

RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN -RAI-

PLAN PARA LA DIRECCION DEL PROYECTO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN OPORTUNA CONTRA INCENDIOS FORESTALES MEDIANTE REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES (WSN) Y SISTEMAS DE VUELO ESPECIALIZADOS (UAV) CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC*

*MORENO, Diego; SANABRIA, Germán; VALERO, Manuel**

PALABRAS CLAVE

Incendio Forestal systems, 1, p. 181-207, illus., maps, Sistemas de información SC.2002/WS/9, IOC/INF/1168. Tecnología de la información 31 C/INF.17.

DESCRIPCIÓN

La accidentalidad basada en conflagraciones en los bosques es una problemática, marcando un cambio climático severo para nuestro medio y un impacto económico y ambiental para el lugar en donde se presente, dicho esto la necesidad radica en prever y prevenir oportunamente incendios y a su vez concientizar a la sociedad de la problemática, se creara y establecerá un sistema de detección oportuna contra incendios forestales mediante redes inalámbricas de sensores y sistemas especializados de vuelo en los cerros orientales de Bogotá.

FUENTES

Se reforzaron las investigaciones anteriormente realizadas en el desarrollo previo al proyecto con un actual de 36 referencias bibliográficas distribuidas así: Teorías de organización y gestión de proyectos 8, 15 artículos web; sobre bosques, biodiversidad y servicios ecosistematicos, 7 Libros referentes Evaluación y sistematización de proyectos sociales, 6 Reportajes Estadísticos de consulta IDEAM, BANCREP.

CONTENIDO

En la prevención y gestión del riesgo en incendios forestales implica varias acciones, que se pueden distinguir en tres etapas el antes, el durante y el después; el antes implica todo lo relacionado con la PREVENCIÓN, implica el conocimiento y la reducción del riesgo; él durante lo que tiene que ver con el control y la extinción de los incendios forestales cuando

estos se presentan y el después es la fase de restaurar o recuperar el ecosistema afectado (Ambiente M. , 2009). Actualmente en Colombia No existe un cálculo consolidado que indique con exactitud el número de hectáreas que han sido arrasadas por el fuego en los 498 incendios que se han registrado en Colombia en lo corrido de 2019 (Ambiente M. , 2009). Teniendo en cuenta estas generalidades, y el impacto que genera esta problemática, se diseñó un sistema de detección oportuna contra incendios forestales mediante redes inalámbrica de sensores (WSN) y sistemas UAV especializados en donde se busca lograr que los nodos de red mediante sus sensores y sistemas de comunicación detecten y reporten la posible conflagración una base central en donde un sistema UAV acondicionado para estos eventos, realizara su respectiva revisión y posterior reporte a autoridades ambientales. Ley 1575 del 2012. Teniendo en cuenta que El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones está comprometido en mejorar y proteger el medio ambiente según lo establecido en la política de Responsabilidad frente al Medio Ambiente, adoptada mediante la resolución 0000548 del 21 de marzo de 2017 Código de Buen Gobierno mediante la cual: (Comunicaciones, 2017)

El MINTIC se compromete a respetar los procesos naturales, protegiendo la diversidad de fauna y flora y el medio ambiente en general. Se establece responsabilidades concretas por malas prácticas ecológicas que solo busquen el lucro económico por medio del medio ambiente. Con dicho fin, el Ministerio a través de la materialidad de las relaciones con el medio ambiente del modelo de responsabilidad social institucional se compromete a establecer lineamientos en esta materia que comprendan mecanismo de educación y promoción, uso de tecnologías limpias, manejo de desechos y uso de recursos

renovables por medio de la realización de un programa institucional de gestión ambiental. (Comunicaciones, 2017). Es así como el resultado del desarrollo de este proyecto es lograr dentro de la investigación una profundización y corroboración del conocimiento ya existente, promover a través de la tecnología, un dispositivo de alta sensibilidad al ambiente que pueda detectar de forma oportuna un incendio forestal reduciendo el impacto ecológico y económico. Es así como evidenciando la problemática ambiental y dando un buen uso de la 3ra revolución industrial y a través de la implementación de nuevas tecnologías de medición y comunicación, es posible diseñar un sistema de detección oportuna contra incendios forestales.

METODOLOGÍA

La metodología empleada es de tipo investigativa, ya que por medio de ella se logró identificar los factores importantes dentro de la relación de incendios forestales, comportamientos naturales y detección oportuna de eventos ambientales mediante tecnologías colaborativas, La metodología está compuesta por una serie de etapas, cada una de las cuales entrega información específica sobre diferentes ámbitos del proyecto. Estas etapas durante su desarrollo irán entregando información relevante sobre la viabilidad del proyecto, y en su última etapa le permitirá, definir la viabilidad del proyecto evaluado para el desarrollo del presente trabajo, una vez seleccionada la metodología es conveniente identificar las etapas que la componen, las cuales serán la guía del mismo, se realizan los siguientes estudios considerados dentro de la metodología ONUDI:

- **Estudio del Entorno:** En esta etapa se analiza el entorno general del proyecto. Durante este estudio se tendrán en cuenta principalmente aspectos sociales, culturales y económicos.
- **Estudio de Mercado:** En esta etapa se estudia la viabilidad comercial del producto que se vaya a ofrecer y los canales que se vayan a utilizar.
- **Estudio Técnico:** Durante esta etapa se tienen en cuenta todos los aspectos relacionados con la operatividad del proyecto. En esta etapa se plantean tres preguntas que permiten darle

solución al estudio: cómo, cuándo y dónde se llevará a cabo el proyecto.

- **Estudio Organizacional:** En esta etapa se define tanto la estructura necesaria para llevar a cabo el proyecto como las personas clave y el número de empleados que se requieran.
- **Estudios Fiscales y Legales:** En esta etapa se estudian las normas y requisitos legales necesarios para la operación del proyecto.
- **Plan de Implementación y Presupuesto:** en esta etapa se define el cronograma, se asignan las tareas y se define el presupuesto necesario para llevar a cabo cada una de las etapas del proyecto.
- **Análisis y Evaluación Financiera:** en esta etapa se desarrolla la proyección financiera del proyecto. Es la que permitirá saber si el proyecto genera o no beneficios económicos para el emprendedor.

CONCLUSIONES

El documento le permitirá analizar de forma detallada y verificar si es viable en todas sus etapas correspondientes y mediante la metodología definida podremos dar inicio a los pasos para el desarrollo y puesta en operación. Con el objetivo de conocer el impacto sobre el medio ambiente a tratar y monitorear, y es así como se planea con estos resultados después de ello ejecutar una investigación de mercado que se sustentará en la evaluación del sistema financiero, variables sociales y económicas las cuales buscarán fortalecer su desarrollo, durabilidad y crecimiento en el tiempo.

ANEXOS

La investigación incluye 1 anexos: el documento plan para la dirección del proyecto de un sistema de detección oportuna contra incendios forestales mediante redes inalámbricas de sensores (wsn) y sistemas uav especializados.

SISTEMA DE DETECCIÓN OPORTUNO CONTRA INCENDIOS FORESTALES
MEDIANTE REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES Y SISTEMAS DE VUELO
ESPECIALIZADOS

AUTORES

MORENO DIEGO
SANABRIA GERMÁN
VALERO HARWIN

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC
ESCUELA DE INGENÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ, D.C., DICIEMBRE DE 2019

SISTEMA DE DETECCIÓN OPORTUNO CONTRA INCENDIOS FORESTALES
MEDIANTE REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES Y SISTEMAS DE VUELO
ESPECIALIZADOS

DIRECTOR
ING. SUAREZ BARÓN MARCO JAVIER

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC
ESCUELA DE INGENÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
2019

Agradecemos ante todo el proceso de formación y constante apoyo entregado por cada uno de nuestros familiares y seres queridos.

Gracias profundas a nuestros padres, a Unitec y sus docentes en este proceso de formación.

Gracias a Dios por su infinita sabiduría y a mis compañeros de trabajo dado que ellos han sido la clave real en todo el proceso.

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	14
OBJETIVOS DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN	15
OBJETIVO GLOBAL	15
OBJETIVOS DEFINIDOS	15
ARGUMENTOS	16
MARCO REFERENCIAL	17
ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	17
MARCO TEÓRICO	18
GENERALIDADES	24
ESTUDIO DE MERCADO	25
LA ORGANIZACIÓN	28
MARCO LEGAL	28

EVALUACIÓN DE PROYECTOS	32
EVALUACIÓN CICLO DE VIDA DE PROYECTOS	32
EVALUACIÓN FINANCIERA	33
EVALUACIÓN ECONÓMICA	33
PÉRDIDAS EN BENEFICIOS AMBIENTALES.	34
EVALUACIÓN SOCIAL	35
EVALUACIÓN AMBIENTAL	36
EVALUACIÓN DEL RIESGO	38
EVALUACIÓN SOCIAL	38
MARCO CONCEPTUAL	39
HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN (HI)	41
HIPÓTESIS NULA (HO)	41
HIPÓTESIS ALTERNATIVA (HA)	41
MARCO METODOLÓGICO	43
TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	43
TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	44
PRODUCTO ESPERADO AL FINAL DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	45
BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Alertas por Amenazas de Incendios de la Cobertura Vegetal, por IDEAM, 2017, Pagina web IDEAM, Copyright 2017	14
Figura 2: Total de Incendios Forestales por Departamentos muestreo tomado para los años 2002-2006, Por IDEAM, 2006, Pagina web IDEAM, Copyright 2016 IDEAM	18
Figura 3: Diagrama de afectación, muestra el ciclo de daños que pueden presentarse dentro de una conflagración, por IDEAM, 2017, Pagina web IDEAM, Copyright 2017....	37
Figura 4: Caracterización General del Escenario de Riesgo por Incendio Forestal Incendios Forestales 2010 a 2018, IDIGER, 2019	45

RESUMEN EJECUTIVO

La accidentalidad basada en conflagraciones en los bosques es una problemática, marcando un cambio climático severo para nuestro ambiente. Por ello y, a través del presente documento se establecerán los estándares profesionales, conduciendo una investigación y previendo un acceso a un acervo vasto de información y recursos en donde se podrá encontrar una solución viable y puntual a la problemática.

