UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Formulación De Proyecto Para Monitoreo Y Evaluación Previa De Las Condiciones Físicas De Una Torre De Telecomunicaciones Mediante Un Vehículo Aéreo No Tripulado

Autor

Diego Armando Carrillo Villabon

Gustavo Alonso Poblador Parra

Directora

MBA. Ing FLOR DE MARIA UMAÑA VILLAMIZAR

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

junio de 2020

1. CONTENIDO

LISTA DE TABLAS 5

RESUMEN 8

PALABRAS CLAVE 8

INTRODUCCIÓN 9

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 11

1.1 Contexto 11

1.2 Identificación 12

1.3 Objetivos 13

1.3.1 Objetivo General 13

1.3.2 Objetivos Específicos 13

1.4 Marco de Referencia 13

1.4.1 Marco teórico conceptual 13

1.5 Normatividad 18

2. ANÁLISIS DEL MERCADO 22

2.1 Análisis del contexto 22

2.2 Caracterización de la población objeto 24

2.3 Caracterización del sector 25

2.4 Resultado de las encuestas 26

2.5 Análisis de la demanda 28

2.6 Análisis de la oferta 29

3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO 32

3.1 Jerquizacion de prioridades 32

3.2 Política de Calidad 35

4. INGENIERIA DEL PROYECTO 36
4.1 Metodología Quality Funtion Deployment (QFD) 36
4.2 Diseño del servicio 39
4.3 Servicio a prestar 41
4.4 Tecnología del servicio 41
4.4.1 Selección de tecnologías 42
4.4.2 Características vehículos aéreos no tripulados (Drone). Ficha Técnica 44
4.5 Trabajo de campo 47
4.5.1 Proceso de inspección en torre 49
4.5.2 Centro de control 54
4.6 Diseño del proceso 54
4.7 Dimensionamiento del sistema productivo 58
4.7.1 Análisis de capacidades 58
4.7.1 Área del plan operativo 60
4.8 Ubicación del proyecto 61
4.9 Matriz de impacto ambiental 64
5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO 70
5.1 Misión 70
5.2 Visión 70
5.3 Estructura Organizacional 70
5.4 Perfiles 71
5.5 Estudio legal y administrativo 74
6. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO 77
6.1 Evaluación económica 77
6.1.1 Inversión 78

6.1.2 Índice de precios del consumidor (IPC) 78
6.1.3 Nómina 79
6.1.4 Incremento anual de salarios 80
6.1.5 Costos 80
6.1.6 Costo Inversión Activos Fijos 81
6.1.7 Depreciación 82
6.1.8 Gastos 84
6.2 Proyección de Ventas 85
6.2.1 Producto interno bruto PIB 85
6.2.2 Pronóstico de Ventas 86
6.2.3 Punto de Equilibrio 87
6.2.4 Modelos plan de ventas 88
6.3 Flujo de caja 90
6.3.1 Flujo de caja sin apalancamiento financiero 90
6.3.2 Flujo de caja con apalancamiento financiero 92
6.3.3 Estado de Resultados Proyectado a cinco años. 93
6.3.4 Indicadores Financieros 93
6.3.5 Rentabilidad 94
6.3.5.1 Rentabilidad del Activo 94
6.3.5.2 Rentabilidad Del Patrimonio 94
6.3.5.3 Ratio de Liquidez 94
6.3.5.4 Ratio de Solvencia 95
6.4 Análisis de sensibilidad 95
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 97
8. BIBLIOGRAFÍA 99

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Normatividad. Fuente: Autores, 2020. 21
Tabla 2: Ficha técnica de la encuesta. Fuente: Autores, 2020. 26
Tabla 3: Proyección de la demanda. Fuente: Autores, 2020. 29
Tabla 4: Información base –diagrama radar. Fuente: Autores, 2020. 31
Tabla 5: Escala de valores por criterio. Fuente: Autores, 2020. 32
Tabla 6: Escala de priorización. Fuente: Autores, 2020. 32
Tabla 7: Jerarquización de prioridades. Fuente: Autores, 2020. 33
Tabla 8: Factores de calificación. Fuente: Autores, 2020. 37
Tabla 9: Selección de Tecnologías. Fuente: Autores, 2020. 42
Tabla 10: Tecnología. (DJI STORE, 2020) 44
Tabla 11. Ficha técnica. Fuente: Autores, 2020. 46
Tabla 12: Descripción del proceso. Fuente: Autores, 2020. 55
Tabla 13: Distribución por 3 valores. Fuente: Autores, 2020. 56
Tabla 14: Tiempos estimados por actividad. Fuente: Autores, 2020. 56
Tabla 15: Ruta crítica. Fuente: Autores, 2020. 57
Tabla 16: Proceso y cantidad de horas. Fuente: Autores, 2020. 58
Tabla 17: Tiempo disponible anua. Fuente: Autores, 2020. 58
Tabla 18: Tiempo requerido por proceso. Fuente: Autores, 2020. 59
Tabla 19: Matriz cargos y procesos. Fuente: Autores, 2020. 59
Tabla 20: Recursos necesarios año 2020. Fuente: Autores, 2020. 60
Tabla 21: Recursos necesarios año 2024. Fuente: Autores, 2020. 60
Tabla 22: Área plan operativo. Fuente: Autores, 2020. 61
Tabla 23: Modelo de importancia de impacto. (Fernandez, 1997) 67
Tabla 24: Rangos de clasificación de aspectos e impactos ambientales. Fuente: (Fernandez, 1997) 68
Tabla 25: Matriz de identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales. Fuente: Autores, 2020. 69
Tabla 26: Costo Nómina. Fuente: Autores 2020. 78
Tabla 27: Costo Nómina. Fuente: Autores, 2020. 79

Tabla 28: Incremento anual de salarios. Fuente: Autores, 2020. 80
Tabla 29: Costos Fijos. Fuente: Autores, 2020. 81
Tabla 30: Costo variable unitario. Fuente: Autores, 2020. 81
Tabla 31: Costo variable total. Fuente: Autores, 2020. 81
Tabla 32: Costos Equipos. Fuente: Autores 2020. 82
Tabla 33: Depreciación de activos. Fuente: Autores 2020. 83
Tabla 34: Gastos Administrativos. Fuente: Autores, 2020. 84
Tabla 35: Gastos Publicidad. Fuente: Autores, 2020. 85
Tabla 36: Proyección en ventas. Fuente: Autores, 2020. 86
Tabla 37: Flujo de caja del proyecto sin préstamo. Fuente: Autores, 2020. 91
Tabla 38: Análisis de rentabilidad del proyecto sin préstamo. Fuente: Autores, 2020. 91
Tabla 39: Flujo de caja del proyecto con préstamo. Fuente: Autores, 2020. 92
Tabla 40: Análisis de rentabilidad del proyecto con préstamo. Fuente: Autores, 2020. 93
Tabla 41: Estado de Resultados Proyectado a cinco años. Fuente: Autores, 2020. 93
Tabla 42: Rentabilidad del activo. Fuente: Autores, 2020. 94
Tabla 43: Rentabilidad del patrimonio. Fuente: Autores, 2020. 94
Tabla 44: Ratio de Liquidez. Fuente: Autores, 2020. 95
Tabla 45: Ratio de Solvencia. Fuente: Autores, 2020. 95
Tabla 46: Análisis de sensibilidad del proyecto sin préstamo. Fuente: Autores, 2020. 96
Tabla 47: Análisis de sensibilidad del proyecto con préstamo. Fuente: Autores, 2020. 96

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1:Tipos de torre de telecomunicaciones.Fuente: (Figueroa, 2018) 15
Imagen 2: Posicionamiento de las torres de telecomunicaciones. Fuente: Aplicación Antenas de Celular, 2020. 23
Imagen 3: Procesamiento de superposición de capas en el software ArcGis. Fuente: Autores, 2020. 28
Imagen 4: Diagrama Radar. Fuente: Autores, 2020. 31
Imagen 5. Matriz QFD. Fuente: Autores, 2020. 38
Imagen 6. Diagrama de flujo técnico. Fuente: Autores, 2020. 40
Imagen 7. Pantalla de inicio de la interfaz. Fuente: Autores, 2020. 48

Imagen 8. Lista de chequeo antes de vuelo. Fuente: Autores, 2020. 49
Imagen 9: A) Servicio Preservación estructural; B) Servicio de Crecimiento excesivo de vegetació. Fuente: Autores, 2020. 52
Imagen 10: C) Errores de montaje; D) Defectos en los sistemas de seguridad. Fuente: Autores, 2020. 53
Imagen 11: Diseño de proceso. Fuente: Autores, 2020. 54
Imagen 12:Diagrama de Red. Fuente: Autores, 2020. 57
Imagen 13: Localización General. Fuente: Autores, 2020. 62
Imagen 14: Micro localización, Fuente: Google Earth, 2020 63
Imagen 15: Localizacion de instalaciones, Fuente: Autores, 2020. 64
Imagen 16: Estructura organizacional. Fuente: Autores, 2020. 71
Imagen 17: Proyección del IPC. Fuente. DANE 79
Imagen 18: Escenario de balance. Fuente DANE. 86
Imagen 19: Pronóstico de ventas. Fuente: Autores, 2020. 87
Imagen 20: Punto de equilibrio. Fuente: Autores, 2020. 87

ANEXOS

ANEXO 1 103
ANEXO 2 121
ANEXO 3 128
ANEXO 4 131

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto consiste en identificar la pre factibilidad del uso de vehículos aéreos no tripulados para el diagnóstico de la infraestructura física de las torres de telecomunicaciones de tipo auto-soportadas, mediante fotografías aéreas y vídeo en tiempo real, que permitan prevenir factores de accidentalidad en el acenso del personal técnico a la torre.

PALABRAS CLAVE

Telecomunicaciones, vehículos aéreos no tripulados, Trabajo, Alturas, Chequeo.

INTRODUCCIÓN

En el sector de las telecomunicaciones cada empleado colombiano que labora realizando trabajo en alturas a las torres de telecomunicaciones para adecuación, funcionamiento y mantenimiento de estas, está expuesto a amenazas y peligros que ponen en riesgo la integridad física del trabajador. Las regulaciones en disciplinas como la seguridad industrial y salud ocupacional han tomado un enfoque primordial dentro de las exigencias de las empresas para sub contratar servicios, así como tema principal de las instituciones gubernamentales que controlan y regulan la normatividad en pro del bienestar del trabajador, aunque en el sector de las telecomunicaciones no existe una reglamentación clara para la realización de trabajos en alturas y por ende su difícil implementación. Es allí donde se identifica que las nuevas tecnologías, en este caso el uso de vehículos aéreos no tripulados, pueden ser de gran ayuda para los empleados en el momento de realizar trabajos en alturas en las torres de telecomunicaciones; evaluando con anterioridad el estado físico de la infraestructura, verificando la presencia de animales y/o elementos que no son perceptibles a simple vista y monitoreando en tiempo real las condiciones climáticas.

Por lo anterior se establece la necesidad de realizar un estudio de viabilidad para la formulación de una nueva línea de servicio a las empresas de aeromodelismo que se enfoquen en la prestación de vehículos aéreos no tripulados – drones - dotados con video cámaras de alta resolución para la evaluación de las condiciones físicas (erosión y grietas) en las torres de telecomunicaciones, posible vegetación que intervenga en los puntos de conexión, errores de montaje, evaluación a los sistemas de seguridad y monitoreo en tiempo real previo a la realización de trabajos en alturas en dichas torres, donde se desarrollaran los estudios correspondientes con el fin de analizar todas las variables determinantes que permitan conocer la posibilidad real de la creación de esta nueva línea de servicio en la empresa.

METODOLOGÍA

La estructura metodológica para el desarrollo del proyecto, se enfoca en la identificación de problemas de seguridad del personal técnico en el ascenso/descenso en las torres de telecomunicaciones auto-soportadas, partiendo de la definición del componente conceptual (contexto e identificación del proyecto), donde se realiza un análisis exhaustivo de las fortalezas y debilidades de la idea de negocio, identificando los involucrados y partes interesadas.

Para llevar a cabo el proyecto, es necesario realizar un análisis del mercado como directriz, en el proceso de determinar la demanda, oferta y pronósticos de venta, que puede tener el servicio, partiendo de una investigación sobre la acogida y la perspectiva del uso de nuevas tecnologías, que ayuden a realizar actividades en el área de las telecomunicaciones con mayor precisión y menor tiempo.

El proceso del componente de diseño (Ingeniería del proyecto), se basa en la definición técnica del producto, especificaciones del servicio, descripción y selección de tecnología que se empleará en el proyecto, una vez se identifique, mediante la aplicación de una matriz de calidad de las características que solicita el mercado.

Una vez finalizado el componente de diseño se realiza en análisis operacional (análisis administrativo y planificación del proyecto), donde se evaluará objetivamente los aspectos relacionados con la operación, administración del negocio y la creación de perfiles profesionales, así mismo, la ubicación y la determinación de los riegos que se podrían presentar en su ejecución.

A continuación, con un estudios financieros que se determinará la viabilidad económica de la creación del servicio, compuestas de una proyección del proyecto en la inversión, costos, salarios, proyección de ventas y puntos de equilibrio que determinen el precio más óptimo del servicio a partir de la demanda.

A partir de esta información, se busca evidenciar las ventajas de la implementación de nuevas tecnologías, como los vehículos aéreos no tripulados, para actividades de mantenimiento y actualización de las torres de telecomunicaciones, para ello, se plantea

evidenciar, por medio de los estudios descritos en la metodología, los siguientes son los beneficios que se esperan obtener con el proyecto: mitigar la accidentalidad del trabajo en alturas, reducir los tiempos en la ejecución del servicio, lograr mayor precisión en las inspecciones, controlar del estado físico de la torre y reducir los costos de mantenimiento.

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1 CONTEXTO

Los accidentes laborales son riesgos a los cuales todo empleado está expuesto en sus jornadas de trabajo; unos, dependiendo de su actividad, están más vulnerables que otros. Según un comunicado de prensa presentado por la Federación de Aseguradores Colombianos – Fasecolda, en Colombia en el año 2018 se presentaron 645.119 accidentes laborales, un poco más de 1700 siniestros laborales diarios, donde los sectores económicos con mayor tasa de accidentes de trabajo fueron minas, agricultura y construcción. Por otro lado, los que reportaron una menor tasa de accidentalidad fueron educación, sector financiero y el de servicio doméstico; aunque es un 6% menos que los casos presentados en el año 2010. (Fasecolda, 2019).

Según Adriana Solano Luque, presidenta ejecutiva del Consejo Colombiano de Seguridad: “los retos en nuestro país son cada vez mayores. Si comparamos nuestras cifras de accidentalidad para el año 2017, continuamos con unos niveles muy por encima de países desarrollados, pero aún con estadísticas superiores a las de economías similares a las colombianas, tales como la chilena. Si bien en 2017, Colombia registró una tasa de accidentalidad de 6,2 por cada 100 trabajadores afiliados al Sistema General de Riesgos Laborales (Fasecolda); el mismo dato registró Argentina (6,2) en el Informe Anual de Accidentalidad 2017 de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo; seguido por Estados Unidos con una tasa de 2,9, Chile con 2,7, España con 2,5 y México con 1,9” (CCS, 2019).

1.2 IDENTIFICACIÓN

En el sector de las telecomunicaciones, al cual va encaminado el proyecto, por ser un sector tan activo y en constante actualización tecnológica; el uso obligatorio de infraestructura de torres y mástiles de telecomunicaciones para el soporte e instalación de antenas, hacen que los trabajos en alturas que se realizan en ellas (instalación, mantenimiento, reparación, monitoreo) sea de una exposición constante al peligro y por ende se presenten en mayor cantidad casos de accidentes laborales ya sean leves o que conlleven a la mortalidad.

Aunque en Colombia, hasta el día de hoy, no hay una fuente de información sobre accidentes laborales específicos a actividades en torres de telecomunicaciones, actualmente existe una guía de trabajo seguro en torres de telecomunicaciones, la cual fue expedida por el propio ministerio, pero no es de obligatorio cumplimiento. Ésta es un referente para su implementación (SURA, 2019).

Debido a esta situación, el proyecto va enfocado a prestar un servicio donde a través del uso de nuevas tecnologías como son los vehículos aéreos no tripulados y piloteados a distancia RPAS (del inglés Remotely Piloted Aircraft System), se puedan desarrollar trabajos en alturas de evaluación y monitoreo en las torres y mástiles de telecomunicaciones para reducir la vulnerabilidad a la que se encuentran expuestos las personas que realizan dichos trabajos y así tratar de disminuir cuantificablemente los accidentes laborales.

Conforme a esta situación, el servicio debe reconocer todos los factores que ofrecen las demás compañías con la finalidad de minimizar el riesgo a los que están expuesto los trabajadores en las torres de telecomunicaciones, por lo que el servicio debe resumir expectativas, demanda y aceptación en el mercado, formulando la siguiente pregunta.

¿Cuál es la viabilidad en la implementación de un vehículo aéreo no tripulado para monitorear el estado de la infraestructura de la torre mediante cámaras térmicas, sensores de alta resolución, la trasmisión de video en tiempo real y la toma fotográfica de los principales sistemas de seguridad?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Proponer la implementación de un vehículos aéreos no tripulados para el monitoreo previo de las condiciones físicas de la torres de telecomunicaciones mediante sistemas de cómputo, almacenamiento y análisis de datos en torres auto-soportadas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar por medio del estudio financiero la viabilidad del usos de vehículos aéreos no tripulados para monitoreo estructural de los sistemas de seguridad en las antenas auto-soportadas.
- Definir los servicios a ofrecer que evalúen de las condiciones ambientales y estructurales que presentan las torres auto-soportadas mediante el estudio de mercado.
- Elaborar una lista de chequeo de vuelo mediante el software Matlab para definir los protocolos de seguridad y manejo de aeronaves no tripuladas.

