ucn al día – Universidad Católica del Norte*. [En línea]. Disponible en: <https://www.noticias.ucn.cl/destacado/redisenan-las-carreras-de-ingenieria-en-base-al-modelo-cdio/> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [11] Gobierno de Colombia, “Estructura del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres”. *Gestión del Riesgo*. [En línea]. Disponible en: <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Estructura.aspx>
- [12] Universidad de los Andes, “Metodologías de trabajo”, [En línea]. Disponible en: <https://isf-colombia.uniandes.edu.co/index.php/eventos/metodologias-de-trabajo>
- [13] Unidad nacional para la gestión del riesgo de desastres “sistema nacional de gestión del riesgo de desastres” <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Estructura.aspx>
- [14] Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres “Información sobre la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres” [En línea]. Disponible en: <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [15] J. L. Fernández, “La cámara fotográfica”, *Fiscalab*. 2022, de [En línea]. Disponible en: <https://www.fiscalab.com/apartado/camara-fotos> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [16] DJI, “DJI Mini2” [En línea]. Disponible en: <https://www.dji.com/mini-2> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [17] Weatherspark, “El clima en Ubaté, el tiempo por mes, temperatura promedio (Colombia) - Weather Spark”. *El tiempo durante todo el año en cualquier lugar del mundo - Weather Spark*. [En línea]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/24309/Clima-promedio-en-Ubaté-Colombia-durante-todo-el-año> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [18] Weatherspark, “Temperatura promedio máxima y mínima en Ubaté” [En línea]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/24309/Clima-promedio-en-Ubat%C3%A9-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o> [Último acceso: ].

- [19] “Sistemas de imagen para el Infrarrojo Cercano (NIR) para diversas aplicaciones”. *Álava Ingenieros*, [En línea]. Disponible en: <https://www.grupoalava.com/ingenieros/actualidad/sistemas-de-imagen-para-el-infrarrojo-cercano-nir-para-diversas-aplicaciones/> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [20] W. F. Moreno, H. I. Tangarife, y A. Escobar Díaz, “Aplicaciones de análisis de imágenes en agricultura de precisión”, *Vis. Electron.*, vol. 11, n.º 2, pp. 200-210, 2017.
- [21] S. A. Vaca, E. Serrano Vivas, y J. E. Rangel Díaz, “Ingeniería inversa para dispositivos electrónicos: estado de temperatura y humedad del suelo”, *Vis. Electron.*, vol. 13, n.º 1, pp. 123-134, 2019. [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [22] C. H. Cristancho Toloza. “Análisis de imágenes aéreas como apoyo para el seguimiento de cultivos de pasto para consumo bovino”, tesis de pregrado, Universidad de La Salle. [En línea]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_automatizacion/783](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/783) [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [23] Grekkom Technologies, “Qué es y cómo funciona una cámara térmica”. *Grekkom*. <https://grekkom.com/que-es-y-como-funciona-una-camara-termica/> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [24] A. Quesada-Román y S. Feoli-Boraschi, “Comparación de la metodología Mora-Vahrson y el método morfométrico para determinar áreas susceptibles a deslizamientos en la microcuenca del río Macho, Costa Rica”, *Revista Geográfica de América Central*, vol. 2 n.º 61, pp. 17-45, 2018. doi: <https://doi.org/10.15359/rgac.61-2.1>
- [25] J. Zambrano Nájera, V. Delgado, y J. J. Vélez Upegui, “Short-term temperature variability in a tropical Andean city Manizales, Colombia”, *Rev. Vínculos*, vol. 17, n.º 2, pp. 129-139, 2020.
- [26] DJI Enterprise. “Recomendaciones para uso de drones comerciales en invierno”, *DJI – Insights Blog*. [En línea]. Disponible en: <https://enterprise-insights.dji.com/es/blog/recomendaciones-drones-en-invierno> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [27] Paraíso Drones, “Se puede volar un dron con lluvia? [Tus dudas resueltas] – Paraíso Drones”. *Paraíso Drones*. [En línea]. Disponible en: <https://paraisodrones.com/volar-dron-lluvia/> [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [28] Infaimón, “Cámaras de prisma multispectrales JA1 Fusion”. *Infaimón*. [En línea]. Disponible en: <https://infaimon.com/camaras/camaras-espectrales/jai/> [Último acceso: 11 octubre 2022].