Al plantear y proponer la administración, gestión y creación de un sistema-prototipo encargado de la detección oportuna de incendios forestales a través de redes inalámbricas de sensores (WSN) y sistemas UAV especializados, los cuales serán ubicados estratégicamente en las zonas con mayor susceptibilidad a presentar conflagraciones y a través de esta red tener un control y monitoreo de las condiciones ambientales y sociales que podrían llegar a generar un posible incendio.

Dicho esto, el proyecto se basará en crear y establecer un sistema de detección oportuna contra incendios forestales mediante redes inalámbricas de sensores y sistemas especializados de vuelo en los cerros orientales de Bogotá y gracias a este crear un modelo de administración y gestión ambiental en donde la propuesta y la efectividad serán un atractivo para los inversores.

Nuestra fuente de ingresos se basará en demostrar y minimizar la tendencia y número de incendios que se pueden presentar por las múltiples razones conocidas (social, ambiental, accidentalidad, etc), es acá en donde crearemos las primeras posiciones de valor para la oferta de un sistema con impecable reputación.

Se tiene proyectado para el primer año en la parte comercial la venta del primer sistema HORUS completo, comprendido por 40 sensores de conflagración y un software de monitoreo y reacción inmediata que será el engranaje principal para la atención inmediata de cualquier eventualidad en el perímetro monitoreado, en paralelo con los 15 drones de apoyo para la atención del evento.

El equipo involucrado en el desarrollo de este sistema se encuentra dispuesto a invertir en reuniones estratégicas con socios de negocio, inversionistas y equipos de trabajo del distrito involucrados con la protección de nuestros bosques y/o reservas forestales.

Los impulsores de este proyecto son Harwin Manuel Valero. Ingeniero en Telecomunicaciones, Diego Alejandro Moreno Ingeniero en Telecomunicaciones y German Andrés Sanabria Lara. Ingeniero en Telecomunicaciones, todos cuentan con un diplomado en Gerencia de Proyectos alineado con el PMI y con experiencia laboral en el área de las telecomunicaciones por más de 10 años.

ABSTRACT

Accident based on forest conflagrations is a problem, marking a severe climate change for our environment. Therefore, and through this document, professional standards will be established, conducting an investigation and providing access to a vast collection of information and resources where a viable and timely solution to the problem can be found.

By proposing and proposing the administration, management and creation of a prototype system responsible for the timely detection of forest fires through wireless sensor networks (WSN) and specialized UAV systems, which will be strategically located in areas with greater susceptibility to present conflagrations and through this network have control and monitoring of the environmental and social conditions that could lead to a possible fire.

That said, the project will be based on creating and establishing a system of timely detection against forest fires through wireless sensor networks and specialized flight systems in the eastern hills of Bogotá and thanks to this create a model of environmental management and administration where the proposal and effectiveness will be an attraction for investors.

Our source of income will be based on demonstrating and minimizing the tendency and number of fires that can occur for the many known reasons (social, environmental, accident, etc.), it is here that we will create the first positions of value for the offer of a system with impeccable reputation.

The sale of the first complete HORUS system, comprising 40 conflagration sensors and an immediate monitoring and reaction software that will be the main gear for the immediate attention of any eventuality in the monitored perimeter, is projected for the first year. in parallel with the 15 drones of support for the attention of the event.

The team involved in the development of this system is willing to invest in strategic meetings with business partners, investors and district work teams involved with the protection of our forests and / or forest reserves.

The drivers of this project are Harwin Manuel Valero. Telecommunications Engineer, Diego Alejandro Moreno Telecommunications Engineer and German Andrés Sanabria Lara.

Telecommunications Engineer, all have a diploma in Project Management aligned with the PMI and with work experience in the area of telecommunications for more than 10 years.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad miles de hectáreas de bosque son consumidas por las llamas provocadas o accidentales, marcando un cambio climático severo para nuestro ambiente. Por ello y, a través del presente documento, tiene como objetivo aplicar las mejores prácticas direccionamientos activamente involucrado en abogar por la profesión de dirección de proyectos, estableciendo estándares profesionales, conduciendo investigación y previendo acceso a un acervo muy vasto de información y recursos. (Project-Management-Institute, 2013).

Asimismo, el PMI promueve el desarrollo de la profesión ofreciendo la posibilidad de hacer networking, creación de oportunidades de colaboración y de participar como voluntario en proyectos globales para así crear conciencia sobre los efectos negativos de los incendios forestales y, a su vez dar respuesta a esta problemática. (Project-Management-Institute, 2013).

La elevada presión de las actividades humanas y el calentamiento global están incrementando la frecuencia, intensidad y tamaño de estos incendios, con importantes consecuencias tanto para las comunidades naturales como para la sociedad en su conjunto. Es por ello que el avance del conocimiento científico en la ecología del fuego se hace imprescindible en nuestros días, en vistas de generar planes de gestión ambiental adecuados.

Reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres señalan que en lo corrido de este año, es decir, en apenas cinco meses, 25.000 hectáreas de bosque han sido consumidas por las llamas en Colombia.

El análisis de la problemática de los incendios forestales, el manejo del fuego y su incidencia en el medio ambiente en nuestro país ha llevado a establecer estrategias e invertir recursos económicos, materiales y humanos para tratar de reducir al mínimo posible los efectos de los incendios forestales (Semana, 2019).

Con el presente trabajo se analizan los procesos dentro de los grupos de inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control. Se crea una metodología de acuerdo a las

necesidades del proyecto; para conseguirlo se analizaron cada uno de los procesos establecidos en el PMI® y como resultado se presenta la estandarización por medio de formatos y procedimientos que ayudan al proyecto a cumplir con los objetivos específicos de cada uno de sus proyectos.

La necesidad radica en prever y prevenir incendios y concientizar a la sociedad de la problemática, esto debido a que se pretende lograr una correcta estructuración, ejecución y liquidación del proyecto y así lograr un cambio ambiental y social.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Descripción del problema

En lo corrido de 2019 se han registrado casi 500 incendios de cobertura vegetal durante la temporada seca, que han consumido cerca de 100.000 hectáreas. El impacto medioambiental es mayúsculo y su recuperación incalculada. La mayor parte de las conflagraciones son generadas por la mano del hombre (Sostenible S. , 2019).

Sin embargo, se estima que hasta la fecha cerca de 100 mil hectáreas de vegetación nativa han sido consumidas por las llamas en el país. Entre diciembre de 2018 y febrero de 2019 se presentaron 23.900 hectáreas de bosques incinerados, según lo dio a conocer la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo y Desastre, UNGRD, en su momento (Sostenible S. , 2019).

En este momento existen tres tipos de bomberos en Colombia: los aeronáuticos (en aeropuertos), los oficiales (28) y los voluntarios (700). Esto quiere decir que la gran mayoría depende presupuestalmente de los aportes que las alcaldías quieran darles y, por ende, son las administraciones municipales las que deciden si funcionan o no (Sostenible S. , 2019).

La clasificación de la susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales o de la cobertura vegetal, se realizó a partir de la información obtenida del análisis de la condición pirogénica de la vegetación colombiana; excluyendo las coberturas clasificadas como no combustibles y las áreas urbanas las cuales tienen una extensión aproximada de 22.472 Km² (1,97% de la superficie del país), las áreas con susceptibilidad baja son las de mayor extensión ocupando un área de 668.938 km² (58,99%), seguidas por las de susceptibilidad alta con 210.494 km² (18,44%). Mapa de Susceptibilidad de los Ecosistemas Colombianos a los incendios a escala 1:500.000 (SIAC, 2019).

A continuación, se detalla en la figura 1 las alertas por amenazas de incendios de la cobertura vegetal suministrada por el IDEAM en donde se identifican las zonas con mayor susceptibilidad a incendios y con qué impacto se presenta según sus geografías y características.



Figura 1: Alertas por Amenazas de Incendios de la Cobertura Vegetal, por IDEAM, 2017, Autor IDEAM, Copyright 2017

Preguntas de investigación

- ¿Con que recursos contamos para prevenir un incendio forestal y, con qué factores de seguridad contamos para mitigarlos?
- ¿Los efectos socioeconómicos generados por incendios se pueden minimizar a través del manejo de estrategias y/o habilidades?
- ¿Cuál es la afectación y en qué medida los incendios forestales impactan la biodiversidad de los ecosistemas y medio ambiente?
- ¿Directa o indirectamente de qué manera afecta la pérdida de los recursos naturales en el modelo económico y sociocultural de una región afectada?