1.4 MARCO DE REFERENCIA

1.4.1 Marco teórico conceptual

Las torres de telecomunicación son estructuras diseñadas con gran altura para soportar antenas de trasmisión y recepción de señal, equipos de radiofrecuencia y cableado estructural. Comúnmente son utilizadas para la transmisión de telefonía celular o redes de microondas. Existen tres principales tipos de torres de telecomunicación, su instalación depende de las necesidades del servicio y los factores de disponibilidad de espacio, altura, equipos y tecnologías a instalar (Ministerio de Protección Social, 2010).

Tipos de torres de telecomunicación

- Torres Auto-soportadas

Son estructuras de tipo piramidal que cuentan con tres o cuatro patas ancladas a bases que están soportadas a varios metros bajo el nivel del suelo, cuentan con escaleras de acenso, plataformas de descanso, y ángulos que sirven como soportes resistentes de caídas. Este tipo de torres se diseñan con sistemas de seguridad vertical y guardacuerpos cuya función principal es crear una jaula de protección alrededor de la escalera para dar sensación de seguridad al trabajador. Esta categoría la geometría de las torres se clasifica según la altura, la ubicación y el fabricante, las cuales son (Ministerio de Protección Social, 2010): Torres auto-soportadas de sección cuadrada y constante, sección cuadrada y variable, sección triangular y constante, sección triangular y variable, sección hexagonal u octagonal constante

- Torres Arriostradas

Las torres arriostrado son estructuras que se ubican en edificios o construcciones con gran altura para dar cobertura celular en puntos específicos; estas estructuras cuenta en su diseño tirantes o arriostres en diferentes distancias con el fin de distribuir las fuerzas de apoyo de la torre las cuales están sobre columnas y elementos resistentes. Cuando las edificaciones no cuentan con soportes para apoyar la base de la torre las tirantes toman un soporte del 10% de su resistencia y se recurre a la instalación de una viga de acero o estructura que lo apoye (Ministerio de Protección Social, 2010).

- Torres Monopolo

Son estructuras monolíticas, en forma de postes de gran altura, construidas con acero y concreto reforzado diseñados con una escalerilla con plataformas de descanso con espacios reducidos para el acenso de los trabajadores, con una infraestructura poco resistente para conectar los equipos de protección contra caídas.

Todas las torre monopolos cuentan con sistemas de línea de vida vertical y son ideales para zonas donde se requiera ocupar menos espacio, mejor estética y poca visualización

para el público; este tipo de estructura es muy común en parqueaderos o centros comerciales (Ministerio de Protección Social, 2010).

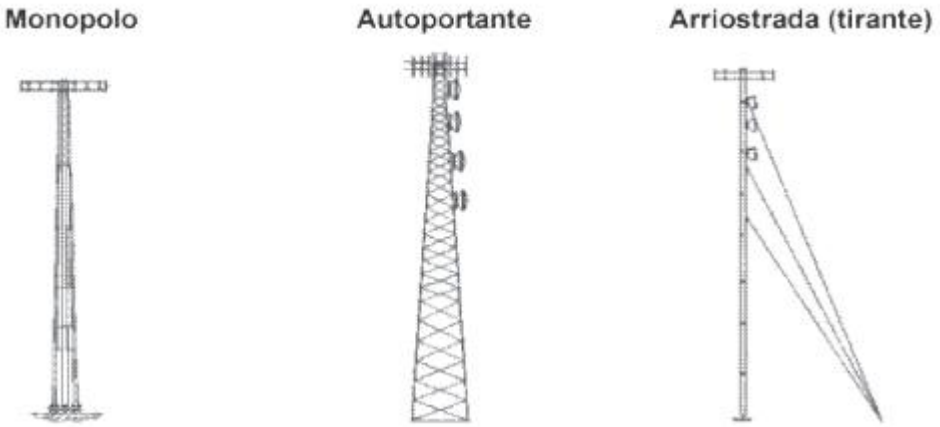


Imagen 1:Tipos de torre de telecomunicaciones.Fuente: (Figueroa, 2018)

Sistemas de seguridad en torres de telecomunicaciones

Las antenas de telecomunicaciones cuanta con sistemas estructurales que protegen la vida del personal que asciendo o desciende de la infraestructura, pero cabe resaltar que la seguridad recae en las buenas condiciones de los sistemas de seguridad personal y las buenas practicas "La seguridad del trabajo en las torres es una suma de buenas condiciones y prácticas adecuadas; las torres de telecomunicaciones deben contar con ciertos elementos que permitan disminuir el riesgo de caída" (Ministerio de Protección Social, 2010)

- Línea de vida vertical

Las líneas de vida en las torres de telecomunicaciones son considerados sistemas de protección antiácidas para el proceso de ascenso y descenso vertical en alturas compuestos por cable y rieles sujetados debidamente a las escalerillas en el caso de las aplicaciones de las torres de telecomunicaciones. En las torres autosoportadas las líneas de vida deben estar aseguradas en las partes superior a mínimo tres peldaños de la escalera en la cual debe prolongarse sobre la plataforma o zona superior de la torre. (Ministerio de Protección Social, 2010)

- Guías de cable

Son elementos metálicos o de caucho que evitan que el cable golpee con la estructura de la escalerilla o la torre, adicional previene excesiva deflexión del cable durante el transito vertical del usuario e impide el movimiento continuo de cable por acciones de viento u otro factor ambiental. Estas guías son instaladas en intervalos con el fin de lograr disminuir las oscilación por efecto de armónico del viento y permiten el transito libre del trabajador sin la necesidad de retirar los sistemas de seguridad al encontrarse con uno de estos elementos. (Ministerio de Protección Social, 2010)

- Sistemas de riel

Se consideran como sistemas de transito vertical que se compone por un sistema de riel fijo anclado a la estructura de la torre por el cual transita un sistema de freno que permanece siempre activo para al acenso y descenso de los trabajadores, este sistema no requiere la instalación de absorbedores de energía y cuenta con todos los elementos de una línea de vida. (Ministerio de Protección Social, 2010)

- Plataforma

Las plataformas son estructuras metálicas que sirven para dar mayor seguridad y comodidad en las funciones de los trabajadores, estas deben garantizar con la resistencia suficiente para servir como puntos de anclaje a los equipos de protección contra caídas, en la cuales deben resistir 5.000 libras por persona conectada, en las torres Auto-soportadas se clasifican como:

Plataformas de descanso: se encuentras ubicadas durante todo el recorrido de la escalera, cuya función principal es permitir la recuperación física del trabajador durante el ascenso o descenso, las cual cuentan con una baranda alrededor de la plataforma que no debe ser menor a 1,10m y con piso de material antideslizante.

Plataforma superior: Son superficies ubicadas en la parte más alta de la torre con el fin de garantizar comodidad y seguridad en las actividades, estas deben contar con tubos 2” o ángulos que den soporte a la antena. (Ministerio de Protección Social, 2010)

Vehículo aéreo no tripulado

Se le denomina “Dron” o “Vehículo aéreo no tripulado” aquellas tecnologías emergentes implementadas en la actualidad para fines deportivos, militares, periodísticos, civil, entre otros cuyas características se enfocan en ser controlados de forma remota o programable desde tierra.

Estas tecnologías conocidas como drones a su vez se clasifican por sus usos comerciales o características físicas y mecánicas; son así como estos se pueden clasificar como Drones de usos civil o Drones de uso militar como es el caso de la aeronave Mavic de uso comercial o el Scaneagle de uso militar, también se clasifican por sus tipos de ala siendo así los Drones de ala fija y los Drones multirrotor.

Los términos relacionados con los vehículos aéreos son:

- Dron: Denominación popular de las aeronaves no tripuladas. Proviene del ámbito militar durante los años 40. Es un término aplicado a los aviones espía utilizados en las campañas bélicas. (Aeronáutica Civil, 2019)

- UA (Unmanned Aircraft): Término genérico para referirse a las aeronaves no tripuladas, sin tener en cuenta si son autónomas o tripuladas por control remoto. (Aeronáutica Civil, 2019)

- UAS (Unmanned Aerial System): Término genérico para referirse al sistema de aeronaves tripuladas. A diferencia del UA que se refiere exclusivamente a la propia aeronave, el sistema integra el dispositivo, el enlace de comunicaciones y la estación de tierra. (Aeronáutica Civil, 2019)

- UAV (Unmanned Aerial Vehicle): Concepto en desuso, de ámbito militar, para referirse literalmente a los vehículos aéreos no tripulados. (Aeronáutica Civil, 2019)

- RPA (Remotely Piloted Aircraft): Término para denominar a las aeronaves no tripuladas que son operadas mediante control remoto. Aplicado principalmente a los dispositivos destinados a la aviación comercial. (Aeronáutica Civil, 2019)

- RPAS (Remotely Piloted Aircraft System): Término para denominar al sistema completo (aeronave, enlace de comunicaciones y estación de tierra) de las aeronaves no tripuladas que son operadas mediante control remoto. (Aeronáutica Civil, 2019)

- Aeronaves autónomas: Las aeronaves autónomas son los aparatos capaces de desarrollar una función de forma completamente independiente, sin intervención humana de ningún tipo. (Aeronáutica Civil, 2019)

1.5 NORMATIVIDAD

La normatividad legal con la cual se evalúa el sistema de operación y la viabilidad de este proyecto se enfoca principalmente en las regulaciones del uso de aeromodelismos regidas por los **Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) de la Aeronáutica Civil.** El reglamento general de vuelos y operación (RAC 91)-Apéndice 13 hace referencia a las *Operaciones de sistemas de aeronaves no tripulados,* en las cuales realizan la clasificación del tipo de Dron según sus características (Clase A, Clase B, y Clase C), y se establecen las restricciones, limitaciones de aeronavegabilidad y condiciones físicas del vehículo are no tripulado para garantizar la seguridad de las operaciones aéreas, como la integridad y salud de la población.

En el apartado 2.2 indica de forma concreta las limitaciones que tiene las operaciones de los UAS (Sistemas de aeronaves no tripuladas) clase A en Colombia.

> ***2.2. Limitaciones de operación de los UAS de Clase A***
> (a) La operación de UAS de Clase A estará sujeta a las siguientes limitaciones:
> (1) La UA deberá tener un MTOW de hasta 25 kg.
> (2) La UA no deberá exceder, en su velocidad, de 50 MPH (44 kt u 80 km/h o 22 m/seg).
> (3) El operador deberá mantener la aeronave no tripulada en el alcance de línea de vista (VLOS) en un radio máximo de operación de 500 m horizontales durante todas las fases del vuelo. Si la pierde, deberá interrumpir inmediatamente la operación.

> (4) La operación no podrá efectuarse directamente sobre público, reuniones de personas al aire libre, aglomeraciones de edificios, ciudades u otras áreas pobladas o congestionadas. (Aeronáutica Civil, 2019)

Otras normatividad que rigüe el proyecto está en Código de Buenas Prácticas para el despliegue de infraestructura de redes de comunicaciones de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, Republica de Colombia, quien señala los beneficios obtenidos por el uso de sistemas de telecomunicaciones, inconvenientes identificados en el despliegue de redes de comunicación, Normatividad nacional sobre instalación de infraestructura y la ubicación e instalación de estaciones radioeléctricas.

Este código permite identificar los procesos y restricciones que contiene la instalación de las torres de telecomunicaciones en el territorio nacional enfocados en estudios físicos sobre la exposición a los campos electromagnéticos y la responsabilidad de los actores públicos y privados sobre el despliegue de la infraestructura:

> Debido a la existencia de diversos actores de carácter público y privado que son fundamentales, en el desarrollo del despliegue de la infraestructura, tales como los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, los gobiernos municipales y los diferentes Ministerios involucrados, se deben considerar las siguientes premisas:
>
> - Dar cobertura de todos los servicios de telecomunicaciones al 100% de la población.
> - Mejora continua de la calidad de los servicios de comunicaciones.
> - Impulsar el desarrollo económico a nivel regional y nacional.
> - Evitar afectaciones al medio ambiente o la salud de las personas. (Agencia Nacional del Espectro, 2012)

Adicional, a continuación se relaciona la normatividad legal vigente, esta se realiza por medio de una clasificación en normativa de Calidad, Ambiental, Seguridad y Salud en el trabajo y Jurídico-Legal:

NORMA	CLASIFICACIÓN	No	AÑO	DESCRIPCIÓN
Calidad	ISO	ISO / TC 20 / SC 16	2019	Borrador de los estándares mundiales para el uso de drones
	ISO	9001	2015	Una norma de Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) enfocada en implementar un sistema efectivo que permita administrar y mejorar la calidad de producto o servicio.
	ISO	15504	2011	Permite evaluar la calidad, el ciclo de vida y los procesos relacionados con el desarrollo de los servicios TIC y Software.
	ISO	ISO /IEC 20000	2005	Norma de calidad de los servicios de tecnología de la información, asegurando las buenas prácticas para la seguridad de la información.
Ambiental	Ley	1672	2013	Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.
	ISO	14001	2015	Establece los requerimientos del Sistemas de Gestión Ambiental, asegurando que las organizaciones trabajen cumpliendo la legislación ambiental establecida en el territorio nacional.
	Decreto	172	2014	Sistema distrital de gestión de riesgo y cambio climático, con el objetivo de crear sinergias entre entidades públicas, privadas y comunidades integrar el gestión de riesgos y cambio climático de Bogotá D.C.
Seguridad y salud en el trabajo	Decreto	525	2009	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 590 de 2000, sobre la gradualidad del pago de parafiscales.
	Decreto	614	1984	Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de la salud ocupacional en Colombia
	Decreto	1295	1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales
	Resolución	1178	2017	Se establecen los requisitos técnicos y de seguridad para proveedores de servicio de capacitación y entrenamiento en protección contra caídas en Trabajo en Alturas.
	Resolución	1409	2012	Se establecen los reglamentos de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas, en las cuales se establecen la definición del coordinador de trabajo en seguridad en alturas.
	Resolución	2646	2008	Se establecen disposiciones y se definen responsabilidades para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo psicosocial en el trabajo

NORMA	CLASIFICACIÓN	No	AÑO	DESCRIPCIÓN
	Resolución	0312	2019	Se definen los estándares mínimos del sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.
	Resolución	1792	1990	Se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido.
	Resolución	2013	1986	Se reglamenta la organización y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo
	Ley	789	2002	Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del Código Sustantivo del Trabajo. Norma por la cual se crea el Fondo Emprender (Art.40).
	Ley	100	1993	Por el cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral y se dictan otras disposiciones
	Ley	1401	2007	Se reglamentan la investigación de incidentes y accidentes de trabajo.
Jurídico-legales	Decreto	052	2017	Se reglamenta la localización, instalación y regularización de la infraestructura y redes de telecomunicaciones y se dictan otras disposiciones
	Decreto	393	1991	Por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías.
	Decreto	1078	2015	Se expide el decreto único reglamentario del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
	Reglamentación Aeronáutica Civil	2	2015	Circular Reglamentaria N°002. Requisitos Generales de Aeronavegabilidad y Operaciones para RPAS.
	Resolución (Aerocivil)	4201	2018	Que modifica el RAC 91 apéndice 13, y se regulan los drones de forma oficial
	Comisión de Regulación de Comunicaciones Republica de Colombia	Agencia Nacional del Espectro	2012	Código de buenas prácticas para el despliegue de infraestructura en redes de comunicación.

Tabla 1: Normatividad. Fuente: Autores, 2020.

2. ANÁLISIS DEL MERCADO

El estudio de mercado es la recopilación de datos sobre la población objeto a la cual va orientado el proyecto, la identificación de las necesidades que presenta el sector, así como la búsqueda de organizaciones que ofrezcan un servicio similares para identificar el valor agregado del servicio a ofrecer, y para realizar la simulación de los posibles escenarios en el mercado, determinar los costos de operación y el pronóstico de rango de precios del servicio, adicional las estrategias que contribuyan a establecer un marketing mediante las planeaciones estratégicas.

Para el análisis de mercado del proyecto, se realizaron consultas con información secundaria de entidades gubernamentales (Cámara Colombiana de Informática y de telecomunicaciones, Ministerio de las TIC's y Cámara de comercio), para identificar la cantidad de torres de telecomunicaciones en el territorio nacional y las principales empresas que ofrecen los servicios técnicos.

2.1 ANÁLISIS DEL CONTEXTO

La prestación de los servicios de internet y telefonía móvil en cada una de las regiones del país depende de funcionamiento las torres de comunicaciones, es por eso, que la ubicación de cada una de ellas es estratégica para dar mayor y mejor cobertura, es decir, para ofrecer el servicio de llamadas y datos con buena estabilidad. La Cámara Colombiana de informática y telecomunicaciones identifica que Colombia cuenta con 16.351 torres de telecomunicaciones, ubicadas a lo largo del territorio nacional, aplicaciones gratuitas como OpenSignal y *Antenas de Celulares,* brindan información sobre el posicionamiento global de las torres de telecomunicaciones y su distancia en relación a la ubicación, según el posicionamiento del teléfono celular.

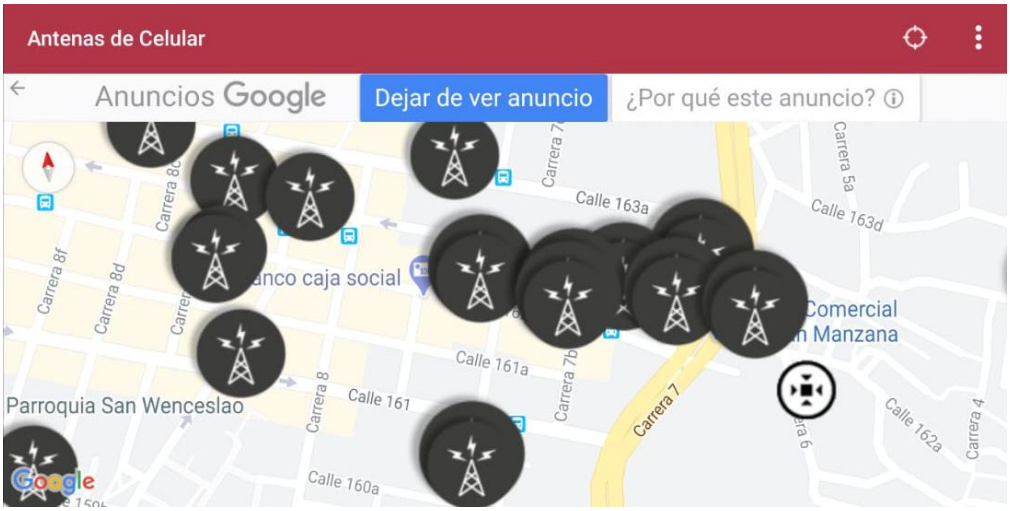


Imagen 2: Posicionamiento de las torres de telecomunicaciones. Fuente: Aplicación Antenas de Celular, 2020.