OBJETIVOS DEL PLAN PARA LA DIRECCIÓN

Objetivo global

El resultado del desarrollo del siguiente proyecto es entregar un plan de para la dirección de un proyecto tecnológico ambiental, mediante el cual se crea la propuesta del diseño de un sistema de detección oportuna contra incendios forestales a través de redes inalámbrica de sensores (WSN) y sistemas UAV especializados. Las metodologías, métodos, herramientas y técnicas asociadas para la creación y gestión del proyecto fueron usados con el propósito de sustentar la propuesta de un modelo que represente, en un solo marco conceptual y práctico, los pasos a seguir para alcanzar una adecuada gestión del proyecto.

Esto con el objetivo de fundamentar, a partir de los estudios e investigaciones, hacer tangible un sistema innovador con los lineamientos legales y regulatorios, con las características, soportes y relaciones que estos pueden tener con otras tecnologías o áreas de administración y procesos tenidos en cuenta y estudiados en su detalle para incluir dentro del proyecto HORUS.

Objetivos definidos

- i. A partir de los resultados obtenidos en los estudios e investigación se crean dentro de esta nueva etapa los modelos y prototipos que se encargaran de conformar el prototipo del sistema de detección oportuna contra incendios forestales.
- ii. El diseño de un sistema que permita detectar y alertar de manera fácil y oportuna una conflagración en áreas boscosas monitoreadas por el dispositivo Horus.
- iii. Aplicar los conocimientos y tecnologías en la elaboración de un algoritmo de monitoreo enlazado por medio de comunicación inalámbrica con los dispositivos previamente ubicados estratégicamente en zonas boscosas.

ARGUMENTOS

Por parte de universidades, centros de investigación, empresas y lógicamente las propias Administraciones Públicas se venga prestando una gran atención a la aplicación de nuevas tecnologías que optimicen la utilización de tales medios, ayuden a la toma de decisiones por parte de los responsables de la lucha contra el fuego, mejoren las tareas de prevención o permitan evaluar las consecuencias de los incendios sobre las áreas quemadas y su más adecuada restauración (Tecnologías, 2018).

Tradicionalmente, las métricas de tiempo, costo, alcance y calidad del proyecto han sido los factores más importantes para definir el éxito de este. Más recientemente, profesionales y académicos han determinado que el éxito del proyecto también debe medirse en consecuencia de los logros y objetivos del proyecto. Los interesados del proyecto pueden tener opiniones diferentes sobre cómo sería la conclusión exitosa de un proyecto y cuáles son los factores más importantes. Resulta crítico documentar claramente los objetivos del proyecto y seleccionar objetivos que sean medibles.

La propuesta de este diseño toma en cuenta las experiencias profesionales y la investigación realizada de acuerdo a los avances tecnológicos disponibles en la actualidad.

MARCO REFERENCIAL

Antecedentes de investigación

La dirección de proyectos se llevan a cabo en un entorno amplio; esto contribuye a asegurar que el trabajo se lleva a cabo de acuerdo con los objetivos de la organización y se gestiona de conformidad con las prácticas establecidas en la organización. Esto describe la influencia de la organización y cómo afecta a los métodos utilizados para la asignación de personal, la dirección y la ejecución del proyecto analizando la influencia de los interesados del proyecto y su gobernabilidad, la estructura del equipo del proyecto y la participación de los miembros en él, así como los diferentes enfoques para la división en fases y la relación entre actividades dentro del ciclo de vida del proyecto. (Edición, 2013).

Según la (FAO 2011), el área total de bosques en el mundo al año 2010, asciende a algo más de 4000 mil millones de hectáreas, que corresponden al 31 % total de la tierra y a la mayoría de las pérdidas se tienen en países tropicales (Sostenible, 2011).

Colombia según el IDEAM (2010), tiene una superficie de bosques de 61.246.659 hectáreas, distintos son los motores de pérdidas de estos entre los cuales aportan los incendios forestales que cada año afectan un promedio de 42.000 hectáreas (Sostenible, 2011).

La afectación a la biodiversidad es de gran magnitud y con la presencia del fenómeno del Niño se hace la situación más grave, se tiene recordación en Colombia de los incendios ocurridos en con la presencia de este fenómeno, los años 1972, 1973, 1991-1992, 1997; 1998, 2007 y 2009-2010 (Sostenible, 2011).

La Estrategia de Corresponsabilidad Social en la lucha contra los incendios forestales que se plantea en este documento es de carácter preventivo, involucra a todos los actores e incluye las comunidades rurales. Su objetivo es el de activar la participación de todos los actores, para evitar la presencia recurrente de los incendios forestales (Sostenible, 2011).

Se relacionan a continuación la gráfica DGR IDEAM la cual representa el número de incendios presentados por departamentos entre el año 2002 y 2006.



Figura 2: Total de Incendios Forestales por Departamentos muestreo tomado para los años 2002-2006, Autor IDEAM, 2006, Pagina web IDEAM, Copyright 2016 IDEAM

Marco Teórico

Antecedentes de referencia a la importancia de crear el sistema de detección

La historia de la humanidad es la historia de los bosques y su uso. Desde la época prehistórica, los árboles han sido la principal fuente de combustible y material de construcción de las sociedades humanas. Sin embargo, son pocas las sociedades que han logrado manejar sus bosques de forma sostenible. La historia de la civilización, además de ser la historia del uso de los bosques para mejorar la calidad de la vida humana, es la historia de la deforestación (Sostenible, 2011).

Los bosques, son importantes para preservar la vida en el planeta, con sus funciones principales como son la de albergar la mayor biodiversidad y las que ejerce en las múltiples regulaciones, en especial la climática, se hace necesario informar sobre los impactos que generan los incendios forestales y la necesidad de priorizar las acciones que conduzcan a evitar la presencia de estos eventos (Sostenible, 2011).

Oportunidad sobre la prevención

La gestión del riesgo en incendios forestales implica varias acciones, que se pueden distinguir en tres etapas el antes, el durante y el después; el antes implica todo lo relacionado con la PREVENCIÓN, implica el conocimiento y la reducción del riesgo; él durante lo que tiene que ver con el control y la extinción de los incendios forestales cuando estos se presentan y el después es la fase de restaurar o recuperar el ecosistema afectado (Sostenible, 2011).

Sostenible, en esta tarea, para la cual formuló la "Estrategia de Corresponsabilidad Social en la lucha contra los Incendios Forestales", que debe ser eje de trabajo regional y local, para involucrar a todos los actores en la cultura de la PREVENCIÓN, en la que la comunidad (juntas de acción comunal, trabajadores rurales, comunidad educativa entre otras), juega un papel importante y en especial los ubicados en las áreas rurales, en la que se plantea conformar la Red de Vigías Rurales-RVR, (ver figura N°1), que simplemente es la de una comunidad vigilante ante la presencia de humo y atenta a comunicar oportunamente a la alcaldía, como entidad responsable en primera instancia, para generar acciones de control y extinción cuando se presenta un incendio forestal (Sostenible, 2011).

Actualidad en Colombia

No existe un cálculo consolidado que indique con exactitud el número de hectáreas que han sido arrasadas por el fuego en los 498 incendios que se han registrado en Colombia en lo corrido de 2019 (Sostenible, 2011).

Sin embargo, se estima que hasta la fecha cerca de 100 mil hectáreas de vegetación nativa han sido consumidas por las llamas en el país. Entre diciembre de 2018 y febrero de 2019 se presentaron 23.900 hectáreas de bosques incinerados, según lo dio a conocer la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo y Desastre, UNGRD, en su momento (Sostenible, 2011).

Solo este año, el incendio que se registró hace unos días entre las veredas Caimital y El Tambor, en el municipio de Honda, Tolima, consumió 2.500 hectáreas de vegetación,

aproximadamente. En ese departamento, además, las conflagraciones han arrasado alrededor de 10.000 hectáreas entre el 15 de junio y el 29 de agosto, según informó el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM (Sostenible, 2011).

Propuesta e investigación

Teniendo en cuenta estas generalidades, y el impacto que genera esta problemática, se diseñó un sistema de detección oportuna contra incendios forestales mediante redes inalámbrica de sensores (WSN) y sistemas UAV especializados en donde se busca lograr que los nodos de red mediante sus sensores y sistemas de comunicación detecten y reporten la posible conflagración una base central en donde un sistema UAV acondicionado para estos eventos, realizara su respectiva revisión y posterior reporte a autoridades ambientales. Ley 1575 del 2012.

Redes de sensores inalámbricos

Una red de sensores inalámbricos (WSN) es un sistema que se basa en dispositivos autónomos usando sensores distribuidos espacialmente para monitorear cooperativamente en condiciones físicas o ambientales, tales como temperatura, humedad relativa, radiación solar, etc. Las tecnologías inalámbricas, especialmente los sensores inalámbricos y las redes de sensores, los cuales integran diferentes tecnologías como: MEMs, comunicaciones inalámbricas, sistemas embebidos y administración de la información distribuida, han estado en continuo y rápido desarrollo. La transmisión inalámbrica puede reducir y simplificar el cableado, ubicar el sensor en sitios remotos y peligrosos, su instalación es fácil, de tamaño considerablemente pequeño, bajo consumo de potencia, integración a bajo costo y movilidad. Actualmente, las WSN son usadas en varias áreas de aplicación industrial, incluyendo monitoreo de procesos y control, salud, ambiente y hábitat, aplicaciones de control, domótica, control de tráfico (Urbano-Molano, 2013).

IEEE 802.15.4

Es un estándar que define la capa física (PHY) y el control de acceso al medio (MAC) para redes inalámbrica-cas de área personal (WPAN) con bajas tasas de transmisión de datos. Hace énfasis en el bajo costo de la comunicación con los nodos cercanos y sin infraestructura o con muy poca, para favorecer aún más el bajo consumo (Urbano-Molano, 2013).

Observar a continuación tabla de comparación de características de tecnologías inalámbricas (C. Buratti, 2009).

Las características básicas de ZigBee son:

- Menor potencia y menor coste que otras WPAN (como Bluetooth).
- Potencia Tx 1mW(hasta 10mW en CE, hasta 100 mW en EEUU)
- Los nodos están gran parte del tiempo “dormidos” (Larga duración: 2 años).
- Rango alcance: 10-100 m, hasta 400 m con 10 mW).
- Bit-rate entre los 20kB/s y 250kB/s.
- Se permiten hasta un total de 65534 nodos/red.
- 3 bandas de comunicación: 868MHz, 915MHz, 2.4GHz

Topologías de red

La topología se refiere a la manera como son distribuidos los componentes hardware de la WSN y a la manera como los datos son transmitidos por la red. Para nuestro caso utilizaremos un modelo esquemático basado en clústeres (Urbano-Molano, 2013).

El estándar IEEE802.15.4 define dos tipos de dispositivos: el *Full Function Device* (FFD) y el *Reduced Function Device* (RFD). El FFD contiene el conjunto completo de los servicios MAC y puede operar como coordinador PAN (Personal Área Network) o como un simple dispositivo de red. El RFD contiene un conjunto reducido de servicios MAC y puede operar únicamente como un dispositivo de red (Academia, 2015) (Urbano-Molano, 2013).

Hay dos topologías permitidas, aunque el estándar no define un nivel de red, ya que las funcionalidades de las capas superiores están por fuera del estándar, las redes en estrella se forman alrededor de un FFD que actúa como coordinador, quienes el único permitido para formar enlaces con más de un dispositivo. Las redes punto a punto, donde cada dispositivo está habilitado para formar múltiples enlaces directos a otros, y su extensión está limitada únicamente por la distancia existente entre cada par de ellos (Urbano-Molano, 2013).

Diseño de la red de sensores inalámbricos

Los micro-sensores son una solución para detectar oportunamente una conflagración en una zona forestal, para este caso se han acoplado a un sistema mediante una red Inalámbrica de Sensores (WSN). En donde la detección oportuna permitirá desplegar sistemas UAV para su revisión y reporte a entidades ambientales con el fin de contrarrestar el posible incendio. El sistema de sensores debe utilizar la mínima cantidad de energía posible mientras opera sobre un amplio rango de escenarios. El consumo de energía debe tener gran escalabilidad en todos los niveles del sistema, incluyendo el procesamiento de señales, el sistema operativo, los protocolos de red, y los mismos circuitos integrados (Urbano-Molano, 2013).

Arquitectura de la red WSN propuesta

La arquitectura de la red está basada en varios nodos dependiendo de la zona geográfica a monitorear, en donde cada nodo coordinador (o Gateway), que se encarga de recolectar los datos provenientes de cada nodo sensor que a su vez transmitirlos datos vía GPRS a un servidor central. Los nodos sensores, son aquellos que procesan y transmiten al nodo coordinador la información de los sensores. Se propone el uso de una topología malla, debido a que inicialmente la red prototipo tendrá un notable crecimiento de acuerdo a las zonas geográficas su necesidad de tener la mejor cobertura en el sistema de alarmas de detección contra incendios forestales (Academia, 2015) (Urbano-Molano, 2013).

Arquitectura del nodo sensor

El núcleo central del nodo sensor, es un microcontrolador ATMEGA328 en placa Arduino Uno, cuyas entradas son los sensores de temperatura y humedad del suelo, temperatura ambiente (radiómetro) la velocidad y dirección del viento. La adquisición de estas señales incluye un filtro promedio, con el fin de garantizar mejor precisión en las variables entregadas. Adicionalmente, el sistema poseerá un reloj entiendo real y una memoria SDcard. La salida de los datos se hace mediante USART hacia el receptor/transmisor XbeeTM IEEE802.15.4 que actúa como RFD (Urbano-Molano, 2013).

Arquitectura del nodo coordinador

La arquitectura del nodo coordinador es similar a la del nodo sensor, pero con la diferencia que en este van conectados los sensores de la estación base central que tiene adicionalmente un módulo XbeeTM Pro en modo FFD, que se encarga de recibir o captarla información de los nodos sensores y enviar una trama en conjunto con los datos obtenidos, a través de un modem GSM al servidor PC, para procesar y desplegar la información sobre Internet al sistema de monitoreo y zonas de despegue de los sistemas UAV (Urbano-Molano, 2013).

Arquitectura estación base

La estación base constituida por un ordenador dirigido a la zona del incendio, este equipo se encuentra conectado a la WSN a través de un nodo sensor (o Gateway), este a su vez se conecta a uno de los puertos del ordenador, y no realiza tareas de obtención de datos, sino que se limita a reencaminar hacia la estación base la información que recibe del resto de nodos de la WSN. La estación base es la encargada de ejecutar el modelo de predicción del fuego, que se irá reajustando en tiempo real con la información proporcionada por la red de sensores (UNICAN, 2015).

Generalidades

En el sentido más amplio, la tecnología aumenta las posibilidades para cambiar el mundo: cortar, formar o reunir materiales; mover objetos de un lugar a otro; llegar más lejos con las manos, voces y sentidos. El ser humano se sirve de la tecnología para intentar transformar el mundo afán de que se adapte mejor a sus necesidades. Por tanto, anticipar los efectos de la tecnología es tan importante como prever sus potencialidades (Kane, 2010).

El avance tecnológico despierta sentimientos y emociones en las personas y en sus diferentes ámbitos de la vida. Hay quien ve la tecnología como un gran mal que disminuye lentamente nuestra humanidad, mientras que otros lo ven como una manera de ayudar a resolver algunas de nuestras mayores problemáticas. En cualquier caso, el impacto que la tecnología es indiscutible en nuestra sociedad y la nueva generación debe aprender a direccionarla encaminarla a un futuro de soluciones a nuestros más grandes desafíos.

En este orden de ideas y analizando desde la postura ingenieril la problemática ambiental presentada y con el afán de emprender tecnológicamente, debemos aprovechar las cualidades que un ingeniero tiene, tal como la curiosidad, inquietud y valor que le otorga la diferencia. Hay una famosa cita de Mark Twain que ilustra esta idea: "Dentro de veinte años, estarás más decepcionado por las cosas que no hiciste que por las que decidiste hacer. Así que suelta las amarras, empieza a navegar y aprovecha los vientos a tu favor. Explora. Sueña. Descubre (Kane, 2010)"

Son muy pocas las ideas surgidas tras un incendio forestal que han llegado a convertirse en tecnologías de protección. Incluso cuando llegan a ser patentadas, frecuentemente son abandonadas. No obstante, algunas de ellas llegan a dar frutos tangibles. Por ejemplo, un helicóptero de bombardeo con agua actualmente patentada en Australia y otros países, popularmente llamado "Elvis". Fabricado por la empresa estadounidense Erickson Air-Crane Inc., está en la vanguardia de la lucha contra los incendios forestales y los Gobiernos estatales de Australia lo utilizan cada verano en sus actividades de extinción (Sylvie Castonguay, 2009).

El propósito del mencionado proyecto es, sin duda alguna, generar conciencia dentro de la comunidad, cuidar de nuestros recursos naturales y utilizar las tecnologías de la información de una manera que seamos un impacto dentro de nuestra sociedad.

Estudio de mercado

Nuestro proyecto busca encontrar una solución inteligente al planteamiento de una problemática medio ambiental además de conocer su rentabilidad económica y social de manera que asegure resolver una necesidad humana de forma eficiente, segura y rentable.

Bogotá como capital de Colombia se reconocen como centro económico empresarial, en donde se encuentran 248.000 empresas representando el 27% del total de empresas registradas en el país, y con un crecimiento promedio de 55.000 nuevas empresas por año. “En esta ciudad converge el 17% de la población del país y presenta el mayor ingreso per cápita”². Contando con mejores condiciones y oportunidades para el emprendimiento se facilita y se incentiva la creación de empresa (NAFFAH, 2011) .

“Elvis” al rescate

Son muy pocas las ideas surgidas tras un incendio forestal que han llegado a convertirse en tecnologías de protección. Incluso cuando llegan a ser patentadas, frecuentemente son abandonadas. No obstante, algunas de ellas llegan a dar frutos tangibles. Por ejemplo, un helicóptero de bombardeo con agua actualmente patentada en Australia y otros países, popularmente llamado “Elvis”. Fabricado por la empresa estadounidense Erickson Air-Crane Inc., está en la vanguardia de la lucha contra los incendios forestales y los Gobiernos estatales de Australia lo utiliza cada verano en sus actividades de extinción (Hunter, 2009).

Nick Hunter, el abogado especializado en patentes autor de este artículo, es miembro del Grupo sobre P.I. e Incendios Forestales del despacho Griffith Hack, dirigido por Robert Wulff. El Grupo está formado por abogados de Griffith Hack de Melbourne, Sydney, Perth y Brisbane expertos en la protección y comercialización de tecnologías contra incendios (Hunter, 2009).

Para los australianos, el 7 de febrero de 2009 será durante mucho tiempo “el Sábado Negro”: el día en que casi 200 personas murieron y miles quedaron sin hogar a causa de los incendios forestales descontrolados que asolaron las afueras de Melbourne. Se cree que la tragedia del Sábado Negro se debió a las altísimas temperaturas registradas ese día (en torno a los 46 °C), al fuerte descenso de la pluviosidad - significativamente inferior al promedio en los cinco años anteriores -, y a la negativa de muchos vecinos de las zonas rurales a abandonar sus propiedades (Hunter, 2009).