Para el año 2019, operadores como Claro, Tigo, Movistar, ETB, Avantel, Virgin, y Éxito contaban con 65.116.052 abonados (usuarios), mercado que va en crecimiento, razón por a cuál, estos operadores, junto al Estado Colombiano, plantean nuevas tecnologías como el 5G. Es allí donde las empresas de aeromodelismo comercial, tienen una oportunidad de diversificar su mercado, al ofrecer sus servicios de monitoreo para la prevención de accidentes de trabajo en alturas a las empresas de telecomunicaciones en las actividades que requieren el ascenso a las torres, como los mantenimientos, la ampliación de cobertura y los cambios de tecnología que se realizan actualmente.

En Colombia, las actividades laborales en alturas son consideradas una actividad de alto riesgo, las estadísticas nacionales en el año 2019 registraron 1.800 accidentes, costos a los cuales incurrirán por las administradoras de riesgos laborales (ARL). Según Adriana Solano Luque, presidenta ejecutiva del Consejo Colombiano de Seguridad: "los retos en nuestro país son cada vez mayores. Si comparamos nuestras cifras de accidentalidad para el año 2017, continuamos con unos niveles muy por encima de países desarrollados, pero aún con estadísticas superiores a las de economías similares a las colombianas, tales como la chilena. Si bien en 2017, Colombia registró una tasa de accidentalidad de 6,2 por cada 100 trabajadores afiliados al Sistema General de Riesgos Laborales (Fasecolda);

El sector de las telecomunicaciones, al cual va encaminado el proyecto, es un sector activo que requiere de constante actualización tecnológica y exige el uso obligatorio de infraestructura de torres y mástiles de telecomunicaciones para el soporte e instalación de antenas. Los trabajos en alturas que se realizan en ellas, se convierten en una exposición constante al peligro en caída de alturas.

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETO

Las empresas como Claro, Tigo y Movistar, tercerizan muchas de sus actividades que implican el ascenso a las torres de comunicación a otras empresas que están distribuidas en los diferentes departamentos del país. Son estas empresas nuestra población objetivo, ya que ellos cuentan con la experticia, el personal técnico para realizar las actividades de alturas en las torres de telecomunicaciones.

Con el objetivo de conocer cuántas empresas prestaban este servicio, se hizo una revisión general de las empresas de telecomunicaciones registradas en la Cámara de Comercio de Bogotá, y se encontraron 59 empresas activas en todo el territorio nacional, entre ellas están:

- SERVINTELCO SAS
- INGETEL - L.H.S
- K2K SOLUCIONES S.A.S.
- NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS COLOMBIA LTDA
- SITCOM PEREIRA
- YINDA S.A.S.
- UNION ELECTRICA
- GAMMA SOLUTIONS SAS

Segmentación: La población objetivo al que está orientado este proyecto, será inicialmente a las empresas de telecomunicaciones que prestan servicio de trabajo en alturas en las torres auto-soportadas en el departamento de Cundinamarca en las zonas rurales.

Característica geográfica: Inicialmente, se prestara el servicio únicamente a las antenas auto-soportadas, ya que estas tienen un punto de visibilidad más amplio de los sistemas de seguridad y pueden ser analizados mediante procesamiento de imágenes aéreas, se realizaran en las antenas ubicadas en las zonas rurales puesto que el reglamento de la aeronáutica RAC 91 Apéndice 13 señala que "La operación no podrá efectuarse directamente sobre público, reuniones de personas al aire libre, aglomeraciones de edificios, **ciudades** u otras áreas pobladas o congestionadas" (Aeronáutica Civil, 2019).

2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR

Para caracterizar el sector se elaboró y ejecutó una encuesta dirigida a ingenieros, implementadores y coordinadores de campo de empresas de telecomunicaciones, con el fin de obtener información de primera mano, para orientar el servicio a las necesidades que presentan en el sector.

Esta encuesta tiene como objetivo principal explorar y observar la percepción de un nuevo servicio de diagnóstico de la torre a través de nuevas tecnologías, como el uso de vehículos aéreos no tripulados, que apuntan a ser respondidas, por posibles beneficiarios del servicio. Se aplica cada encuesta mediante un link virtual de acceso al cuestionario donde el usuario elige las diferentes opciones de repuesta. Los tipos de preguntas usados son: preguntas cerradas, selección única, pregunta abierta y selección múltiple.

El perfil del entrevistado fue definido por:

1ª filtro: Ingenieros electrónicos o de telecomunicaciones que trabajen en el sector de las telecomunicaciones.

2ª filtro: Personal que trabaja el área de las telecomunicaciones realizando reportes radiantes.

2.4 RESULTADO DE LAS ENCUESTAS

Con miras a la construcción del tamaño de la muestra se toma la cantidad total de ingenieros del área de ACS (30) de la compañía ZTE Colombia SAS encargadas de auditar las actividades de campo en las torres de telecomunicaciones de las 59 empresas registradas en la cámara de comercio en todo el territorio nacional, el personal encuestado cuenta con un promedio de cuatro años de experiencia en campo sobre las actividades en alturas en las torres de telecomunicaciones y acceso a información sobre número total de actividades de campo por empresa y departamento.

Teniendo en cuenta la información anterior el muestreo probabilístico aleatorio simple se estableció un nivel de confianza del 90%, un margen de error de 10% y una probabilidad de éxito del 50%, teniendo como base el número total de ingenieros auditores (30), para lo cual se definió como resultado la realización de 21 encuestas aplicadas a través de una link virtual.

FICHA TÉCNICA DE LA ENCUESTA	
Universo:	Ingenieros con más de cuatro años de experiencia en actividades de campo con trabajo en alturas en las torres de telecomunicaciones.
tamaño muestral Objetivo del estudio:	Identificar los problemas de que se presentan en seguridad en las torres de telecomunicaciones junto con la percepción que se tiene para la solución de los mimos bajo el uso de nuevas tecnologías.
Tipo de muestra:	Aleatorio Simple.
Tamaño de la muestra:	Total de personas encuestadoras: 30 Ingenieros auditores.
	Total de personas que respondieron la encuesta: 21 ingenieros auditores.
Margen de error:	El error es del 10%, con un nivel de confianza del 90%
Técnica de recolección:	Solicitadas de forma presencial pero realizadas por un link virtual.
Momento estadístico:	21 de abril del 2020.

Tabla 2: Ficha técnica de la encuesta. Fuente: Autores, 2020.

Después de comparar y reunir los datos de la encuesta realizada a 21 ingenieros del sector de las telecomunicaciones, se concluye que:

- Las infraestructuras en las cuales se desarrollan más actividades son las torres móviles, seguidas de las torres auto-soportadas y por ultimo las torres riendadas.
- Con un porcentaje del 45% de los encuestados, señal que los técnicos tardan entre 30-40 minutos para el ascenso a las torres de comunicación, y un 40% afirma que tardan entre 50-60 minutos.
- Durante los lapsos de tiempo anteriormente mencionados en el que el técnico asciende y desciende a la torre, el 50% de los encuestados informaron que el personal ha sufrido lesiones trabajando en las torres. Se reporta que un 47% se presenta por falta de guías de anclaje para el ascenso, un 42% por la oxidación de la infraestructura de la torre y otro 23% por sistemas de riel o escalerilla.
- El 90% de los encuestados detalla que la frecuencia en la cual se realizan mantenimiento en las torres de telecomunicaciones es entre uno y dos actividades cada seis meses.
- El 73% de los encuestados no conoce empresas que presten el servicio de inspección en torres por aeromodelismo.
- El 100% de los ingenieros encuestados considera el uso de vehículos aéreos no tripulados como una herramienta para reducir la tasa de accidentalidad en la ejecución de actividades en alturas en las torres de telecomunicaciones.
- El 91% afirma que el uso de las nuevas tecnologías pueden llegar ser efectivas para la inspección previa en los sistemas de seguridad en las torres.
- El 90% de los encuestados, considera viable el uso de estos vehículos aéreos no tripulados para monitoreo y evaluación de las condiciones físicas de las torres de telecomunicaciones.
- Un 95% de los encuestados estaría dispuesto a contratar un servicio de monitoreo para chequeos preventivos en torre y revisión de conexión.

En el anexo número 1 se detalla las respuestas obtenidas en la encuesta.

2.5 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

A través de un procesamiento de superposición de capas, en el software ArcGis de la ubicación geográfica de las torres de telecomunicaciones, obtenidas mediante la aplicación móvil “Antena Celular”, se logra realizar un conteo del número de total de antenas en zonas rurales en el departamento de Cundinamarca, con un total de 667 torres de telecomunicaciones (Imagen 3).

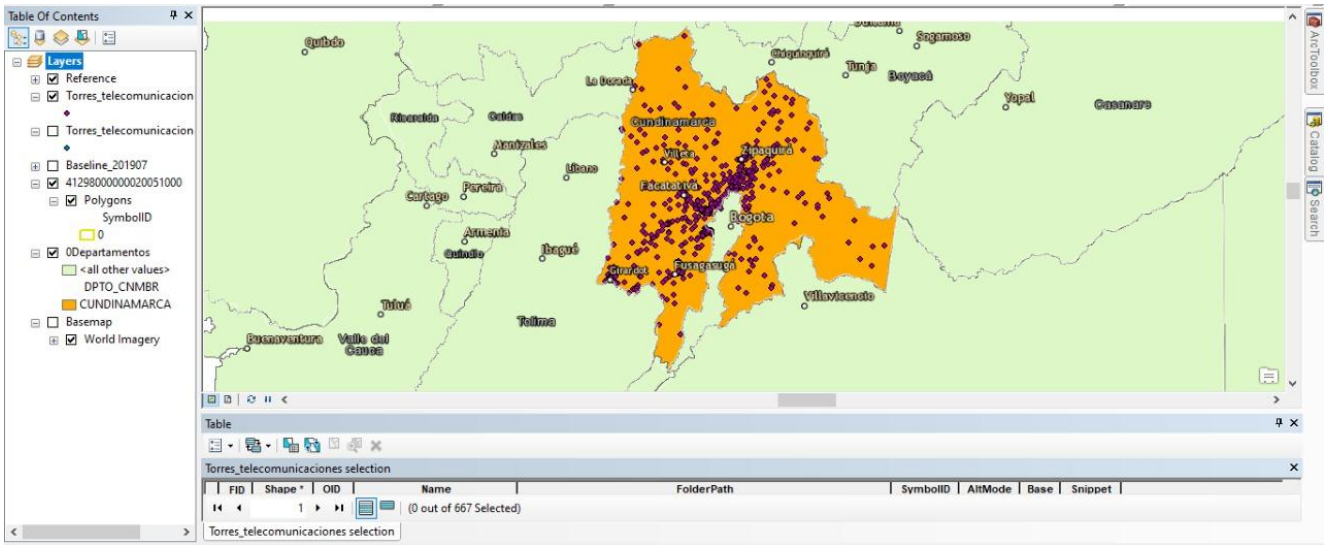


Imagen 3: Procesamiento de superposición de capas en el software ArcGis. Fuente: Autores, 2020.

Teniendo en cuenta la información de la encuesta aplicada a los ingenieros auditores, se identifica, que la frecuencia al mantenimiento de las torres de telecomunicaciones, se realiza aproximadamente una vez cada seis meses, lo que nos daría como demanda de actividades en campo un total de 1.334 actividades en promedio por año, de las cuales, se proyecta abarcar un 5%, es decir, un promedio de 74 actividades por año.

Dado que la demanda se toma a partir de la cantidad total de torres de telecomunicaciones autosoportadas ubicadas en Cundinamarca, la cual será constante a menos de que se aumente la instalación de torres de telecomunicaciones o se realice un cambio de tecnología como el 5G y la expansión en la banda 700 MHz, se desea implementar una estrategia de mercado que aumente el crecimiento anual en un 3.4% durante los primeros cinco años, para que en el año 2024 se abarque un 7% es decir 88 actividades al año.

Año	Incremento el mercado	Crecimiento	Número de actividades proyectadas	Número de actividades por año
2020	5,54%	3.4%	74	**1.334**
2021	5,77%	3.4%	77	**1.334**
2022	6,07%	3.4%	81	**1.334**
2023	6.29%	3.4%	84	**1.334**
2024	7%	3.4%	88	**1.334**

Tabla 3: Proyección de la demanda. Fuente: Autores, 2020.

2.6 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Se utiliza el diagrama radar como como herramienta de comparación entre estado actual que ofrecen las empresas que prestan el servicio de aeromodelismo para la inspección de torres de telecomunicaciones y el estado ideal al que se quiere llegar con el proyecto.

Para este diagnóstico se toman como referencias cuatro empresas avaladas por la aeronáutica civil de sobrevolar aeronaves remotamente tripuladas con fines comerciales en el territorio nacional y una a nivel internacional, cabe resaltar que en Colombia no se encuentra una empresa que enfoque sus servicios solo al aérea de telecomunicaciones, por ello se escogieron las empresas que prestan un servicio de aeromodelismo de inspección de infraestructura.

Las empresas seleccionadas son:

- ADVECTOR S.A.S
- AEROSCANTECH S.A.S
- SEMPMIRA S.A.S
- ECOMPASS S.A.S
- AERIALTRONICS

El resultado de las encuestas realizadas a los 21 ingenieros de telecomunicaciones busca que los servicios ofrecidos por el nuevo nicho de mercado en sus áreas resuelvan o

satisfaga algunos aspectos en campo, pero para ello se seleccionan seis diagnósticos que debe tener toda empresa, las cuales son:

- ✓ Capacidad de prestación de servicio en todo el territorio nacional.
- ✓ Diagnóstico detallado del sistema de seguridad de la infraestructura de la torre de telecomunicaciones.
- ✓ Trabajo en torres móviles y auto-soportadas.
- ✓ Experiencia en aeromodelismo.
- ✓ Personal capacitado en telecomunicaciones.
- ✓ Diversidad en tecnología.

Para la evaluación de los aspectos la calificación se realiza de 1 a 5, donde 1 hace referencia a que no cuentan con el servicio o tecnología y 5 cuentan con el servicio de calidad (Tabla 3), esta clasificación se evalúa a criterio de un ingeniero electrónico que basa su evaluación a través de la investigación detallada de cada una de las empresas sobre los servicios que ofrece y la tecnología que se utiliza. (Imagen 4)

A través de este análisis se identifica que en el mercado las empresas que actualmente prestan el servicio de aeromodelismo no se especializan en prestar el servicio en Diagnóstico detallado del sistema de seguridad de la infraestructura de la torre de telecomunicaciones, especialmente en torres móviles y auto-soportadas, debido a que se enfocan únicamente en una solo área de mercado.

DIAGNÓSTICO / EMPRESA	ADVECTOR S.A.S	AEROSCANTECH S.A.S	SEMPMIRA S.A.S	ECOMPASS S.A.S	Aerialtronics	Proyecto
Capacidad de prestación de servicio en todo el territorio nacional	4	4	4	5	3	4
Diagnóstico detallado del sistema de seguridad de la infraestructura de la torre de telecomunicaciones.	3	3	3	3	5	5
Trabajo en torres móviles y auto-soportadas	3	3	3	2	5	5
Experiencia en aeromodelismo	4	5	4	5	5	4
Personal capacitado en telecomunicaciones	3	5	4	4	5	4
Diversidad en tecnología	4	4	4	4	4	5

Tabla 4: Información base –diagrama radar. Fuente: Autores, 2020.

Imagen: Diagrama Radar.

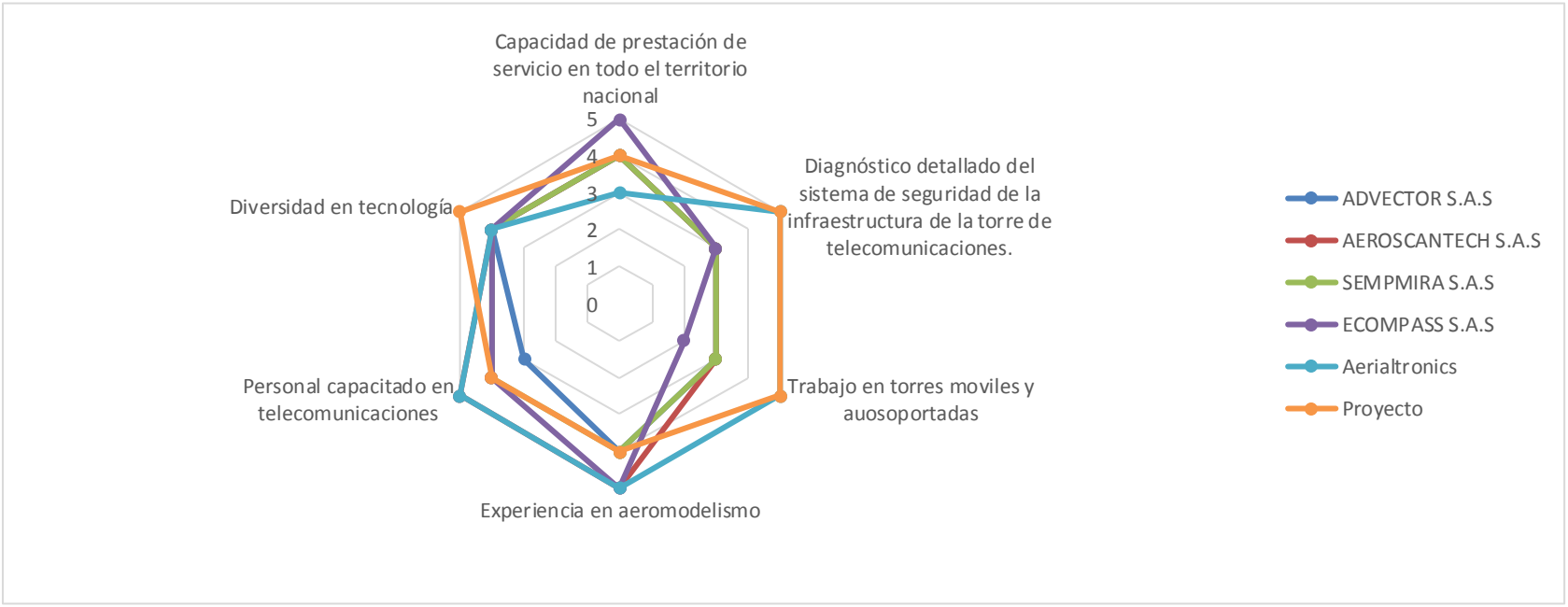


Imagen 4: Diagrama Radar. Fuente: Autores, 2020.