Se trabaja con el objetivo de que estas investigaciones, en particular las de la tercera área, generen tecnologías contra incendios forestales que puedan aplicarse al diseño arquitectónico y los materiales de construcción, dando paso a una nueva generación de viviendas, más seguras (Sylvie Castonguay, 2009).

Estudio técnico

Comunicaciones

La comunicación y las actividades de la red iniciaran operación después de que el microcontrolador lea todos los valores de los conversores analógico-digitales desde la salida de voltaje de los sensores y lo enviara a un registro de la memoria RAM. Los sensores tipo SHT15 transmitirán las lecturas después del reconocimiento de los bits enviados por el microcontrolador. El módulo Xbee™ opera dentro de la banda de los 2.4 GHz y opera con un voltaje DC de 3.3V (2.8-3.4) a una potencia máxima de transmisión de 0dBm-1mW, 45mA mientras que el Xbee™ Pro da una mejor transmisión a un rango superior a 18dBm-60m Wa225 mA. Este módulo es compatible con el estándar IEEE802.15.4 tiene un rango de 216 direccionamientos de red únicos, los cuales son capaces de construir topologías punto a punto y multipunto. Este módulo se programará usando comandos AT y con el software X-CTU (UNICAN, 2015) (Urbano-Molano, 2013).

Implementación de la WSN

Cada red malla contara con un nodo coordinador el cual se encargara de recepcionar y transmitir los datos de las capturas del sistema a la base central en donde a través de un modem GSM hacia el servidor PC, y de acuerdo a su diagnóstico se asignara un sistema UAV a la zona geográfica de la malla alarmada con el fin de realizar una verificación y comparación de los datos diagnosticados al servidor y realizarlas respectivas acciones dado el caso.

La idea es crear la red prototipo a una pequeña escala de 1 Hectárea y evaluar el desempeño de los sistemas a diseñar.

Materiales propuestos para la conformación de una Red de sensores

- Sensor de temperatura y humedad –SHT15
- Microcontrolador –ATMEGA328 en placa Arduino Uno
- Módulo inalámbrico –Xbee ZNet 2.5 RF Series2 de Digi programados mediante el software X-CTU
- Batería –Pila alcalina 9V
- XbeePRO para Base Central

Sistemas UAV

De acuerdo al desarrollo de la industria en sistemas aéreos no tripulados o “Drones”, se pretende contar con un sistema de autonomía de 30 a 45 minutos en el aire un alcance de hasta 20 kilómetros de conexión de radio y 5 kilómetros de señal de la cámara óptica HD y el video térmico, este último con posibilidad de detectar los puntos calientes de la conflagración, esencial para el combate de incendios, en especial cuando el campo visual es limitado por humo o nubosidad (Construcción, 2016). Igual se espera que estos sistemas se destaquen también en su apoyo colaborativo en las labores de mitigar los incendios, realizando apoyos aéreos y mediante sus cámaras HD y térmicas permitirán

detectar trabajo del personal debajo del bosque, movimiento de maquinaria, animales o personas en riesgo, así como puntos calientes en la periferia del incendio que indican nuevos focos de acción.

La organización

Para Aguilar (2010), la organización es la institución en la que las personas se unen en sus esfuerzos, realizando tareas complejas, para lograr objetivos comunes individuales y colectivos. Tiene que ver con el ambiente donde se desarrollará el proyecto, la autoridad, los mecanismos de coordinación y los principios con los que se deben regir. La organización busca agrupar las funciones para el logro de los objetivos propuestos, asignando actividades a los diferentes niveles y definiendo unos mecanismos de coordinación (Aguilar, 2010).

Marco legal

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones está comprometido en mejorar y proteger el medio ambiente según lo establecido en la política de Responsabilidad frente al Medio Ambiente, adoptada mediante la resolución 0000548 del 21 de marzo de 2017 Código de Buen Gobierno mediante la cual: (Comunicaciones, 2017).

El MINTIC se compromete a respetar los procesos naturales, protegiendo la diversidad de fauna y flora y el medio ambiente en general. Se establece responsabilidades concretas por malas prácticas ecológicas que solo busquen el lucro económico por medio del medio ambiente. Con dicho fin, el Ministerio a través de la materialidad de las relaciones con el medio ambiente del modelo de responsabilidad social institucional se compromete a establecer lineamientos en esta materia que comprendan mecanismo de educación y promoción, uso de tecnologías limpias, manejo de desechos y uso de recursos renovables por medio de la realización de un programa institucional de gestión ambiental (Comunicaciones, 2017).

El MinTic promueve el acceso, uso efectivo y aprobación masivos de las TIC a través de políticas y programas, para mejorar la calidad de vida de cada colombiano y el incremento sostenible del desarrollo del país; asume el compromiso: (Comunicaciones, 2017).

- Con el uso sostenible de los recursos naturales, contribuyendo a la prevención de la contaminación y adaptación al cambio climático, mediante un desempeño que mitigue los aspectos e impactos ambientales propios del cumplimiento de su misión generados en sus planes proyectos e iniciativas. (Comunicaciones, 2017).

- Promover el fortalecimiento de la cultura ambiental para todos sus colaboradores y grupos de interés, para generar actitudes de preservación y desarrollo sostenible del medio ambiente. (Comunicaciones, 2017).

- Propender por el mejoramiento continuo del desempeño ambiental a través de los programas, objetivos y metas ambientales. www.mintic.gov.co

- Aplicar mecanismos y prácticas que controlen los aspectos y reduzcan los impactos ambientales de sus actividades; para contribuir con los resultados del índice de la responsabilidad social institucional (Comunicaciones, 2017).

Normatividad en Colombia

La mayoría de los países reportan que el origen de los incendios forestales, radica en las acciones del hombre, Colombia no es la excepción, hipótesis que se debe corroborar, con estudios regionales, que faciliten orientar la gestión hacia la PREVENCIÓN, si la causa de los incendios forestales es antrópica, es aquí donde se debe centrar el trabajo de las autoridades ambientales y en buena hora la expedición de la Ley 1523 del 2012, "Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones", que establece el instrumento legal, para que cada entidad según su competencia en materia de gestión del riesgo, realice su gestión y los incendios forestales, son eventos, que están inmersos en el articulado de la misma, pues generan un riesgo ecológico, y según los fundamentos de la política ambiental, la PREVENCIÓN, es de obligatorio cumplimiento, es aquí donde las autoridades ambientales deben centrar su accionar "evitar cuesta menos que controlar" y

dejar que las entidades operativas como Bomberos realicen su tarea en materia de control y extinción de los incendios forestales, cuando estos se presentan, como lo estipula la Ley 1575 del 2012, "Por medio de la cual se establece la Ley general de Bomberos de Colombia (Sostenible, 2011).

Teoría de la organización

La teoría de la organización es una forma de pensar que permite ver y analizar las organizaciones con más precisión y profundidad de lo que se podría hacer de otra manera. Esta forma de ver y pensar se basa en patrones y regularidades en el diseño y comportamiento organizacional (Ebert, 2009).

La teoría de la organización se define entonces como una serie de conceptos y principios que describen y explican el fenómeno de las organizaciones. Por ello, éstos han de ser aplicables a cualquier situación y momento. Se desarrollan de dos formas: (Ebert, 2009).

- Mediante la experiencia: Observando los fenómenos, reflexionando sobre ellos, y construyendo un marco (Ebert, 2009).
- Mediante la investigación: Se analizan, planteando una serie de hipótesis, contándolas y mejorándolas (Ebert, 2009).

Factores humanos y factores técnicos

Las organizaciones disponen de una serie de medios, que clasificamos en:

- Factores Humanos: Aportan turbulencia, tienen ideas para mejorar los procesos técnicos y alteran la estabilidad porque proponen cambios, intentando modificar el desarrollo del trabajo para una mejor consecución de los objetivos (Ebert, 2009).
- Factores Técnicos: Aportan estabilidad a la organización. Son los puntos de referencia tangibles que ayudan en el sentido de dar continuidad en el trabajo (Córdoba, 2011, pág. 159) (Ebert, 2009).

Principios de la organización

Para Cuervo (1994), los principios de la organización son (Cuervo, 1994).

- Principio de la unidad de objetivos.
- Principio de la eficiencia organizacional.
- Principio de delegación por resultados esperados.
- Principio del carácter absoluto de la responsabilidad.
- Principio de unidad de mundo.
- Principio de nivel de autoridad.
- Principios de la definición fundamental.
- Principio del equilibrio.
- Principio de flexibilidad.
- Principio de facilitación del liderazgo.

Estudio de la organización

El estudio de la organización debe ser un proceso permanente que permita ajustarse a las variaciones de la economía mundial, en relación a la cual se encuentran las siguientes tendencias (Córdoba, 2011):

- Aceleración del ritmo de cambio en todas las actividades.
- Consecuente aumento de la incertidumbre.
- Retorno a la economía productivista.
- Adecuación de la cultura al acelerado ritmo de la tecnología.
- Nueva dimensión de la calidad.
- Entrada plena en la era de la informática, las comunicaciones y los sistemas.
- Coincidencia de actividades económicas crecientes y otras bruscamente declinantes.
- Revalorización de la logística.
- Creciente globalización de la economía.
- Desarrollo impactante de los servicios.