3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

3.1 JERQUIZACION DE PRIORIDADES

La utilización de la metodología de jerarquización de prioridades propone identificar los riesgos, problemas, actividades críticas, entre otras, que puedan afectar la implementación del proyecto, como el objetivo empresarial, tiempos de ejecucion, presupuesto y requisitos obligatorios para la implementación, para que a su vez sean evaluadas a través de una matriz cruzada que permita visualizar los riesgos más críticos. A continuación se exponen algunos de los tipos de prioridades encontrados:

1. **Tipos de prioridades**

- Baja información sobre los casos de accidentes de trabajo en alturas en torres de telecomunicaciones.
- Sobrecostos en el servicio.
- Baja demanda del servicio.
- Restricciones de aeronavegabilidades con los vehículo área no tripulado.
- Escasa información sobre la periodicidad de mantenimiento en las antenas.
- Posible afectación del proyecto a la avifauna en las zonas a ejecutar el proyecto.

Escala de valoración por criterio	
Baja incidencia	1
Media incidencia	2
Alta incidencia	3

Tabla 5: Escala de valores por criterio. Fuente: Autores, 2020.

Escala de priorización		Descripción
Bajo	0-4	Nivel de afectación del proyecto aceptable
Moderado	5-7	Afectación controlable al proyecto
Severo	8-10	Afectación que requiere seguimientos y medidas de control.
Critico	10-12	Requiere acciones de mitigación, control o eliminación de la afectación.

Tabla 6: Escala de priorización. Fuente: Autores, 2020.

FACTOR	Criterios / Prioridades	Objetivo empresarial	Tiempos	Presupuesto	Requisitos	Puntaje	Observaciones
INTERNOS	Accidentes de trabajo en alturas en torres de telecomunicaciones	3	1	1	3	9	Es importante contar con esta información para justificar la importancia del proyecto.
	Sobrecostos en el servicio	1	2	3	3	11	Errores en los pronósticos de costos
	Baja demanda del servicio	3	2	3	3	11	Que la estrategia de mercado no llegue hacer llamativa para los clientes
	Desconocimiento del uso de nuevas tecnologías	3	1	1	3	9	La población objeto no conozca las ventajas del uso de la implementación de nuevas tecnologías
	Repetición de la medición	1	3	3	2	9	Por errores en la toma de la medición, se repite el servicio.
EXTERNOS	Restricciones de aeronavegabilidades con los vehículos aéreos no tripulados	2	3	3	3	11	Limitaciones de prestación del servicio
	Escasa información sobre la periodicidad de mantenimiento en las antenas	2	1	2	3	8	Desconocimiento de la demanda potencial
	Posible afectación del proyecto a la avifauna en las zonas a ejecutar el proyecto	2	1	1	2	6	Los interesados muestren restricciones al uso de aeronaves por posibles afectaciones a la avifauna.
	Meteorología no favorable	1	3	3	2	9	Los cambios climáticos afectan el sobrevuelo del vehículo aéreo no tripulado.
	Cancelación de actividades por orden publico	1	3	1	1	6	No se pueda llegar al sitio de la medición por restricciones ilegales.
	Solicitud del servicio a antenas no auto-soportadas	1	1	1	1	4	Cuando la medición se solicita a tipos de antenas móviles o arriostradas.

Tabla 7: Jerarquización de prioridades. Fuente: Autores, 2020.

A continuación se establecen una formulación de estrategias para abordar los riegos más críticos que se pueden presentar en el proyecto de factores internos como externo

2. Formulación de la estrategia para abordar la prioridad

Prioridad 1: Restricciones de aeronavegabilidades con los drones

Estrategia 1: Certificación del personal y actualización de normatividad aplicable

Para cumplir con los requisitos establecidos para el uso de los vehículos aéreos no tripulados, se debe certificar al personal de campo que va a realizar las actividades, así como estar al tanto de la normatividad de la Aeronáutica Civil y demás instituciones que apliquen, en caso de que este tipo de actividades requieran permisos de aeronavegabilidad (hecho que en el momento no es necesario en zonas rurales). Es por ello que el mercado objetivo inicialmente es únicamente actividades en las zonas rurales en el Departamento de Cundinamarca e ir ampliando el mercado a departamentos aledaños, igualmente en zonas rurales, lo cual significa un mercado amplio teniendo en cuenta la gran cantidad torres de telecomunicaciones autosoportadas que hay en el territorio nacional (16.351 torres según información de la Cámara Colombiana de informática y telecomunicaciones) y el porcentaje territorio rural vs urbano del país.

Prioridad 2: Baja demanda del servicio

Estrategia 2: Estrategia de mercadeo

Para llegar a la población objeto del servicio se debe establecer una estrategia de mercadeo en la que se presente claramente las ventajas del uso del servicio ofrecido y los beneficios de este para su organización. Para ello se deben realizar visitas a las empresas de telecomunicaciones para captar y fidelizar nuevos clientes, participar en ferias de tecnología y telecomunicaciones, lograr convenios interinstitucionales de esta manera asegurara un aumento en la demanda. Se debe a su vez, superar las expectativas de los clientes frente al servicio y tener en cuenta su opinión para la mejora continua.

Prioridad 3: Sobrecostos en el servicio

Estrategia 3: Estudio financiero

Para evitar sobrecostos en el servicio a prestar, se debe realizar un estudio detallado de los costos de los recursos a utilizar en ámbitos de materia prima y mano de obra, utilizando teorías financieras con las que se calcule el precio más óptimo, teniendo en cuenta el precio que rige en el mercado con empresas similares. Se deben establecer precios adecuados de acuerdo al contexto del servicio y al realizar.

3.2 POLÍTICA DE CALIDAD

Es un proyecto comprometido con la satisfacción de total de los clientes, garantizando la efectividad en la prestación de los servicios de monitoreo y evaluación previa de las condiciones físicas de las torres de telecomunicaciones con el uso de vehículos aéreos no tripulados, dando cumplimiento a los requisitos normativos y legales aplicables, a su vez brindando espacios de bienestar laboral para proteger la seguridad y salud de los trabajadores y realizando acciones para la protección del medio ambiente mitigando los impactos ambientales generados por la prestación de los servicios.

4. INGENIERIA DEL PROYECTO

El diseño del servicio que se plantea es enfocado a la inspección de los sistemas de seguridad a las torres auto-soportadas ubicadas en cualquier parte del territorio nacional, para el estudio técnico se delimita el proyecto a las torres ubicadas en zonas rurales del departamento de Cundinamarca Colombia.

Para la ejecución de este sistema se tiene que manejar conceptos básicos de aeromodelismo, sistemas de control, manejo de sistemas de radio frecuencia y programación orientada a objetos, enfocados al procesamiento de imágenes para la detección de fallas en los sistemas de seguridad en las torres de telecomunicaciones.

4.1 METODOLOGÍA QUALITY FUNTION DEPLOYMENT (QFD)

El objetivo de implementar la matriz QFD es identificar las necesidades y expectativas que busca el mercado objeto con respecto al diagnóstico de las torres de telecomunicaciones, para ello se toma información de las peticiones obtenías a través de la encuesta, los resultados obtenidos fueron:

- Revisión de los sistemas de seguridad en la torre.
- Facilidad de identificación de las tecnologías.
- Verificación segura del estado de la infraestructura de la torre.
- Identificación de factores de riesgo para el personal de campo.
- Reducción de tiempo en la inspección
- Monitoreo en zonas de difícil acceso.

A partir de estar características de las necesidades que representan el (QUÉ) en la matriz, se identifican que requisitos funcionales y técnicos son necesarios para que el servicio a prestar cumpla con los estándares de calidad que exige el cliente (CÓMO), para ellos se formula una lista del cómo se pude cumplir con los requisitos:

- Mapeo de la ruta de ascenso.
- Visualización de las herramientas estructurales para el ascenso por tomas áreas.
- Identificación de las marquillas de las BTS mediante capturas aéreas.
- Modelamiento en 3D de la infraestructura.
- Drones con alcance a zonas de difícil acceso.
- Detección de conexiones del sistema eléctrico.
- Informe técnico del diagnóstico de la torre.
- Vuelos de chequeo en la torre.
- Drones con características técnicas favorables.

Para identificar la correlación entre los (CÓMO), el QFD cuenta en la parte superior con una matriz cruzada de forma triangular donde se establece si la relación es positiva, negativa o únicamente no presenta correlaciones entre ellos que afecte su funcionalidad, que a su vez estará evaluada por una dirección de mejora que proporciona si se debe maximizar, minimizar o permanecer en un estado neutro (Imagen).

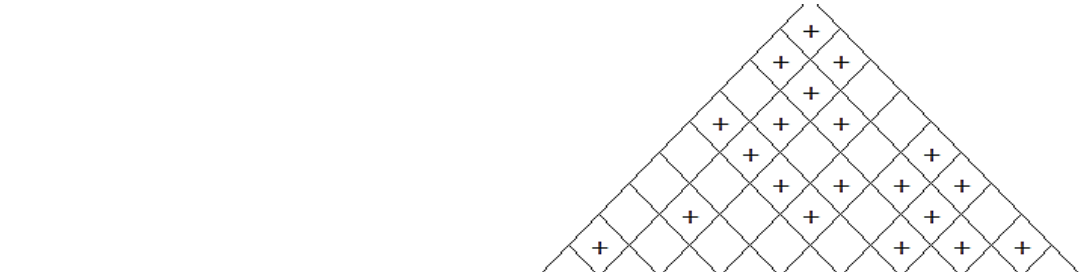
Adicionalmente para evaluar la relación entre los (QUÉ) demanda el usuario y (CÓMO) se va a cumplir esas peticiones, el QDF en su parte central proporciona una matriz donde se establece si la relación entre los dos factores es fuerte, moderada o débil determinado en si cual factor cuenta con el mayor peso relativo o calificación de importancia técnica.

Correlaciones	
Positiva	+
Negativa	−
No presenta correlación	

Parentesco	
Fuerte	●
Moderado	○
Débil	▽

Dirección de Mejora	
Maximizar	▲
Neutro	◇
Minimizar	▼

Tabla 8: Factores de calificación. Fuente: Autores, 2020.



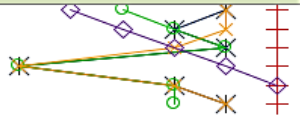
Fila	Tabla de Peso	Peso Relativo	Importancia del Cliente	Requerimientos Funcionales / Requisitos del Cliente	1 Mapeo de la ruta de ascenso	2 Visualización de las herramientas estructurales para el ascenso por tomas áreas	3 Identificación de las marquillas de las BTS mediante capturas aéreas	4 Modelamiento en 3D de la infraestructura	5 Drones con alcance a zonas de difícil acceso.	6 Detección de conexiones del sistema eléctrico	7 Informe técnico del diagnóstico de la torre	8 Vuelos de chequeo en la torre	9 Drones con características técnicas favorables.	Proyecto	ADVECTOR S.A.S	AEROSCANTECH S.A.S	SEMPMIRA S.A.S	0 1 2 3 4 5	Fila
				Columna #	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
				Dirección de Mejora	▲	▲	▲	◇	▲	▲	◇	▲	▲	Evaluación competitiva del cliente					
1		20%	19	Revisión de los sistemas de seguridad en la torre	●	●	○	●	○	●	●	●	●	5	4	2	4		1
2		9%	9	Facilidad de identificación de las tecnologías	○	○	●	○	○	●	●	●	●	5	3	3	4		2
3		19%	18	Verificación segura del estado de la infraestructura de la torre	●	●	○	●	○	●	●	●	●	5	4	4	3		3
4		15%	15	Identificación de factores de riesgo para el personal de campo	○	○	○	●	●	○	○	○	○	5	0	0	0		4
5		20%	19	Reducción de tiempo en la inspección	●	○	●	●	●	○	○	▽	●	5	3	3	3		5
6		18%	17	Monitoreo en zonas de difícil acceso	○	○	○	○	●	○	○	●	●	5	4	3	4		6
				Calificación de Importancia Técnica	646,4	528,9	473,2	739,2	615,5	584,5	584,5	650,5	807,2						
				Peso Relativo	11%	9%	8%	13%	11%	10%	10%	12%	14%						
				Columna #	1	2	3	4	5	6	7	8	9						

Imagen 5. Matriz QFD. Fuente: Autores, 2020.

A partir de la información obtenida de la matriz, se puede observar que entre las necesidades que requiere el cliente, las de mayor peso relativo se enfocan en la revisión de los sistemas de seguridad, verificación segura del estado de la torre y la reducción de tiempo en la inspección, que a su vez, para solucionar estas peticiones el servicio a prestar debe contar con vehículos aéreos no tripulados que realicen mapeos aéreos y modelamientos 3D de la infraestructura y con una serie de diversidad de tecnología que cumpla con los estándares de calidad, en la que cuenten con condiciones favorables para realizar inspecciones a zonas de difícil acceso.

También se puede observar, que las correlaciones de los factores de requerimientos funcionales, no presentan correlación negativa que pueda afectar el funcionamiento de cada solución propuesta (CÓMO), sino que al contrario, cuentan en su gran mayoría, con una relación entre ellas de forma positiva.

Otro aspecto importante que se puede observar, es en la comparación de las empresas que actualmente prestan servicios similares, ya que en su portafolio no cuentan con algunos de los servicios que el mercado objetivo estaría dispuesto a solicitar, lo cual puede llegar hacer un nicho de mercado con una fuerte demanda.

4.2 DISEÑO DEL SERVICIO

El servicio está orientado a monitorear y verificar el cumplimiento de los sistemas de seguridad para el acenso del personal técnico en las torres auto-soportadas en las actividades de campo, para ellos se ofrece el uso de vehículos aéreos no tripulados con cámaras especializadas que determinan los posibles factores de riesgo para el personal.

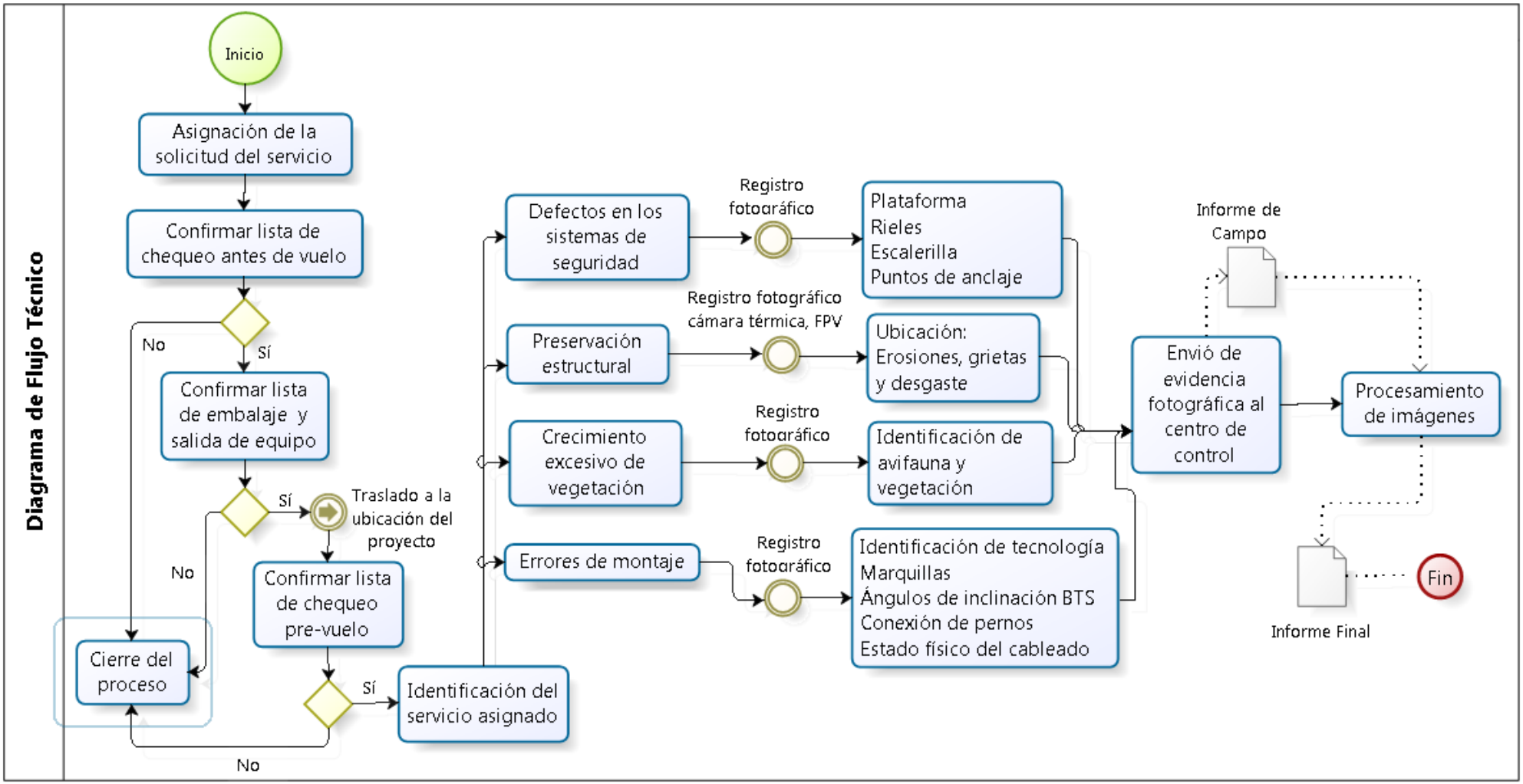


Imagen 6. Diagrama de flujo técnico. Fuente: Autores, 2020.

4.3 SERVICIO A PRESTAR

El proyecto se enfoca en la prestación de los siguientes servicios:

Defectos en los sistemas de seguridad

- Estado fisico de los rieles
- Estado fisico del la plataforma
- Puntos de anclaje

Preservación estructural

- Ubicación de erosiones
- Identificación de grietas
- Desgaste general

Crecimiento Excesivo de vegetación

- Identificar vegetación que interfiera líneas eléctricas
- Identificación de vectores en la torre.

Errores de montaje

- Identificación de tecnologías instalada
- Angulo de inclinación de la BTS
- Identificacion de la frecuencia

4.4 TECNOLOGÍA DEL SERVICIO

Con el fin de seleccionar la tecnología apropiada del dron y de establecer el procedimiento a seguir a través de una lista de chequeo para la inspección y estudio del estado de las torres de telecomunicaciones auto-soportadas, a continuación se detalla la tecnología que erigirá el proyecto:

4.4.1 Selección de tecnologías

Para la selección de la tecnología que se va a emplear para la ejecución del proyecto, se realizó un cuadro comparativo cualitativo considerando variables como temas de importación, representación de la marca en Colombia, facilidad para la adquisición de repuestos y por último el costo que conlleva el equipo tecnológico; siendo ésta la que más se tenía consideración al momento de la elección definitiva

Los drones seleccionados cuentan con los estándares más altos de calidad en sistemas de control, tiempo de vuelo, alcance, velocidad, resistencia al viento (Perturbaciones) y material resistente en el Frame, es decir que no puede ser un factor de decisión para elegir el equipo a utilizar.

Producto	Importación		Representación en Colombia		Repuestos		Costo + Importación
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Cámara dual PENSAR	x			x		x	$ 73,649,754.59
Cámara Zenmuse xt		x	x				$ 29,900,000.00
Cámara dual Zenmuse xt2	x		x				$ 29,049,088.58
Cámara Zenmuse z30 zoom	x		x				$ 14,978,836.30
Dron Zenith	x			x		x	$ 99,046,221.69
Dron Matrice 210 con Zenmuse xt y z30		x	x			x	$ 76,999,000.00
Dron Inspire con cámara térmica	x		x		x		$ 33,010,327.94
Dron Matrice M600	x		x			x	$ 26,915,175.83
Dron Inspire	x		x		x		$ 4,312,320.11
Dron Mavic 2 pro		x	x		x		$ 6,639,000.00
Dron Phantom 4 pro	x		x		x		$ 7,843,041.08
Dron Phantom 4 pro v2		x	x			x	$ 7,150,000.00
Sistema DJI FPV		x	x			x	$ 3,997,664.61
Gafas DJI FPV	x		x			x	$ 2,399,634.89
Gafas DJI GOOGLES FPV		x	x		x		$ 1,649,000.00

Tabla 9: Selección de Tecnologías. Fuente: Autores, 2020.

Para temas de importación se debía tener en cuenta los costos adicionales al momento de legalizar el equipo en Colombia. Según investigadores de la revista Dinero, concluyeron que los gastos totales en que incurre el importador alcanzan el 36,6% del valor CIF (Coste, seguro y flete al puerto de destino convenido) de la mercancía. Estos costos se desglosan en tres grandes categorías: transporte internacional (4,6%); derechos aduaneros (14,8%), y costos internos no arancelarios (17,2%). También, según la misma revista, Las cifras indican que se necesitan de 18 a 21 días para completar los procesos requeridos para importar una mercancía.

La representación de la marca del equipo es primordial ya que agiliza los procesos de importe, mantiene la dinámica del mercado en cuanto a actualizaciones de software y hardware de los elementos tecnológicos, además de facilitar la consecución de repuestos en caso de imprevistos que le puedan ocurrir a los equipos (estructura del dron, programación, cámaras, radio control, gafas, etc.).

Teniendo en cuenta esto, se presentaron 3 opciones:

- **Primera opción**: realizar la inversión de un dron armado y programado que unifique dos tipos de cámaras, la de tipo RGB y la de tipo térmica.
- **Segunda opción**: la compra de equipos por separado, drones y cámaras para realizar el armado y programación.

Analizando los resultados dados por el cuadro comparativo cualitativo desarrollado anteriormente se determinó por escoger la opción 2, ya que en el mercado se cuenta con drones con altos estándares de calidad y con sistemas de control robustos para condiciones adversas que se presenten en el ambiente.

Los equipos seleccionados fueron:

EQUIPOS PARA EL MONITOREO	
Dron Phantom 4 pro 	Dron Inspire 1 con cámara térmica zenmuse X3 
Gafas DJI GOOGLES FPV 	

Tabla 10: Tecnología. (DJI STORE, 2020)

4.4.2 Características vehículos aéreos no tripulados (Drone). Ficha Técnica

Para la implementación de los vehículos aéreos no tripulados en las revisiones físicas de la estructura de las torres, presencia de flora y fauna que dificulten el ascenso y el monitoreo de las condiciones climáticas, se contará con la siguiente tecnología implementada en los drones:

- **PHANTOM 4 PRO**: Es un aeromodelo con características físicas y funcionales que permiten la realización de diversas actividades como el filme o captura fotográfica aérea, fácil acceso a zonas de complejo ingreso, comunicación y control de forma remota y de largo alcance y la gran facilidad de vuelo y estabilidad en el aire.
- **Inspira1:** Es una aeronave con estabilidad aérea y corrección de vuelo que permite un vuelo estable y controlado en el aire, este cuenta una cámara Zenmuse X3 la cual brinda una calidad de imagen y una capacidad de giro de 360° lo cual facilita la captura de toma aérea.

CARACTERÍSTICAS			
COMPONENTE	**INFORMACIÓN**	**INSPIRA 1**	**PHAMTOM 4 PRO**
Batería	Voltaje	22,2 V	15,2 V
	Tipo de Batería	LiPo 6S	LiPo 4S
	Energía	99,9 Wh	89,2 Wh
	Peso neto	570 g	468 g
	Max potencia de carga	180 W	160 W
Cámara	Píxeles efectivos	12,4 millones	
	Tamaño máximo de imagen	4000x3000	Relación de aspecto 3: 2: 5472 × 3648 Relación de aspecto 4: 3: 4864 × 3648 Relación de aspecto 16: 9: 5472 × 3078
	Rango ISO	100-3200 (video)	Video: 100 - 3200 (Automático) 100 - 6400 (Manual)
		100-1600 (foto)	Foto: 100 - 3200 (Automático) 100 - 12800 (Manual)
	Lente	20 mm (equivalente al formato de 35 mm) enfoque f / 2.8 a ∞	FOV 84 ° 8.8 mm / 24 mm (equivalente en formato de 35 mm)
		9 elementos en 9 grupos	
		Anti-distorsión	
	Modos de fotografía fija	Disparo único Disparo en ráfaga: 3/5/7 cuadros	Ráfaga de disparo único: 3/5/7/10/14 cuadros
		Time-lapse	Intervalo de sesgo : 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
	Max Bitrate de almacenamiento de video	60 Mbps	100 Mbps
	Tipos de tarjeta SD compatibles	Micro SD	Micro SD
		Capacidad máxima: 64 GB. Se requiere clasificación de clase 10 o UHS-1.	Capacidad máxima: 128 GB Velocidad de escritura ≥15 MB / s
	Rango de temperatura de funcionamiento	0 ° a 40 ° C	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)
Control remoto	Frecuencia de operación	5.725-5.825 GHz	5.725 - 5.825 GHz

		2.400-2.483 GHz	2.400 - 2.483 GHz
	Distancia máxima de transmisión	Hasta 5 km o 3.1 millas cuando cumple con FCC	2.400 - 2.483 GHz (sin obstáculos, sin interferencias) FCC: 4.3 mi (7 km); CE: 2.2 mi (3.5 km); SRRC: 2.5 mi (4 km)
		Hasta 3.5 km o 2.1 millas cuando cumple con CE	
		Hasta 2 km o 1.2 millas cuando cumple con MIC	5.725 - 5.825 GHz (sin obstáculos, sin interferencias) FCC: 4.3 mi (7 km); CE: 1.2 mi (2 km); SRRC: 3.1 mi (5 km)
	Doble capacidad de usuario	Conexión de host y esclavo	
	Soporte para dispositivo móvil	Tableta o teléfono inteligente	
	Temperatura de funcionamiento	14 ° a 104 ° F (-10 ° a 40 ° C)	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)
	Temperatura de carga	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)	
	Batería	6000mAh 2S LiPo	6000 mAh LiPo 2S
Aeronave	Peso	6,74 libras (3060 g, incluidas las hélices, la batería y el Zenmuse X3)	1388 g (batería y hélices incluidas)
	Ángulo de inclinación máxima	35 °	
	Velocidad máxima de ascenso	16,4 pies / s (5 m / s)	Modo S: 6 m / s Modo P: 5 m / s
	Velocidad máxima de descenso	13,1 pies / s (4 m / s)	Modo S: 4 m / s Modo P: 3 m / s
	Máxima velocidad	49 mph o 79 kph (modo ATTI, sin viento)	Modo S: 45 mph (72 kph) Modo A: 36 mph (58 kph) Modo P: 31 mph (50 kph)
	Resistencia máxima a la velocidad del viento	10 m / s	10 m / s
	Max tiempo de vuelo	Aprox. 18 min	Aprox. 30 minutos
	Modelo de motor	DJI 3510H	
	Modelo de hélice	DJI 1345T	
	Temperatura de funcionamiento	14 ° a 104 ° F (-10 ° a 40 ° C)	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 ° C)

Tabla 11. Ficha técnica. Fuente: Autores, 2020.

Estas tecnologías cuentan con cámaras con una capacidad de un zoom 30x lo que les permite a las aeronaves la supervisión de zonas peligrosas o aéreas de complejo acceso, a su vez estos vehículos aéreos no tripulados cuentan con cámara térmica o corona que les permite la detección de defectos o daños eléctricos. Se tendrán como prioridad drones de grado industrial puesto que estos son los más factibles para resistir y trabajar en condiciones climáticas adversas con mayor eficacia y efectividad. Las cámaras que se usarán para este fin serán la Zenmuse X3 equipada en las aeronaves Inspira 1 y la cámara brindada por defecto del Phantom 4 PRO.

4.5 TRABAJO DE CAMPO

Para realizar el servicio, la cuadrilla de trabajo realiza la toma de información a través del uso de drones compuestos por cámaras de alta resolución. Antes, durante y al finalizar la actividad, deben diligenciar cinco listas de chequeo, estas serán transmitidas en tiempo real al sistema de control, en el cual se dará seguimiento al cumplimiento de cada uno de los requisitos de las listas.

La primera es la lista de chequeo antes de vuelo, en la que se inspecciona y se verifica que le personal cumpla con los elementos de protección personal y se encuentre en óptimas condiciones para realizar la operación, así como, que los equipos estén listo teniendo aspectos como memoria, transmisión, señal, sistema mecánico del dron, entre otros.

La segunda es la lista de chequeo de embalaje y salida de equipos, en la que se verifica que las baterías de los equipos se encuentren totalmente cargadas, así como sus herramientas de soporte y por último se asegura el empaque del equipo de forma segura.

La tercera es lista de chequeo pre-vuelo, esta lista se diligencia en el lugar para realizar el servicio, se constata que el entorno es seguro en cuanto a condiciones de meteorológicas y para el personal, que es un espacio libre de cableado aéreo, de obstrucciones, de personas y de aeronaves tripuladas y no tripuladas, también se verifica la capacidad de respuesta del dron y que esté en condiciones de realizar la actividad.

La cuarta es lista de chequeo post vuelo y la quinta lista es la de chequeo post disparo, en estas listas se verifica que los equipos hayan sido apagados correctamente y que se alistan

para la siguiente actividad, para lo cual verifican que se carguen los equipos, se tome la información necesaria para la documentación, se elimine el material restante y se formateen las tarjetas

Estas listas de chequeo están programadas en una interfaz gráfica en el Software Matlab, como se muestra a continuación y se programaron para simular los protocolos que debe seguir la cuadrilla durante la actividad. Anexo 2.



Imagen 7. Pantalla de inicio de la interfaz. Fuente: Autores, 2020.

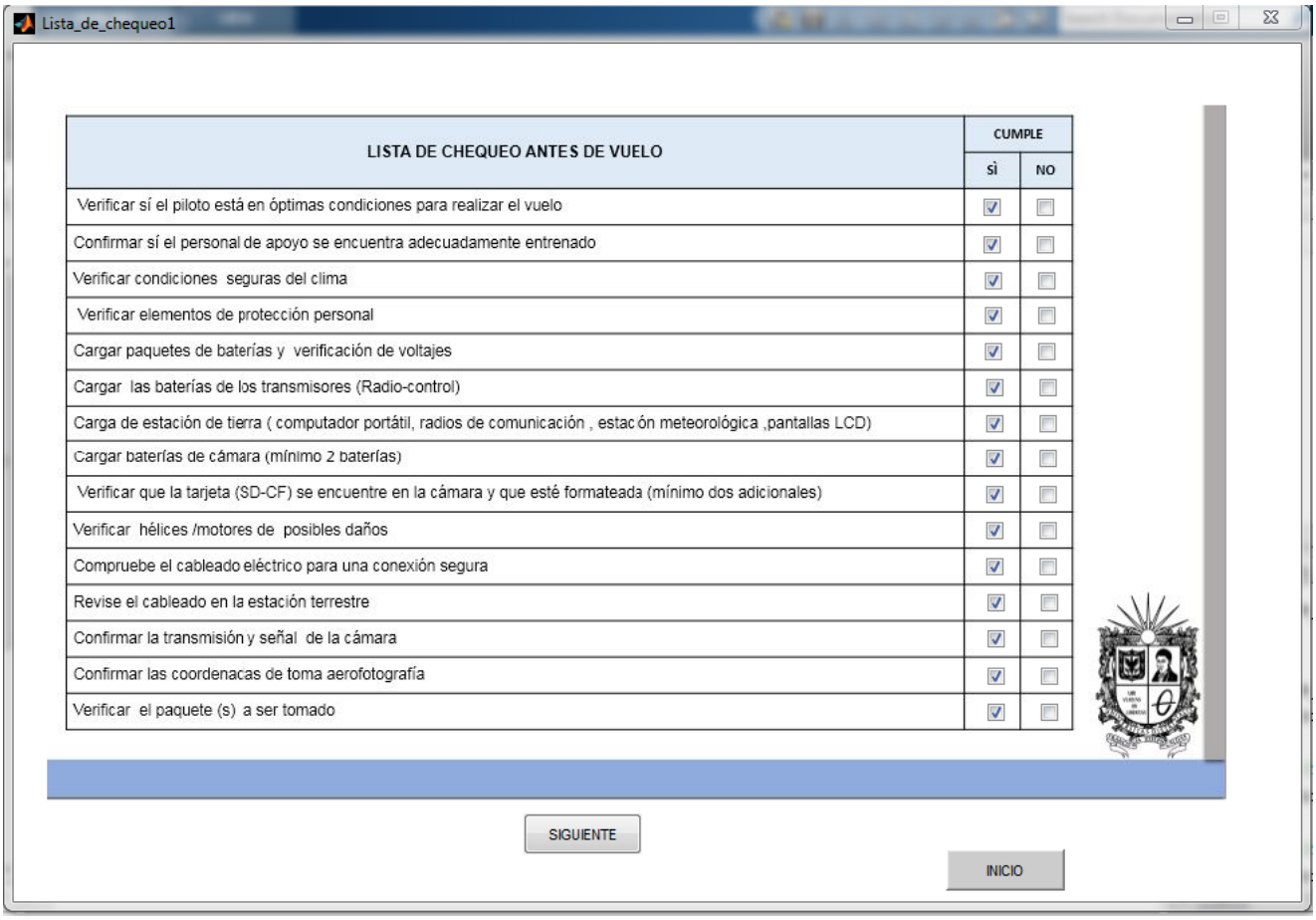


Imagen 8. Lista de chequeo antes de vuelo. Fuente: Autores, 2020.

4.5.1 Proceso de inspección en torre

Al llegar al punto del servicio a prestar el personal de campo debe iniciar el procedimiento de chequeo y realizar una evaluación de las condiciones de la torre, esto aplica para los tipos de torres auto-soportadas de sección cuadrada y constante, sección cuadrada y variable, sección triangular y constante, sección triangular y variable, sección hexagonal u octagonal constante. Dentro de los servicios ofrecidos, el procedimiento general de cada uno de ellos será:

- **Preservación estructural**

El personal debe realizar un sobrevuelo inicial desde el punto de despegue hacia la máxima altura de la torre, con el fin de medir la altura de la infraestructura. Las fotográficas serán tomadas a través de las cámaras térmicas y se visualizaran a través de las gafas de realidad virtual por el operador, la torre será dividida en niveles y cuadrantes para realizar el mapeo fotográfico, este se enfoca en las condiciones físicas del material de la torre, como ubicación de erosiones, de grietas y de desgaste general.

- **Crecimiento excesivo de vegetación y/o presencia de avifauna**

Para este tipo de servicio, el sobrevuelo de la aeronave no tripulada iniciará desde el punto de despegue hasta su máxima altura y descenderá en forma de espiral para identificar por medio de vídeos y fotografías si en la infraestructura hay presencia avifauna y/o insectos, que puedan ocasionar alguna interrupción al personal de campo (de las empresas de telecomunicaciones) al realizar sus actividades en la torre.

Adicional se realizara un mapeo fotográfico que se enfocara en identificar la existencia de vegetación en la infraestructura de la torre que pueda afectar las condiciones estructurales de la torre.

- **Errores de montaje**

Con el objetivo de visualizar cada uno de los aspectos a controlar el operador deberá iniciar el sobrevuelo hasta la ubicación de las BTS (Base Transceiver Station), allí deberá tomar las respectivas fotografías y videos a elementos como el ángulo de inclinación de las BTS, la conexión de los pernos, el estado físico del cableado y el tipo de las marquillas de los sectores para identificar la tecnología instalada en la torre.