- Incipiente conciencia y respeto del ecosistema.
- Creciente innovación y dinamismo de los mercados.

Evaluación de proyectos

La evaluación es la medición de factores concurrentes y coadyuvantes cuya naturaleza permite definir la factibilidad de ejecución del proyecto (Graterol, 2010).

La evaluación de un proyecto se fundamenta en la necesidad de establecer las técnicas para determinar lo que está sucediendo y cómo ha ocurrido y apuntar hacia lo que encierra el futuro si no se interviene (Atlantico, 17).

La evaluación de proyectos puede hacerse desde dos puntos de vista no opuestos, pero sí distintos: el criterio privado y el criterio social (Atlantico, 17).

De la perspectiva que se tome en la evaluación dependerá la decisión sobre la realización del proyecto (Córdoba, 2011).

Evaluación ciclo de vida de proyectos

Si se observa el ciclo de vida del proyecto desde la perspectiva de la inversión, como se presenta en el manual desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI, este se puede desarrollar en tres fases distintas que son:

A la fase de pre-inversión, por tratarse de evaluación previa a la decisión de invertir, se le conoce también como evaluación ex – ante (Córdoba, 2011).

En la fase II o de implementación (construcción) del proyecto, la evaluación tiene como objetivo esencial determinar el nivel de realización de cada una de las funciones programadas en esta fase en términos de tiempo, calidad de los trabajos y optimización en la aplicación de los recursos.

La evaluación ex – post se efectúa en la fase III o de funcionamiento del proyecto, con el objetivo esencial de determina si el proyecto cumple la filosofía bajo la cual fue concebido; para esto se aplican técnicas de control interno, control de desempeño y control de gestión.

Teniendo como base lo anterior y lo establecido en los objetivos del presente trabajo, se puede afirmar que este ejercicio académico es un análisis de factibilidad para un modelo de negocio, ubicándose en la fase de pre-inversión.

La fase de pre inversión, según Córdoba, M. (2011) consiste en identificar, formular y evaluar el proyecto y establecer cómo se llevará a cabo para resolver el problema o atender la necesidad que le da origen (Córdoba, 2011, pág. 9) (Esta fase presenta las siguientes etapas:

- Etapa de IDEA: En esta etapa se identifica el problema o la necesidad que se va a satisfacer y se identifican las alternativas básicas mediante las cuales se resolverá el problema.
- Etapa de PERFIL: El estudio de perfil es el más preliminar, estático y basado en información secundaria y cualitativa (opiniones de expertos o cifras estimativas).

Evaluación financiera

El beneficio de un proyecto se puede calcular de diversas maneras: en unidades monetarias, en porcentaje o en tiempo de demora de recuperación de la inversión. Todas ellas se basan en el concepto del valor del dinero en el tiempo, que considera que siempre existe un costo asociado a los recursos que se utilizan en el proyecto, ya sea de oportunidad (otros usos) o financiero (préstamo) (Córdoba, 2011, pág. 231).

Evaluación económica

A los efectos ambientales y sociales de un incendio, hay que añadir toda una serie de implicaciones más o menos cuantificables de orden económico (Minambiente, 2019).

Para estimar estas pérdidas económicas se valoran las pérdidas en edificaciones, construcciones; también en productos primarios como los productos maderables, leñas, corcho, resinas, frutos, pastos, caza y pesca (Minambiente, 2019).

Pérdidas en productos primarios.

La destrucción obliga a emigrar a los individuos que poblaban determinada zona, al suprimirles el alimento que aprovechaban y el refugio que encontraban en ella (Minambiente, 2019).

Los daños producidos por los incendios a la pesca se derivan de las variaciones en el régimen hidrológico de los cursos de agua por alteración de la cubierta vegetal y de la modificación de la composición de las aguas por los aportes de cenizas (Minambiente, 2019).

Pérdidas en beneficios ambientales.

La pérdida de masa vegetal en las cuencas protectoras favorece el aterramiento de los embalses (Minambiente, 2019).

Por otro lado, también se valoran las pérdidas derivadas de la no utilización del monte quemado con fines recreativos (Minambiente, 2019).

Efectos varios.

Otras pérdidas por incendios forestales de difícil valoración o pérdidas intangibles son:

Reducción de la cobertura arbórea del terreno.

Se predispone a las masas forestales al ataque de las plagas y enfermedades.

La corteza desnuda.

Se afecta el crecimiento de los árboles.

Se daña el renuevo y la reforestación.

Favorecen la invasión de especies indeseables.

Reducción de recursos genéticos.

Cuando son muy intensos dañan las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Reducen el potencial comercial con la pérdida de productos forestales.

Degradan los pastizales perdiendo su palatabilidad para el ganado y la fauna silvestre.

Reducción de la belleza escénica y de su valor recreativo

Generación de costos de protección

Posibilitan lesiones y fallecimiento de los combatientes

Se pierde la inversión aplicada a las reforestaciones

Se agudiza el calentamiento atmosférico (ConocimientosWeb, 2014).

Las acciones de Protección contra Incendios Forestales, y se dividen en tres grandes momentos:

Prevención, detección y combate, además de actividades colaterales como la evaluación de daños y la rehabilitación.

Evaluación social

Además de las consecuencias ambientales, los incendios, tienen una importante y negativa repercusión social (Minambiente, 2019).

Las víctimas de los incendios no sólo se encuentran entre el personal de lucha contra incendios, también afecta a personas ajenas a la extinción pero que quedan atrapadas por el fuego (Minambiente, 2019).

Los accidentes mortales del personal que interviene en la extinción se pueden clasificar en cuatro grupos según la causa a la que pueden ser atribuidos (Minambiente, 2019).

Evaluación ambiental

Los Incendios forestales generan una serie de impactos económicos, sociales y ambientales, que se pretenden evitar con la disminución de la frecuencia de la de estos eventos en el país, al fomentar la cultura de la prevención (Ambiente, 2019).

Impacto económico

Los Incendios forestales generan impactos económicos tanto al sector público como al privado a manera de ejemplo se cita una cifra en que incurrió el país, en los tres primeros meses del año 2010 tan solo en el control y extinción de parte de las entidades operativas, cifra reportada de \$ 24.475.073.672. No se involucró la valoración de los daños, a la propiedad privada y a los ecosistemas ya que es una tarea compleja y de una investigación precisa, No obstante, es una cifra muy alta (Ambiente, 2019).

Impactos ambientales

- Biodiversidad

Hacen referencia a condiciones que no están bajo el control del equipo del proyecto y que influyen, restringen o dirigen el proyecto. Los factores ambientales del proyecto se consideran entradas para la mayor parte de los procesos de planificación, pueden mejorar o restringir las opciones de la dirección de proyectos, y pueden influir de manera positiva o negativa sobre el resultado (Edición, 2013).

Colombia se ve altamente impactada en la biodiversidad, pues con los incendios forestales se afectan con mayor velocidad los seres vivos y los patrones naturales que la conforman, se tiene alteraciones a los ecosistemas a los recursos genéticos y a sus interacciones, que posteriormente son difíciles de recuperar en tiempo y en dinero (Minambiente, 2019).

La alteración de este componente afecta todo entre otras, el paisaje, la cobertura vegetal, el suelo, al afectarse el equilibrio natural. Las plagas y las enfermedades aparecerán con mayor intensidad. Los cambios en la composición química, física y biológica del suelo afectan la seguridad alimentaria (Minambiente, 2019).

Los ecosistemas de páramo y de bosque seco en Colombia, presentan alta vulnerabilidad y amenaza debido a sus condiciones naturales y a la presión antrópica, en estas regiones se producen impactos de la mayor importancia (Minambiente, 2019).

Se presenta un incremento a la susceptibilidad a plagas y enfermedades e interrupción de procesos productivos y desaparición de especies que intervienen en la polinización (Minambiente, 2019).

Observar con detalle en la imagen a continuación Diagrama de Afectación Según IDEAM la afectación que se genera después ser presentada una conflagración y los efectos de su impacto.

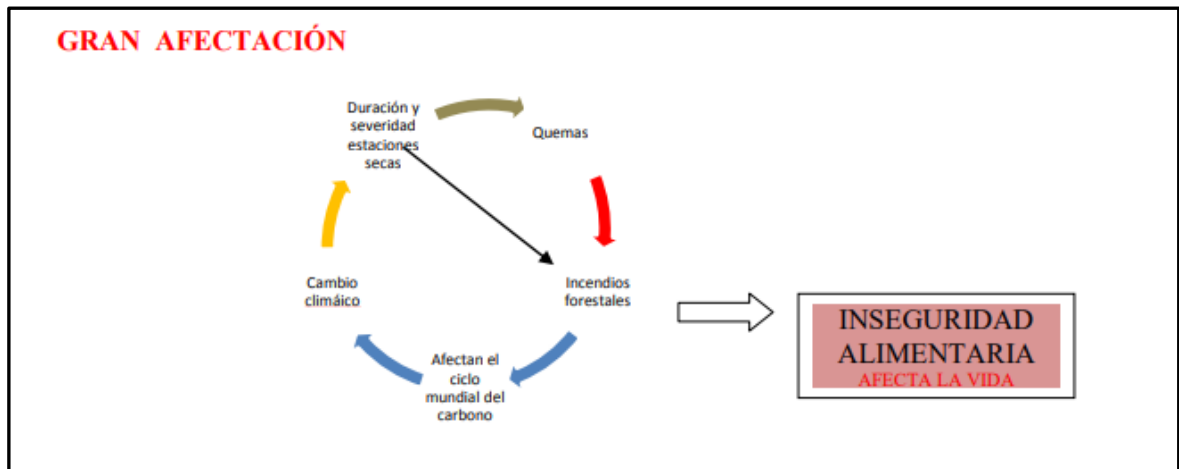


Figura 3: Diagrama de afectación, muestra el ciclo de daños que pueden presentarse dentro de una conflagración, Autor IDEAM, 2017, Pagina web IDEAM, Copyright 2017

Evaluación del riesgo

La implementación de la estrategia será un componente importante de la gestión del riesgo en incendios forestales, especialmente en LA ETAPA DE PREVENCIÓN y por este medio se debe llegar a: (Minambiente, 2019).