- **Defectos en los sistemas de seguridad**

En este tipo de servicio el operador se enfocara en sobrevolar hasta identificar la ubicación de cada uno de los rieles, escalerillas, puntos de anclaje y plataforma, a partir de esto, empezara la toma de fotografías y videos para evidenciar las condiciones en las que se encuentra el sistema de seguridad para el ascenso y descenso del personal de campo de las empresas de telecomunicaciones. Adicionalmente, a partir de las imágenes tomadas, en el centro de control se realizara modelamiento de 3D del sistema de seguridad.

En cada uno de los servicios, el operador de vuelo estará monitoreando las torres y realizando las capturas fotográficas y de video, mediante las gafas de realidad virtual, que le darán la visibilidad en cualquier parte de la torre. Adicional en cada uno de los servicios, estará el personal en el centro de control (analistas) verificando en tiempo real las calidades de las imágenes y videos tomadas por el operador, para que en caso de evidenciar fallas en estos, se repita la actividad en ese momento, con lo que se evitara sobrecostos y demoras por volver al sitio a repetir el servicio en otra fecha. El operador de vuelo terminara su funcion relizando un informe sobre los aspectos observdos en la zona del servicio (Anexo 3).

Las imágenes a continuacion son tomasdas de las siguinetes funtes (FENIX, 2019) y (ENGENHARIA, 2015) y editadas por el autor para simular el servivio a prestar.

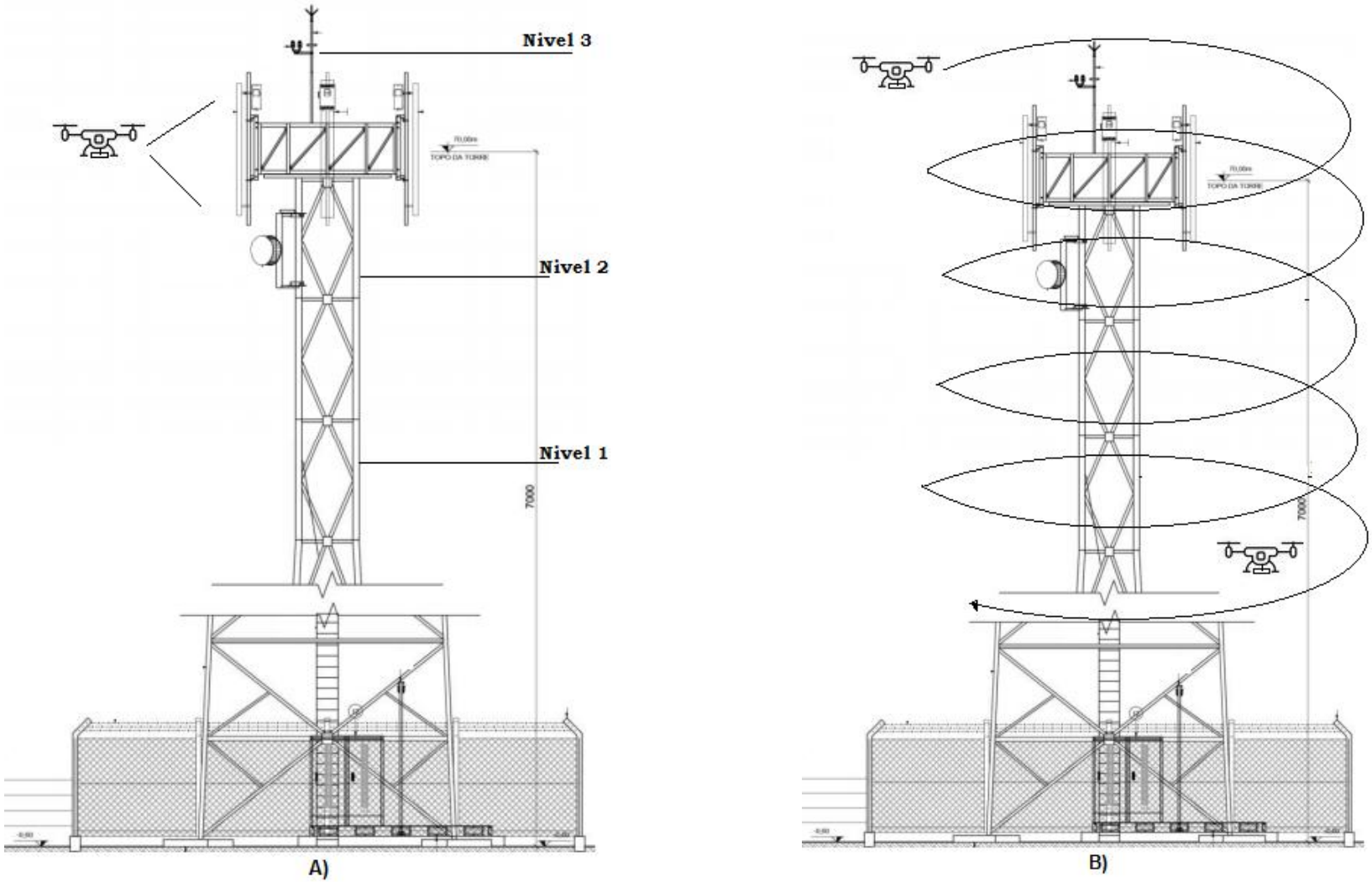


Imagen 9: A) Servicio Preservación estructural; B) Servicio de Crecimiento excesivo de vegetació. Fuente: Autores, 2020.

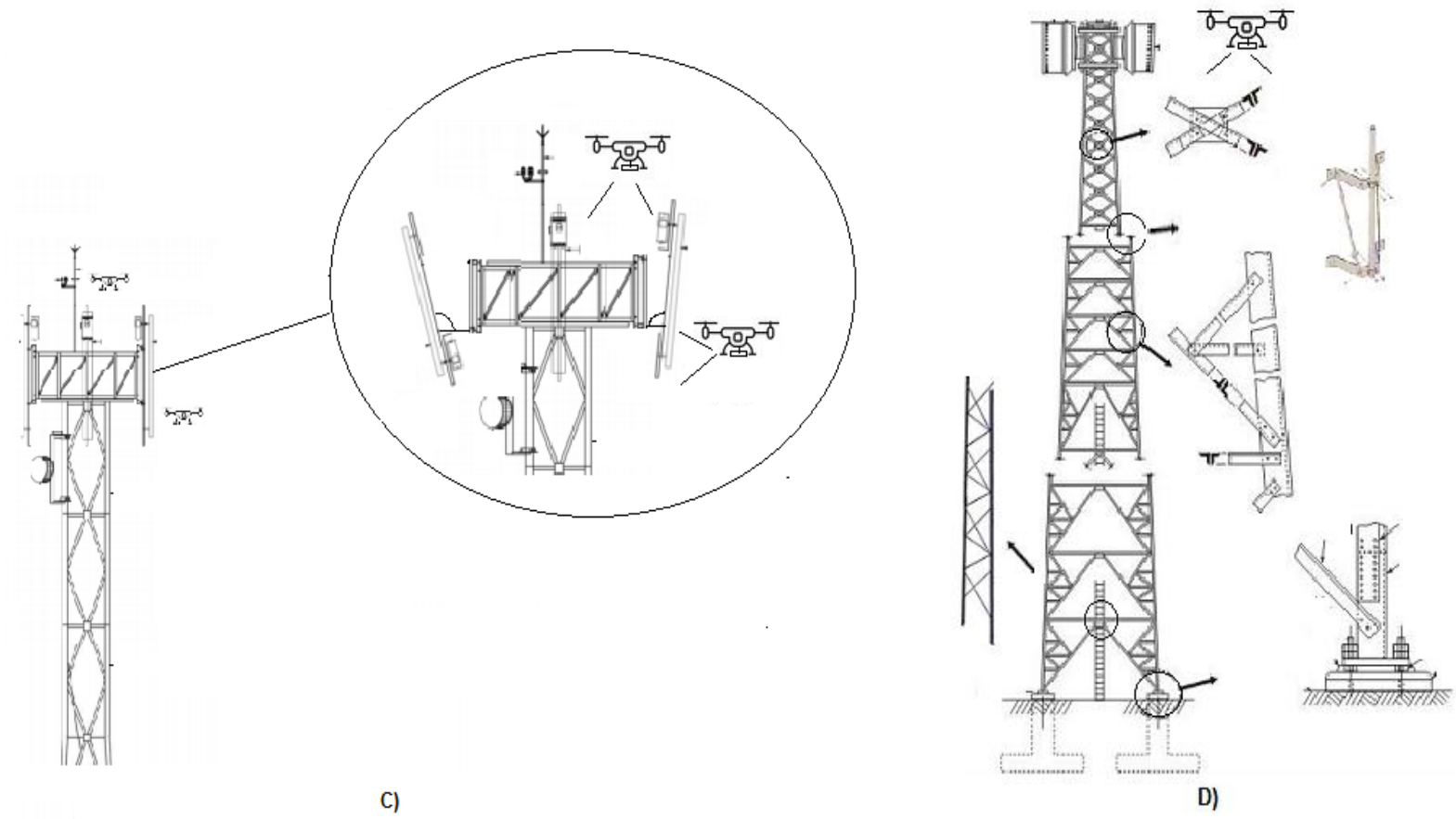


Imagen 10: C) Errores de montaje; D) Defectos en los sistemas de seguridad. Fuente: Autores, 2020.

4.5.2 Centro de control

Las imágenes y videos tomados por el operador llegaran en tiempo real a los ingenieros del centro de control, a través de servidores conectados a la intranet, quienes contaran con softwares de procesamiento de imágenes para realizar el análisis de información, así como, para elaborar el informe a entregar al cliente.

4.6 DISEÑO DEL PROCESO

Para la prestación del servicio de inspección con drones, las actividades que se van a llevar a cabo estarán comprendidas teniendo en cuenta el siguiente diseño:

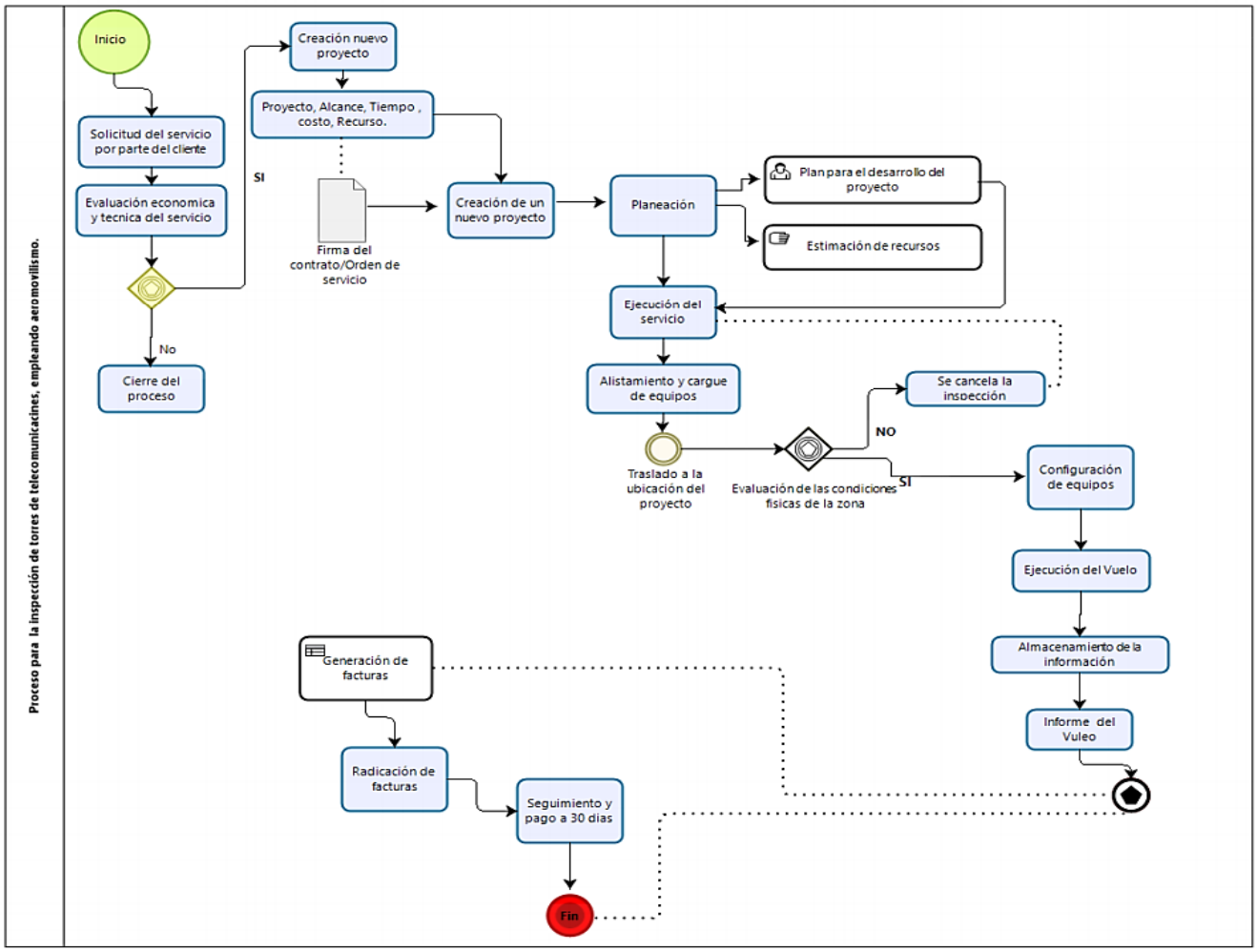


Imagen 11: Diseño de proceso. Fuente: Autores, 2020.

En el desarrollo de las actividades, cada una de las áreas tiene definidos, los tiempos y los procedimientos necesarios para llevarlas a cabo, como se describe a continuación:

Área	Actividad	Descripción de actividad	Procedimiento
Ventas	A	Solicitud del servicio por parte del cliente	Vía telefónica o correo electrónico
Gerencia	B	Evaluación económica y técnica del servicio	Reunión para establecer viabilidad y requerimientos
	C	Creación nuevo proyecto	Establecer alcances técnicos, recursos, tiempos
Administrativo	D	Aceptación del servicio y firma del contrato	Formalización de la prestación del servicio a través de un contrato
	E	Planeación	Estructurar el recurso humano y programar las tareas de índole operativas para el desarrollo eficaz del proyecto
	F	Ejecución del servicio	Poner en marcha la planeación
Operativo	G	Alistamiento y cargue de equipos	Logística y preparación de los equipos
	G	Alistamiento y cargue de equipos Traslado a la ubicación del proyecto	Traslado del personal y los equipos al área de trabajo
	H	Evaluación de las condiciones físicas de la zona, Configuración de equipos, Ejecución del vuelo, Almacenamiento de la información	-Inspección de la zona determinando la viabilidad de realizar el plan de vuelo -Armado y programación de los drones -Inicio a las operaciones y actividades para el plan de vuelo
	I	Informe de vuelo	Redacción escrita de las actividades que se realizaron durante el inicio, desarrollo y finalización del plan de vuelo
Administrativo	J	Generación facturas, Radicación facturas	

Tabla 12: Descripción del proceso. Fuente: Autores, 2020.

Para la planificación y ejecución de las actividades y teniendo en cuenta su duración, se utiliza la distribución de probabilidad que se menciona en el libro projectMangement de Pablolledó, en el cual se establecen la duración de las actividades del proyecto en una estimación por tres valores, optimista (t_o), más probable o realista (t_r), pesimista (t_p), (Director de Poryectos, 2013) la cual, se presentan en la siguiente tabla:

Actividad	Predecesoras	Distribución	To	Tr	Tp
A	/	Triangular	1	2	3
B	A	Triangular	2	3	4
C	B	Triangular	2	3	4
D	A; B	Triangular	2	3	4
E	C; D	Triangular	2	3	4
F	E	Triangular	1	2	3
G	F; E	Triangular	2	3	4
H	F; G	Triangular	1	2	3
I	H	Triangular	2	3	4
J	I	Triangular	1	2	3

Tabla 13: Distribución por 3 valores. Fuente: Autores, 2020.

En el proyecto con los tiempos de estimación, se decide trabajar con redondeo simple sin cifras decimales, para calcular la duración estándar por cada actividad, se tiene en cuenta la fórmulas de distribución, dado que la distribución Triangular es utilizada cuando es baja la confianza de la información y PERT-Beta cuando la confianza es aún mayor.

Estimado:

$a = Valor\ optimista$
$b = Valor\ realista$
$c = Valor\ pesimista$

$$Triangular = \frac{a + b + c}{3}$$

Actividad	Distribución	Estimado
A	Triangular	2
B	Triangular	3
C	Triangular	3
D	Triangular	3
E	Triangular	3
F	Triangular	2
G	Triangular	3
H	Triangular	2
I	Triangular	3
J	Triangular	2

Tabla 14: Tiempos estimados por actividad. Fuente: Autores, 2020.

Con los datos obtenidos en la tabla se elabora el diagrama de red del cronograma de proyecto, a partir de la información de precedencia que exige cada actividad.

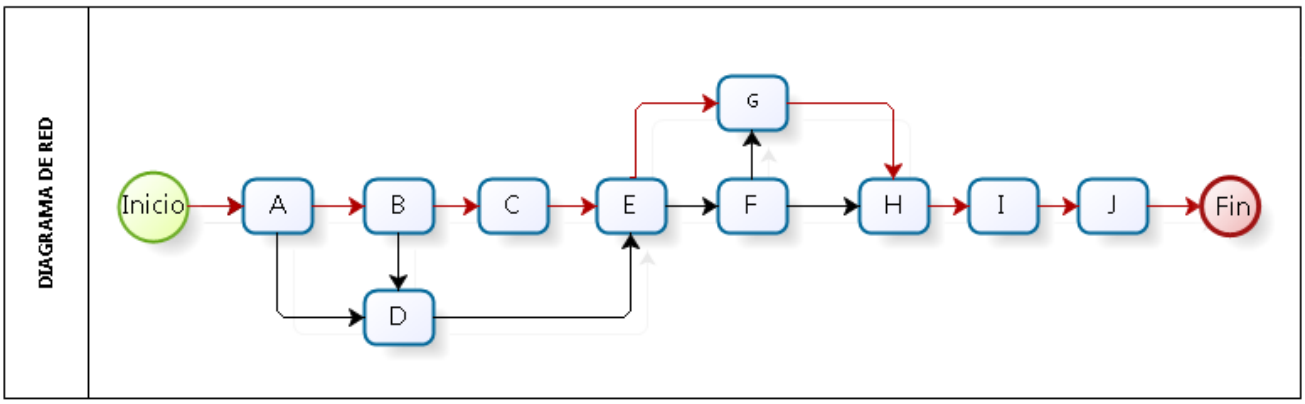


Imagen 12:Diagrama de Red. Fuente: Autores, 2020.

Rutas del proyecto

- Inicio → A → B → C → E → F → H → I → J → Fin
- Inicio → A → B → C → E → G → H → I → J → Fin
- Inicio → A → D → E → G → H → I → J → Fin
- Inicio → A → D → E → F → H → I → J → Fin

La duración de cada actividad estimada y las rutas del proyecto se puede obtener la ruta crítica:

Rutas	Datos		Duración
Inicio	A-B-C-E-F-H-I-J	2+3+3+3+2+2+3+2	20
Inicio	A-B-C-E-G-H-I-J	2+3+3+3+3+2+3+2	21
Inicio	A-D-E-G-H-I-J	2+3+3+3+2+3+2	18
Inicio	A-D-E-F-H-I-J	2+3+3+2+2+3+2	17

Tabla 15: Ruta crítica. Fuente: Autores, 2020.

Como se puede apreciar la ruta crítica con una duración de 21 días, le corresponde a:

- Inicio → A → B → C → E → G → H → I → J → Fin

Lo que significa que las actividades de la ruta crítica son de indispensable cumplimiento, ya que la prolongación en alguna, podría significar el aumento del costo del servicio a prestar.

4.7 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO

4.7.1 Análisis de capacidades

Luego de establecer el diseño del proceso que conlleva el servicio, para cada actividad del proceso de operación se necesitan unos recursos para la culminación eficaz, por ello se listan los procesos y el tiempo necesario para realizar cada uno:

Procesos y cantidad de horas requeridas

N° Actividad	Proceso	Horas
1	Logística	5
2	Traslado del personal	8
3	Armado y configuración	4
4	programación drones	4
5	Inicio plan de vuelo	3
6	Informe de resultados	24

Tabla 16: Proceso y cantidad de horas. Fuente: Autores, 2020.

Ya que se tiene contemplado la adquisición de 6 drones desde el inicio del proyecto para dar capacidad de 3 cuadrillas realizando simultáneamente los servicios proyectados durante el tiempo estipulado del proyecto (5 años), se cuenta con un tiempo disponible anual de 1834.344 horas (Tabla 17), teniendo en cuenta un 3% de incapacidades y 2% de ausentismo (ANDI, 2018)

Tiempo disponible anual

	Días	Horas totales
Tiempo calendario	365	2920
Tiempo descanso	86	688
Tiempo incapacidades (3%)	8.37	66.96
Tiempo ausentismo (2%)	5.58	44.64
Tiempo personal detenido	10.28	82.24
Tiempo disponible	254.77	2038.16
Tiempo disponible real	229.293	1834.344

Tabla 17: Tiempo disponible anua. Fuente: Autores, 2020.

Una vez definido el tiempo disponible anual, se calculó el tiempo necesario por proceso basado en la proyección de ventas esperado del primer año y la cantidad que se requiere por personal.

Tiempo requerido por proceso

Proceso	Tiempo necesario	Personal de incidencia directa
Logística	370	0.202
Traslado del personal	592	0.323
Armado y configuración	296	0.161
programación drones	296	0.161
Inicio plan de vuelo	222	0.121
Informe de resultados	1776	0.968

Tabla 18: Tiempo requerido por proceso. Fuente: Autores, 2020.

En la tabla 19 se muestra el total de los diferentes perfiles de personal necesario para el tiempo proyectado de operación, se formuló una matriz donde se detallan los cargos que inciden en proceso

Matriz cargos y procesos

		CARGOS					
		Director del proyecto	Coord. cartografía	Asist. cartografía	Coord. campo	Asist. campo	Asist. Junior
PROCESOS	Logística	x					
	Traslado del personal	x					
	Armado y configuración		x	x			
	programación drones		x	x	x	x	
	Inicio plan de vuelo				x	x	x
	Informe de resultados				x		

Tabla 19: Matriz cargos y procesos. Fuente: Autores, 2020.

Por último se realizó el cálculo total del recurso necesario para el proyecto considerando el primer año del proyecto hasta el año de culminación (2020-2024).

Recursos necesarios año 2020

Cargo	Cantidad	Cantidad absoluta
Director del proyecto (PMO)	0.524	1
Coordinador de cartografía	0.323	1
Asistente de cartografía	1.291	2
Coordinador de campo	1.251	2
Asistente de campo	0.282	1
Asistente Junior	0.121	1
TOTAL	**3.792**	**8**

Tabla 20: Recursos necesarios año 2020. Fuente: Autores, 2020.

Recursos necesarios año 2024

Cargo	Cantidad	Cantidad absoluta
Director del proyecto (PMO)	0.624	1
Coordinador de cartografía	0.384	1
Asistente de cartografía	1.535	2
Coordinador de campo	1.487	2
Asistente de campo	0.336	1
Asistente Junior	0.144	1
TOTAL	**4.510**	**8**

Tabla 21: Recursos necesarios año 2024. Fuente: Autores, 2020.

4.7.1 Área del plan operativo

Puesto que el área operativa del proyecto presta su servicio según requerimiento del cliente y ubicación geográfica de la torre de telecomunicaciones, el área a considerar se cuenta con el almacenamiento de los equipos (drones, gafas FPV, equipos de cómputo para campo), el director PMO, los coordinadores del proyecto (cartografía y campo) y asistentes de cartografía. Los puestos de trabajo rigen bajo especificaciones "MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN DE ESPACIOS DE TRABAJO PARA ENTIDADES DEL ESTADO" (INMOBILIARIA, 2018).

Área plan operativo

CARGO	ÁREA (m²)	PUESTOS
Director del proyecto (PMO)	20	1
Coordinador de cartografía	8	1
Asistente de cartografía	3	2
Coordinador de campo	8	1
Almacenamiento equipos	9	
Total área requerida	**51**	**5**

Tabla 22: Área plan operativo. Fuente: Autores, 2020.

En la Tabla 23, se puede detallar que el área requerida es de 51 m² para los puestos de trabajo contemplados, el área total con la que se cuenta es de 82.02 m² cumpliendo así con el espacio requerido para el proyecto.

4.8 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Como estrategia del proyecto se plantea una nueva línea de negocio ofreciendo un servicio con drones para las empresas de aeromodelismos, entre ellas AFI Aerofotografias e Ingenieria SAS, ésta ya cuenta con planta física; por ende, a continuación se detallará la ubicación:

La empresa se ubica en su macro localización en la ciudad de Bogotá debido a la alta gama de sectores económicos que la conforman facilitando la oferta del servicio de inspección empleando aeromodelismo, así mismo los costos de transporte de materias primas y de clientes determinan la elección de la ciudad capital como base de la empresa. Este punto proporciona una infraestructura adecuada a las necesidades que requiere el proyecto, ya que cuenta con servicios públicos, vías de acceso, disponibilidad de oficinas, seguridad, entre otro. Las instalaciones que se observaron en detalle cumplen con los requisitos mínimos para el desarrollo de las actividades.

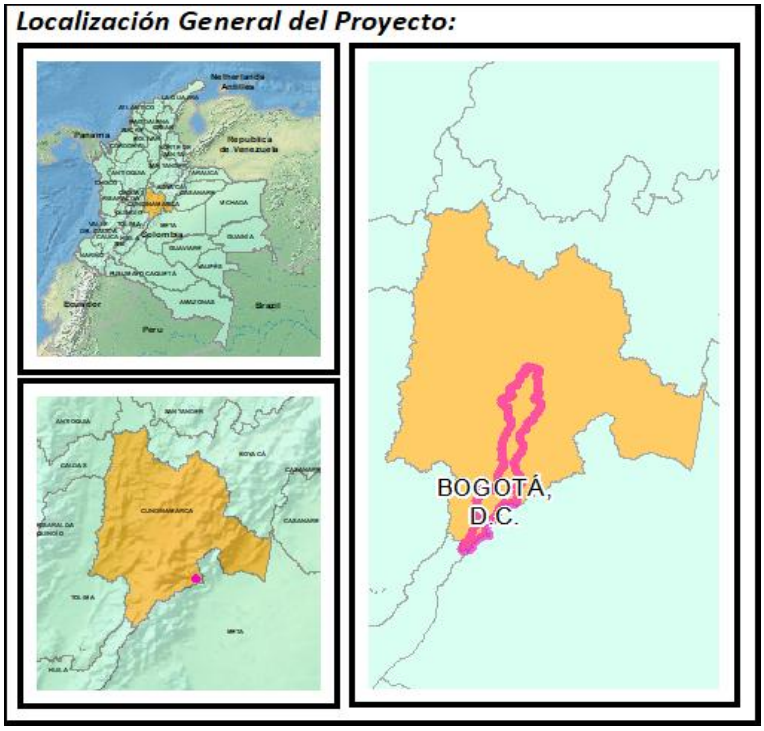


Imagen 13: Localización General. Fuente: Autores, 2020.

En su micro localización, la empresa AFI Aerofotografias e Ingeniería sas se encuentra ubicada en la localidad de Teusaquillo - UPZ Galerías, con domicilio Diagonal 53C # 26 – 13. teniendo en cuenta que está ubicado de forma estratégica en cuanto a transporte, pues existen muchas vías de acceso como la calle 53, la carrera 30, avenida Caracas, calle 63 y diferentes estaciones de Transmilenio, la más cercana en este caso la del Campin-UAN.

Además de lo anterior, este un tramo es bastante conocido por todos los estratos socio-económicos de Bogotá. Es importante saber que en se tiene proximidad con el estadio El Campín, el cual cuenta con un gran espacio público para la prueba de los drones.



Imagen 14: Micro localización, Fuente: Google Earth, 2020

Para la localización de las instalaciones se cuenta con un área de 82.02 m² aproximadamente para el almacenamiento de los equipos (drones principalmente), la planeación de las actividades y procesamiento de la información tomada en campo. Para tener una comunicación eficas y un flujo de trabajo adecuado, las áreas que inciden directamente en el proyecto estarán colindando unas con otras, así se tendrá un apoyo mutuo generando fluidez al momento de planificar, desarrollar y organizar toda la información de las actividades que se realizarán en el monitoreo de las torres de telecomunicaciones, de esta manera se lograría eficientemente cumplir con los tiempos que se establezcan con el cliente ya que el equipo de trabajo estaría concentrado en una sola zona, adicionando la ventaja de tener una pronta respuesta en caso de que el cliente plantee observaciones y/o requerimiento.

Las áreas correspondientes a ventas, gerentes, administrativos; se encuentran localizadas adyacentes al área de trabajo del proyecto, por ende se lograría una sinergia con el resto de equipos que conforman la empresa conllevando a una atención positiva de nuestros clientes.

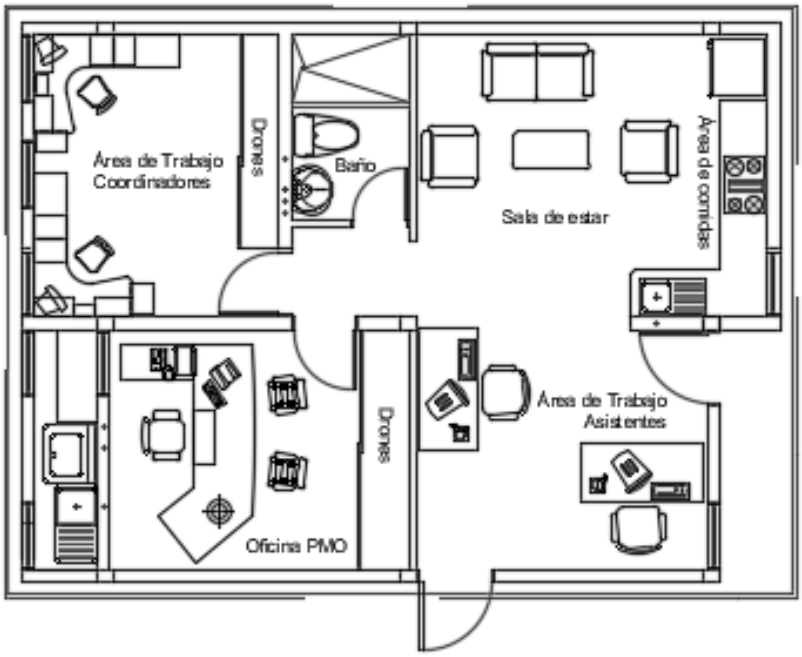


Imagen 15: Localizacion de instalaciones, Fuente: Autores, 2020.

4.9 MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

La matriz de impacto ambiental tiene como objetivo identificar los aspectos ambientales que se desarrollen en Industria del aeromodelismo al servicio de las telecomunicaciones con el fin de valorar los impactos ambientales asociados a ellos, determinado aquellos aspectos que por sus características deben ser clasificados como significativos y por ende pueden ser eliminados, mitigados o controlados.

Las definiciones relativas a la Gestión Ambiental se regulan bajo los parámetros de la ISO 14001:2015. A continuación, se citan algunas de estas definiciones que son clave para el presente documento:

Aspecto ambiental. Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente.

Impacto ambiental. Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Prevención de la contaminación. Utilización de procesos, prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir impactos ambientales adversos.

Riesgos y oportunidades. Efectos potenciales adversos (amenazas) y efectos potenciales beneficiosos (oportunidades)

Para identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales en el estudio del proyecto se identifica los aspectos ambientales asociados a cada una de sus actividades, donde cada proceso, debe detectar sus aspectos ambientales a partir de las siguientes fuentes de información:

- Actividades que realiza la empresa con los aspectos ambientales que ella genera;
- Requisitos legales;
- Evaluación periódica;

Para ello se realiza:

- Enlistar las actividades principales realizadas en por área de trabajo.
- Determinar las entradas y salidas de cada una de esas actividades.
- Identificar los aspectos ambientales que generan cada una de estas actividades

Para la valoración de los impactos ambientales se toma como base metodológica la Metodología para el Cálculo de las Matrices Ambientales de Vicente Conesa Fernandez-Vitora “La Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas” (Fernandez, 1997)lo que para el servicio significa, la asignación de la importancia en cada uno de los procesos productivos, administrativos, comerciales, de logística y los transversales a estos.

Para asignar la importancia del impacto, Conesa estableció una ecuación en la que a partir de la valoración de varios criterios se obtiene una calificación del impacto, la ecuación:

I = ± [3i +2EX+MO+PE +RV +SI +AC +EF + PR +MC]

En la siguiente tabla se enlistan los criterios correspondientes a cada abreviatura de la ecuación, así como su significado, calificación y valor asignado para realizar evaluación en la matriz de impacto:

CRITERIO	SIGNIFICADO	CALIFICACIÓN	VALOR
Naturaleza del impacto (signo)	El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Beneficioso Perjudicial	+ -
Intensidad (i)	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.	Baja Total	1 12
Extensión (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto	Puntual Parcial Extenso Total Critica	1 2 4 8 12
Momento (MO)	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que trascurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.	Largo plazo Medio plazo Inmediato Critico	1 2 4 8
Persistencia (PE)	Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.	Fugaz Temporal Permanente	1 2 4
Reversibilidad (RV)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio	Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4
Sinergia (SI)	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la	Sin sinergismo Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4

CRITERIO	SIGNIFICADO	CALIFICACIÓN	VALOR
	que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.		
Acumulación (AC)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Simple Acumulativo	1 4
Efecto (EF)	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Indirecto Directo	1 4
Periodicidad (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular Periódico Continuo	1 2 4
Recuperabilidad (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).	Recup. Inmediato Recuperable Mitigable Irrecuperable	1 2 4 8

Tabla 23: Modelo de importancia de impacto. (Fernandez, 1997)

El proceso de valoración de la importancia de los impactos ambientales, se desarrolla por medio de una matriz de significancia, en la que se plasman las principales actividades de la Empresa, se determinan las entradas y salidas de la actividad, y se hace una descripción de los posibles aspectos e impactos ambientales que pueden ser generados por estas actividades. Los aspectos e impactos ambientales son valorados, a partir, de los criterios establecidos en Modelo de importancia del impacto.

Luego de asignarle valores a los aspectos e impactos ambientales, según el criterio y la actividad, se utiliza la ecuación para la calificación del impacto y se prioriza según el rango en el que se encuentra.

De acuerdo con los resultados de la calificación del impacto se determina en que rango se encuentra el impacto teniendo en cuenta lo siguiente:

Valor	Calificación	Significado
<25	Bajo	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión
25≥ <50	Moderado	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50≥ <75	Severo	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
≥ 75	Critico	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una perdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna
+	Positivo	Cuando sea positivo el impacto será nulo

Tabla 24: Rangos de clasificación de aspectos e impactos ambientales. Fuente: (Fernandez, 1997)

Para la valoración ambiental del proyecto, se tuvieron en cuenta los siguientes procesos de la organización: operativo, administrativo, HSEQ, transporte a las áreas, servicios generales, centro de control y todo el personal. Anexo 4

A partir de la calificación de los aspectos e impactos ambientales se determina el nivel de necesidad de intervención con el objetivo de eliminar, corregir o mitigar las posibles afectaciones identificadas.

De acuerdo a los resultados de la Matriz de identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales (tabla 25), el proceso con los impactos ambientales severos, es el operativo, debido a sus actividades de campo, ya que los aspectos: ruido por operación del dron y encuentro en el aire con la avifauna del lugar son los de mayor calificación, por lo que las acciones deben estar encaminadas a mitigarlos, se plantea el uso de protectores de hélices para evitar que en el sobrevuelo, las aves puedan chocar con la aeronaves y se ven afectadas (Anexo 4).