- Evitar La presencia recurrente de incendios forestales (Minambiente, 2019).
- Evitar La afectación permanente de la biodiversidad, por la ocurrencia de incendios forestales. (Que incluye afectación al recurso hídrico, a la calidad del aire, a los ecosistemas terrestres al recurso suelo, al clima, a la economía campesina y a la salud del hombre) (Ambiente, 2019).
- Generar conciencia en todos los actores involucrados en el desarrollo del país, frente a las causas principales de los incendios forestales y crear la cultura de la prevención (Ambiente, 2019).
- Incrementar la vinculación de los actores y en especial la comunidad rural, en la prevención de los incendios forestales (Ambiente, 2019).
- Activar la gestión del riesgo en incendios forestales, en las funciones de las autoridades locales, regionales y nacionales especialmente, en la etapa de la prevención (Ambiente, 2019).
- Activar mecanismos de vigilancia y detección temprana en cada uno de los sitios de mayor riesgo a la ocurrencia de incendios forestales (Ambiente, 2019).
- Conocer las causas locales que generan los incendios forestales, para trabajar en acciones de prevención orientadas a disminuirlas, con participación de las comunidades locales y los principales actores que son generadores o facilitadores de los Incendios forestales (Ambiente, 2019).

Evaluación social

Evaluación Social de Proyectos (ESP) consiste en identificar, cuantificar y valorar todos los costos y beneficios que genera una inversión para la sociedad en su conjunto; se apoya

de algunas disciplinas como: la economía, finanzas, estadística, ingeniería, entre otras y emite recomendaciones basadas en indicadores de rentabilidad, utilizando metodologías específicas y particulares según el tipo de proyecto, generando resultados comparables entre sí, que permiten a quien toma decisiones jerarquizar entre varias ideas de inversión de diferentes sectores (Preparacion, 2009).

Evaluación ambiental

La evaluación ambiental es el procedimiento para analizar los efectos previsibles sobre el medio ambiente de los planes, programas y proyectos antes de su aprobación, desde la fase de diseño del propio plan o proyecto. El objetivo de esta evaluación previa es la prevención y corrección de los posibles impactos negativos derivados de la implementación del plan, programa o actuación (Canaria, 2019).

La evaluación ambiental se regula en la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (Ley GICA) y establece un procedimiento de evaluación que varía en función del tipo de actuación a valorar: proyectos, planes y programas, e instrumentos de planeamiento urbanístico.

Marco conceptual

Incendio forestal.

Fuego que se extiende sin control, cuyo combustible principal es la vegetación viva o muerta (Minambiente, 2019).

Corresponsabilidad social y ambiental.

Trabajo responsable de todos frente a un problema o conflicto, en este caso los incendios forestales, que afecta la sociedad y la armonía con la naturaleza (Minambiente, 2019).

Amenaza.

Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (Minambiente, 2019).

Vulnerabilidad.

Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (Minambiente, 2019).

Riesgo.

Es la combinación de la probabilidad que se produzca un evento y sus consecuencias negativas (Minambiente, 2019).

Prevención.

Todas las acciones que se desarrollen con el fin de evitar la presencia de incendios forestales, o de preparación para atenderlos si ocurren, con el fin hacer un control inmediato y evitar la propagación de los incendios Forestales (Minambiente, 2019).

Quema controlada.

Técnica de utilización del fuego dentro de límites previamente establecido, con el objeto de realizar podas, limpieza y manejo de residuos vegetales o preparación de terrenos para nuevos cultivos (Minambiente, 2019).

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación (Hi)

Hipótesis general

Evidenciando la problemática ambiental y dando buen uso la 3ra revolución industrial a través de la implementación de nuevas tecnologías de medición y comunicación, es posible diseñar un sistema de detección oportuna contra incendios forestales.

Hipótesis específica

Diseñar un sistema de detección oportuna contra incendios forestales mediante redes inalámbrica de sensores WSN y sistemas UAV especializados.

Hipótesis nula (Ho)

Hipótesis general

Evidenciando la problemática ambiental y dando buen uso la 3ra revolución industrial a través de la implementación de nuevas tecnologías de medición y comunicación, NO es posible diseñar un sistema de detección oportuna contra incendios forestales.

Hipótesis específica

No es posible diseñar un sistema de detección oportuna contra incendios forestales mediante redes inalámbrica de sensores WSN y sistemas UAV especializados.

Hipótesis alternativa (Ha)

Hipótesis general

Constan de una capa más o menos continua de pasto con árboles y arbustos esparcidos. Existen numerosos tipos de transición entre sabanas y bosques abiertos. Los combustibles superficiales en estos ecosistemas están dominados por pastos y hojas que caen durante la

estación seca y periódicamente se queman en intervalos que pueden variar de 1 a cuatro años. La frecuencia de los incendios se ha incrementado en algunas regiones como resultado de una mayor población y un uso más intensivo de los terrenos de pastoreo. El área de las sabanas potencialmente sujetas a incendios cada año es de varios cientos de millones de hectáreas. Como resultado, la quema de sabanas libera cerca de tres veces más emisiones de gas y partículas a la atmósfera que la quema por deforestación (bvsde.paho).

Hipótesis específica

A partir del sistema de detección, el consumo forestal se reducirá en un 78% si el foco se detecta en los primeros 16 minutos iniciada la conflagración.

Solo ocasionalmente se dispone de informes detallados con datos finales sobre pérdidas causadas por los incendios forestales y las otras zonas de vegetación (incendios en zonas silvestres), que aborden los efectos en la salud humana. La razón principal de la falta de datos confiables es que la mayoría de beneficios y pérdidas por incendios producidos en zonas silvestres incluyen valores intangibles que no pueden estimarse por su uso o valor comercial, como la biodiversidad, el funcionamiento de ecosistemas, la erosión, etc. En algunos casos, se han calculado valores comerciales como las pérdidas de ingresos por la actividad maderera y turística (bvsde.paho).

MARCO METODOLÓGICO

Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación será aplicada bajo un enfoque mixto ya que lo que se busca identificar es si el modelo de negocio es pertinente para su implementación en los cerros orientales de Bogotá, y factores relevantes para la prestación del servicio. La metodología utilizada será la investigación acción, donde se busca la participación de diferentes actores en el proceso para la recopilación de la información.

Por otra parte, existen diferentes metodologías que permiten hacer un análisis de factibilidad para un proyecto. Algunas de las más conocidas son la del Banco Mundial (Puerta, 1996).

Una de las metodologías más completas y elaboradas que existen es la de ONUDI (Puerta, 1996), y es la que se ha elegido para el desarrollo del presente proyecto. La metodología ONUDI fue creada como un apoyo para el desarrollo de iniciativas industriales de países en desarrollo, y durante los últimos años ha sido implementada por compañías consultoras, industriales y bancos, entre otros, y en ocasiones ha sido adaptada a sus necesidades, para potenciar sus resultados (Beherens, Hawranek, & ONUDI, 1994) .

Es importante destacar que las guías funcionan como eso, como una guía. Esto quiere decir que es el gerente de proyectos quien debe tener la capacidad de adaptarlas a sus necesidades. Para el desarrollo del análisis de factibilidad propuesto en este trabajo, se toma como guía la metodología desarrollada por la ONUDI, que será modificada y adaptada a las necesidades del desarrollo del proyecto seleccionado.

La metodología ONUDI está compuesta por una serie de etapas, cada una de las cuales entrega información específica sobre diferentes ámbitos del proyecto. Estas etapas durante su desarrollo irán entregando información relevante sobre la viabilidad del proyecto, y en su última etapa le permitirá al gerente de proyectos, con toda la información obtenida, definir la viabilidad del proyecto evaluado. Para el desarrollo del presente trabajo, una vez seleccionada la metodología es conveniente identificar las etapas que la componen, las cuales serán la guía del mismo.

Se realizan los siguientes estudios considerados dentro de la metodología ONUDI:

- **Estudio del entorno:** En esta etapa se analiza el entorno general del proyecto. Durante este estudio se tendrán en cuenta principalmente aspectos sociales, culturales y económicos.
- **Estudio de mercado:** En esta etapa se estudia la viabilidad comercial del producto que se vaya a ofrecer y los canales que se vayan a utilizar.
- **Estudio técnico:** Durante esta etapa se tienen en cuenta todos los aspectos relacionados con la operatividad del proyecto. En esta etapa se plantean tres preguntas que permiten darle solución al estudio: cómo, cuándo y dónde se llevará a cabo el proyecto.
- **Estudio organizacional:** En esta etapa se define tanto la estructura necesaria para llevar a cabo el proyecto como las personas clave y el número de empleados que se requieran.
- **Estudios fiscales y legales:** En esta etapa se estudian las normas y requisitos legales necesarios para la operación del proyecto.
- **Plan de implementación y presupuesto:** en esta etapa se define el cronograma, se asignan las tareas y se define el presupuesto necesario.
- **Análisis y evaluación financiera:** en esta etapa se desarrolla la proyección financiera del proyecto. Es la que permitirá saber si el proyecto genera o no beneficios económicos para el emprendedor.

Tipo y nivel de investigación

A partir de la información recolectada por el instituto meteorológico IDEAM, tomamos como referencia para la recolección de información el reporte de datos del instituto digital de gestión del riesgo y cambio climático.

La siguiente imagen hace referencia a los incendios forestales atendidos desde el 2010 hasta el 2018, en total son 5.805 eventos, de este total 4.394 han sido clasificados como quemados o incendios descontrolados de gran magnitud, 1.272 han sido catalogados como conatos, incendios de área muy reducida, los 139 eventos restantes son catalogados como incendios forestales, teniendo como observación final que el año con más incendios forestales ha sido el 2010, con un total de 38 eventos (Hernández, 2019).

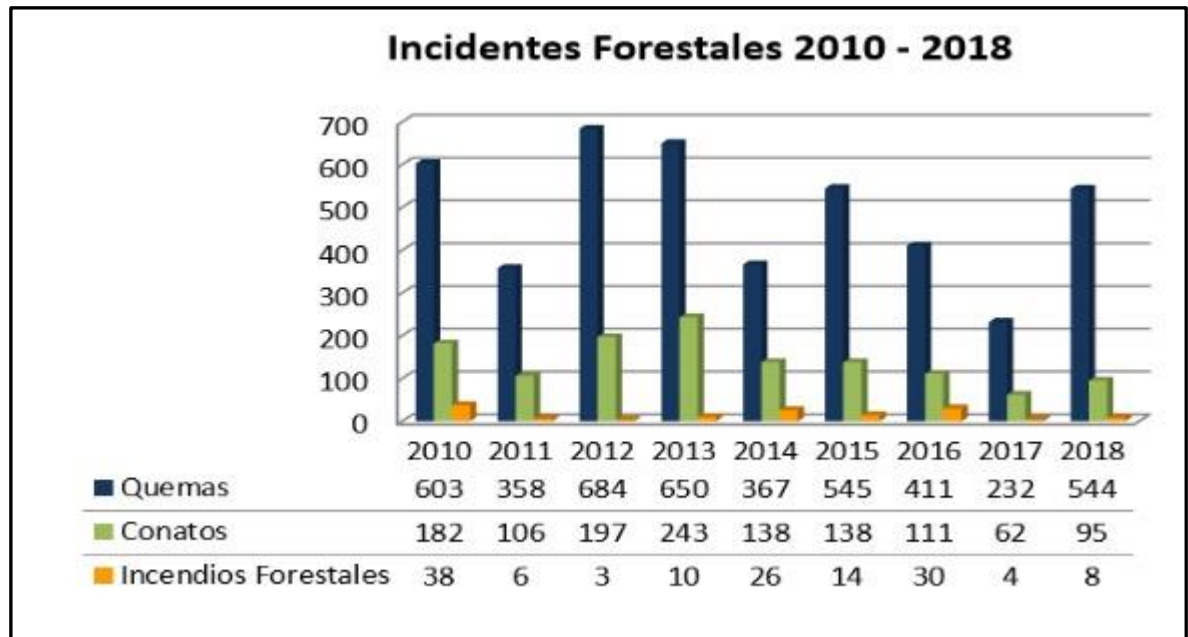


Figura 4: Caracterización General del Escenario de Riesgo por Incendio Forestal. Incendios Forestales 2010 a 2018, Autor IDIGER, 2019

Producto esperado al final del estudio de factibilidad

En el momento de culminar el documento podremos analizar y verificar si es viable en todas sus etapas correspondientes y propuestas por la metodología de tal manera que podremos dar inicio a los pasos para el análisis comercial. Con el objetivo de conocer si la entidad en formación, así como los productos y servicios financieros que ofrecerá, contarán con una demanda que haga viable el proyecto, ejecutaremos una investigación de mercado que se sustentará en la evaluación del sistema financiero, variables sociales y económicas (Almaguer, 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- Academia, E. (2015). Academia. *Estándar IEEE802.15.4* .
- Aguilar, D. (2010). *La Teoría de la Organización*. Peru: Universidad Nacional.
- Ambiente, M. (2009). Plantilla bosques biodiversidad y servicios ecosistematicos.
- Ambiente, M. d. (2019). *La contaminación del aire causada por los incendios de vegetacion y la salud* . Bogota: Ministerio de Ambiente .
- Arboleda, G. (2001). *Proyectos: Formulación, Evaluación y Control*. Cali, Colombia: AC Editores.
- Bacca, G. (2010). Evaluación de proyectos. México, D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Barreto, L. (2008). *sswm.info*. Obtenido de Conflagracion Bosques Colombianos.
- Beherens, W., Hawranek, P., & ONUDI. (1994). *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*. Viena: ONUDI.
- C. Buratti, A. C. (2009). An overview on wireless sensor networks technology and evolution. *Sensors*, 9(9):6869–6896, .
- CEPAL. (2012). *Trigésimo cuarto período de sesiones de la CEPAL*. San Salvador.

- Chavez, A. M. (2018). Obtenido de Arq. Ma. Elena Parada.
- Colombia, C. d. (2017). *Cancillería de Colombia*. Obtenido de Organizacion Naciones Unidas Desarrollo Industrial Onudi.
- Comunicaciones, M. d. (02 de 02 de 2017). Obtenido de mintic.
- Córdoba, M. (2011). *Formulación y Evaluación de proyectos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- COVENNIN. (1995). *Código de Norma de Venezuela*.
- Cuervo, A. (1994). *Introducción a la Administración de Empresas*. Madrid, España.
- Escalona, I. (2010). *Métodos de Evaluación de Proyectos*. México: UPIICSA - IPN.
- Evoli, J. (2005). *Planeación Estratégica*. México: Editorial Norma.
- Graterol, M. (2010). *Proyecto de Inversión*. Aragua: IUTA.
- Hernández, M. (2019). *Instituto Distrital de Gestion de Riesgos y Cambio Climatico* . Obtenido de idiger.
- Johnson, G., Scholes, K., & Washinton, R. (2006). *Dirección estratégica*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Kane, T. (2010). *www.injuve.es*. Obtenido de injuve.
- Líderdeproyecto.com. (2016). *Líderdeproyecto.com*.
- Mairal, D. (25 de Febrero de 2015). *Aragonvalley.com*.

- Mejía, H. (2010). *Bienes y Necesidades*. Huaraz - Ancash, Perú.
- Méndez, R. (2016). *Formulación y evaluación de proyectos, enfoque para emprendedores*. Novena edición. Bogotá. D.C.
- Minambiente. (2019). Suceptibilidad a incendios. *Los Incendios Forestales*, 50-58.
- NAFFAH, I. C. (2011). *Javeriana*. Obtenido de javeriana.edu.co.
- Preparacion, P. y. (13 de Febrero de 2009). *Evaluacion social de proyectos* . Obtenido de Preparacion y Evaluacion .
- Project-Management-Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: (Guia de PMBOK)*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Puerta, A. (1996). *Evaluación y sistematización de proyectos sociales, una metodología de investigación*. Medellin, Colombia: Universidad de Antioquia, Imprenta Departamental.
- República, B. d. (2017). *Banco de la República de Colombia*. Obtenido de Bosques y Fauna en Colombia.
- Semana, R. (2019). Los incendios sofocan a Colombia. *Semana*.
- SIAC. (2019). *Suceptibilidad a incendios*. Bogotá, Colombia.
- Sylvie Castonguay, R. d. (Abril de 2009). *wipo*. Obtenido de OMPI.
- Tecnologias, A. d. (2018). *Plan Infoca*. Obtenido de juntadeandalucia.

UNICAN. (2015). *bitstream*. Obtenido de epositorio.unican

Vaquiroy, J. (2010). *Periodo de Recuperación de la Inversión - PRI*.

Pymesfuturo.

Por intermedio del presente documento en nuestra calidad de autores o titulares de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada PLAN PARA LA DIRECCION DEL PROYECTO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN OPORTUNA CONTRA INCENDIOS FORESTALES MEDIANTE REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES (WSN) Y SISTEMAS DE VUELO ESPECIALIZADOS (UAV), autorizamos a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que nos corresponden como creadores o titulares de la obra objeto del presente documento.

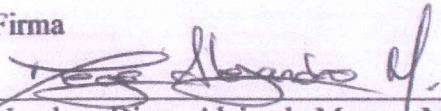
La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entendemos que podemos solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar nuestra obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

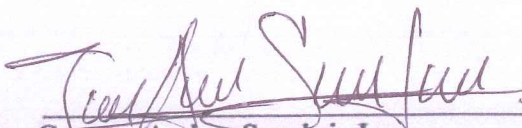
La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podremos utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la sesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

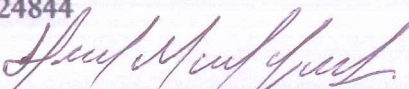
La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifestamos que la obra objeto de la presente autorización es original y la realizamos sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de nuestra exclusiva autoría o tenemos la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiremos toda la responsabilidad, y saldremos en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmamos, como aparece a continuación.

Firma


Nombre: Diego Alejandro Moreno Marciales
CC. 1032424844


Nombre: German Andres Sanabria Lara
C.C 1030582031


Nombre: Harwin Manuel Valero Lozada
CC. 1032372958