Los impactos que están valorados como moderados, de cada uno de los procesos, deben estar en constate seguimiento, lo cual implica, acciones correctivas para reducir o mitigar su impacto, esto a través, de cambio de actividades o materiales en cada proceso

				ASPECTOS	IMPACTO													
				DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN DE IMPORTANCIA												
PROCESO	ACTIVIDAD	ENTRADAS	SALIDAS			NAT	i	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	OTAL	CALIFICACIÓN
OPERATIVO	Mantenimiento de los motores brushed, GPS, giroscopios y aspas de la aeronave	Equipos de medicion, productos electronicos, energia electrica,	Maquinas aprovechables/ Componentes electronicos no aprovechables	Generación de residuos aprovechables como cartón, plástico	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	1	1	1	1	1	4	1	2	2	-21	BAJO
				Generaciòn de Residuos Electronicos (RAEE)	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	1	1	1	2	2	4	1	2	4	-28	MODERADO
				Ruido por operación del dron	Contaminaciòn acustica	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	4	1	-23	BAJO
				Consumo de energía eléctrica en equipos	Alteraciòn de los ecosistemas acuaticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	3	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-34	MODERADO
	Programación del Autopilot, microcontroladores y módulos de telemetría	Microcontroladores, Software, antenas	Sistemas de control	Generaciòn de Residuos Electronicos (RAEE)	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	2	2	4	1	2	4	-30	MODERADO
				Consumo de energìa elèctrica	Alteraciòn de los ecosistemas acuaticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	2	1	2	2	2	2	4	1	4	4	-29	MODERADO
	Pruebas de sensores, cámaras térmicas y módulos de batería	Sensores, Frame, cámaras, Radio controles	Producto terminado, RAEE	Generaciòn de Residuos Electronicos (RAEE)	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	1	1	1	2	2	4	1	2	4	-25	BAJO
				Consumo de energìa elèctrica	Alteraciòn de los ecosistemas acuaticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	3	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-34	MODERADO
	Actividad de campo (Programación del plan de vuelo, Capturas áreas)	Equipos técnicos	Informe de campo	Ruido por operación del dron	Contaminaciòn acustica afectaciòn a la avifauna	-1	7	4	4	2	1	2	1	4	4	4	-51	SEVERO
				Encuentro en el aire con la avifauna del lugar	Afectaciòn a la salud de la avifauna del lugar	-1	9	4	4	2	4	4	4	4	1	4	-62	SEVERO
ADMINISTRATIVO	Uso de equipos electrónicos	Equipos de electrónicos, energía eléctrica	RAEE	Consumo de energía eléctrica para los computadores, impresoras, fotocopiadora, servidores y los servidores	Alteraciòn de los ecosistemas acuaticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	2	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-31	MODERADO
				Generación de residuos por el mantenimiento de los equipos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	2	1	1	4	2	4	1	2	2	-27	MODERADO
				Generación residuos electrónicos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	2	1	1	4	2	4	1	2	2	-27	MODERADO
	Publicidad	Uso de papel, pendones, indumentaria	Residuos aprovechables/ residuos no aprovechables	Consumo de papel	Agotamiento de recursos naturales	-1	3	4	2	1	2	1	4	1	4	4	-36	MODERADO
				Generación de residuos aprovechables como el papel, los pendones, catálogos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	1	2	4	1	4	4	-31	MODERADO

Tabla 25: Matriz de identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales. Fuente: Autores, 2020.

5.ESTUDIO ADMINISTRATIVO

5.1 MISIÓN

Establecer una línea de portafolio en la cual se preste un servicio de evaluación y monitoreo a las torres de telecomunicaciones auto-soportadas empleando nuevas tecnologías que minimicen los riesgos a los cuales se exponen los operarios que realizan actividades de inspección y mantenimiento en dichas torres.

5.2 VISIÓN

En el año 2024 ser una empresa la cual está a la vanguardia en el uso de nuevas tecnologías como lo son los vehículos aéreos no tripulados, los cuales mediante su empleabilidad serán los que ayuden a minimizar los riesgos laborales en alturas de los trabajos asociados a las torres de telecomunicaciones, poniendo a disposición de los clientes todo nuestros recursos y capacidades técnicas.

5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

El organigrama tiene como objetivo detallar el funcionamiento estructural de la empresa, el cual está compuesto por una estructura jerárquica que es liderada por un gerente general, quien será el personal clave para organizar, controlar y dirigir el funcionamiento de la organización y sus proyectos.

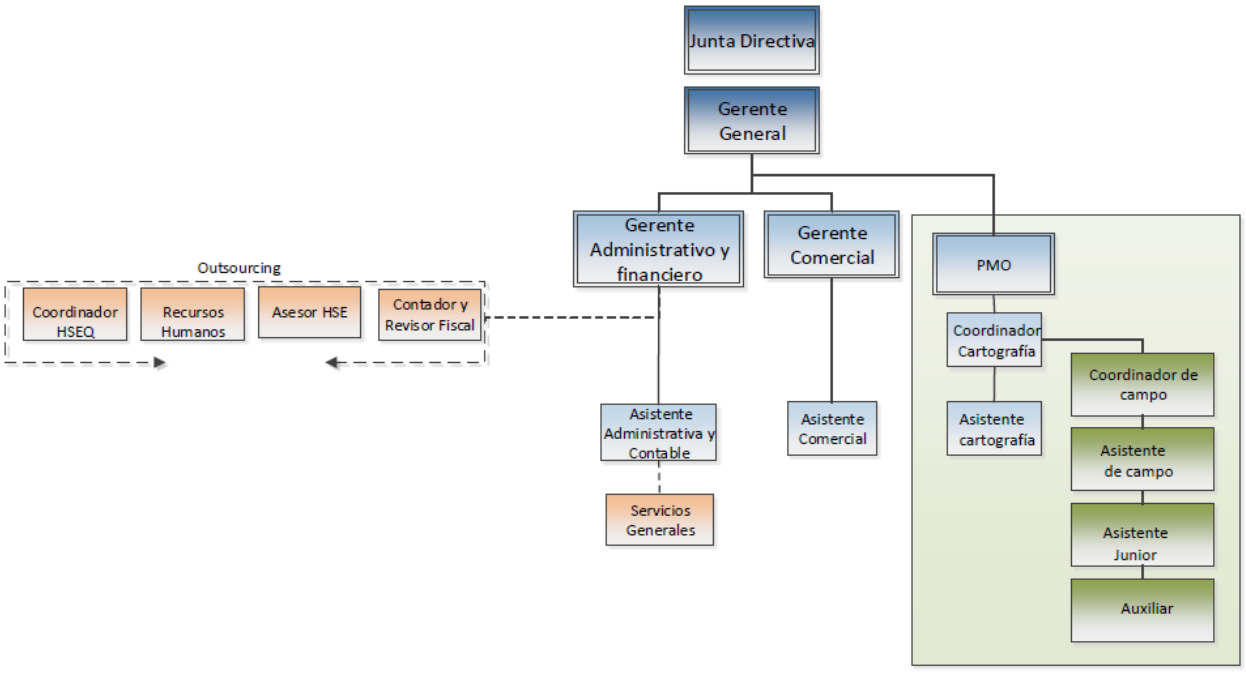


Imagen 16: Estructura organizacional. Fuente: Autores, 2020.

5.4 PERFILES

Los perfiles idóneos para este proyecto es necesario que cumplan los siguientes requisitos:

- **GERENTE GENERAL**

  EDUCACIÓN: Ingeniero electrónico, Telecomunicaciones o carreras afines.

  FORMACIÓN: Especialización en gerencia de proyectos.

  IDIOMA: Inglés avanzado

  FUNCIONES: Será la persona encargada de controlar y optimizar los costos, gastos y recursos que requiere el proyecto para prestar un servicio de calidad. Con habilidades blandas para trabajar en equipo, conocimiento en el sector de las telecomunicaciones, creativo y dinámico

- **COORDINADOR DE CARTOGRAFÍA**

  EDUCACIÓN: Ingeniería catastral, Topografía o Ambiental

  FORMACIÓN: Especialización en sistemas de información geográfica

  IDIOMA: Inglés avanzado

  FUNCIONES: Será la persona encarga de ubicar el proyecto geográficamente, estructurar la información cartográfica y generar los mapas temáticos para las salidas de campo. Con título profesional y conocimientos sólidos en cartografía. Con capacidad de trabajo en equipo, adaptación al cambio y orientado a la consecución de logros.

- **ASISTENTE DE CARTOGRAFÍA**

  EDUCACIÓN: Técnico ambiental o técnico catastral.

  FORMACIÓN: Manejo en herramientas ArcGis, elaboración de mapas lineales.

  IDIOMA: Inglés intermedio

  FUNCIONES: Será la persona encargada de brindar apoyo al coordinador de cartografía. Titulación reciente como profesional, conocimientos básicos en la generación de cartografía y mapas temáticos. Con habilidades de trabajo en equipo, iniciativa y proactividad; comprometido con las labores que se le asignen.

- **COORDINADOR DE CAMPO**

  EDUCACIÓN: Ingeniero electrónico, aeronáutico o Mecatrónico

  FORMACIÓN: Certificación en aeromodelismos o sistemas de control digital.

  IDIOMA: Inglés avanzado

  FUNCIONES: Será la persona que coordine al equipo de trabajo en campo, también es el operador del dron y es la encargada de establecer el plan de vuelo, realizar la toma de las muestras fotográficas y de video, además de realizar un dictamen de dichas muestras. El personal que se desempeñe en este cargo deberá tener licencia vigente como operador de drones.

- **ASISTENTE DE CAMPO**

  EDUCACIÓN: Ingeniero electrónico, aeronáutico o Mecatrónico

  FORMACIÓN: Conocimiento en sistemas de telemetría.

IDIOMA: Inglés Intermedio

FUNCIONES: Será la persona encargada de brindar apoyo al coordinador de campo, con habilidades de trabajo en equipo, resolución de problemas; comprometido con las labores que se le asignen.

- **ASISTENTE JUNIOR**

  EDUCACIÓN: Estudiante de último semestre en Ingeniero electrónica

  FORMACIÓN: Noveno semestre de ingeniería.

  IDIOMA: Inglés Intermedio

  FUNCIONES: Será la persona encargada de brindar apoyo extra a las actividades de campo (solo sí el proyecto lo requiere) con habilidades de trabajo en equipo, resolución de problemas, dinámico. Comprometido con las labores que se le asignen.

- **AUXILIAR**

  EDUCACIÓN: Bachiller

  FUNCIONES: Será el encargado de asistir en todas las labores operativas del equipo de trabajo de campo. No requiere de escolaridad. Ser mayor de 18 años, tener la mejor disposición para realizar trabajos pesados, laborar en ambientes difíciles y bajo presión. Con cualidades para seguir órdenes.

- **JUNTA DIRECTIVA**

  Serán las personas encargadas de la labor de dirigir y controlar la compañía, éstas son socias de la empresa aportando capital para asegurar el crecimiento del patrimonio y la sostenibilidad de la empresa. Sus principales funciones serán:

  - Discutir los cambios principales de la estrategia y la dirección de la propuesta del nuevo servicio y otros asuntos críticos que conlleva esta.
  - Requerir la explicación y justificación, por parte del gerente general, del presupuesto operativo, principales inversiones de capital, adquisiciones y ventas para la ejecución del proyecto.
  - Decidir políticas sobre compensación a la administración superior, lo mismo que revisar las recomendaciones del gerente para otros colaboradores.

- Formular las políticas relacionadas con asuntos éticos y de responsabilidad pública y asegurarse de su cumplimiento.
- Analizar informes sobre la ejecutoria, señalar áreas de preocupación y sugerir acciones para mejorar.

- **PMO**

  Se trata de la persona encargada de gestionar y coordinar el proyecto en la empresa. Con titulación especializada en gestión y/o gerencia de proyectos. Es importante que sea colaborativo y flexible, cercano, proactivo e innovador. Sus principales funciones serán:

  - Agilización y estandarización para que el proyecto se agilice, puesto que quedará claro cómo se debe trabajar.
  - Gestionar los recursos: tiempo, económico y humano necesario para cada actividad. Además, tendrá que encontrar soluciones en el caso de que falten o sobren recursos a la hora de dar salida al proyecto.

  Analizar si las metodologías y herramientas utilizadas son rentables a la hora de aplicarlas en el proyecto. En función de los resultados, se encargará de modificar, adaptar o ampliar el uso de soluciones.

  - Documentar todos y cada uno de los pasos del proceso de desarrollo y ejecución del proyecto. Esta documentación debe ser fiable y rigurosa, ya que es donde se encuentran el presupuesto y la justificación del propio proyecto.

5.5 ESTUDIO LEGAL Y ADMINISTRATIVO

Ya que se tiene planteado abrir una nueva línea de servicio para una empresa de aeromodelismo, ésta está constituida legalmente bajo la figura de Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S). Éste tipo de figura legal fue creada mediante la ley 1258 del 5 de Diciembre de 2008 para generar ventajas comerciales y jurídicas que facilitan todo el proceso de constitución de empresas. Las ventajas que traen este tipo de sociedades son:

- Autonomía para estipular libremente las normas que más se ajusten al negocio
- Pueden constituirse con cualquier monto de capital.

- Puede constituirse con cualquier número de empleados.
- Este tipo de sociedades podrán constituirse y funcionar con uno o varios accionistas, independientemente si son personas naturales o jurídicas.
- Podrán ser constituidas por medio de documento privado en lugar de hacerse por escritura pública.
- La duración de las SAS podrá ser indefinida.
- No será necesario especificar el objeto social al que se dedicará.
- Los accionistas de las SAS no tendrán responsabilidad solidaria.
- La sociedad por acciones simplificada no estará obligada a tener junta directiva, será suficiente con que tengan solamente a su representante legal.
- No será obligatorio tener revisor fiscal, este solo será necesario cuando se supere cierto nivel en los activos o los ingresos de la sociedad.

En cuanto al aspecto administrativo se tiene contemplado que el salario que recibirían los empleados son de tipo ordinario con un sueldo básico dependiendo del cargo y una asignación salarial que contempla auxilios económicos.

Análisis legal vehículos aéreos no tripulados

Específicamente en Colombia se cuenta con la siguiente normatividad, en la que se menciona el uso de las aeronaves no tripuladas UAS

Resolución # 04201 “Por la cual se incorporan a la norma RAC 91 de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia unas disposiciones sobre operación de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS y se numeran como Apéndice 13 y se dictan otras disposiciones”, en esta resolución se dispone lo siguiente

“Teniendo en cuenta que las operaciones de los sistemas de aeronaves no tripuladas UAS vienen creciendo exponencialmente, es conveniente clasificarlas de acuerdo con el riesgo operacional, para lo cual se tomó como punto de partida la propuesta de categorización de estos sistemas por parte de la junta de Autoridades para la Reglamentación de Sistemas de Aeronaves no Tripuladas

De esta forma esta resolución resuelve adoptar el apéndice a la norma RAC91 de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia denominado "Operación de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS" el cual se numera como apéndice 13.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Aerocivil dispone de las siguientes condiciones para el uso de las aeronaves remotamente tripuladas:

- Sus hélices o rotores no serán metálicas.
- Deben estar equipadas con al menos un sistema de piloto automático, GPS, tren de aterrizaje, airbag, y paracaídas. La estación de pilotaje a distancia debe permitir el control (vía radio) en todas sus fases de vuelo y proveer información sobre sus condiciones de operación.
- Se deberá tener un radio receptor para escucha de frecuencias aeronáuticas de comunicaciones.
- Sus sistemas de radio control, de transmisión y recepción de datos o imagen no deberán causar ningún tipo de interferencia.
- Su sistema moto propulsor no debe generar ruido excesivo o contaminación.
- Los colores exteriores de la RPA la hacen claramente visible y detectable a distancia.
- las RPA no se deben acercar a menos de 50 mts, vertical u horizontalmente, a cualquier persona (individualmente considerada), objeto o edificación.

6. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO

Para el estudio financiero establecido a la nueva línea de servicio que se quiere implementar se evaluaron los costos, gastos e inversiones que se requieren para que el proyecto sea viable y sea puesto en marcha, teniendo en cuenta los posibles escenarios que afecten el proyecto como lo son variaciones en el mercado, fluctuación económica y disposiciones normativas y legales en constante actualización.

Se utilizó un modelo de evaluación financiera de proyectos de inversión que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo y se aplicaron los siguientes métodos: TIR, VPN, CAUE y Relación B/C con los cuales se buscó que cada una de las variables sean convergentes y tengan en cuenta el monto de la inversión del proyecto, el cubrimiento oportuno de los costos, el plan de financiamiento y que permitiera conocer los beneficios netos esperados, la capacidad financiera del proyecto y la rentabilidad de Capital propio.

6.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En todo el proyecto es necesario evaluar su viabilidad económica y financiera durante una línea de tiempo comercial de 5 años, con el fin de proyectar los ingresos, egresos, ventas, utilidades para la toma de decisiones sobre su viabilidad y posterior fase de ejecución.

A continuación, se presentan las diferentes variables financieras para evaluar el proyecto teniendo en cuenta el análisis del sector y la reglamentación colombiana aplicable en materia tributaria:

6.1.1 Inversión

La inversión inicial del proyecto será de $ 367.632.207 este monto se contempló teniendo en cuenta la proyección de 5 años tiempo estimado para la puesta en marcha del negocio y la generación de beneficios, este dinero será destinado para compra de maquinaria y equipos operacionales, compra y pago del arrendamiento de los equipos de oficina, adquisición de muebles y enseres, adquisición de licencias, desarrollo de programas y procedimientos para la prestación del servicio, programas de capacitación para el personal de la operación y del área administrativa, publicidad para el posicionamiento de la marca y una provisión de capital de trabajo para garantizar la operación del negocio durante los tres primeros meses en los cuales no se percibirá ingresos, este periodo se estima teniendo en cuenta la proyección de ventas y la política de recaudo de cartera después de este tiempo se estima que la operación se empiece a ver reflejada en ingresos para la compañía.

Relación de la Inversión

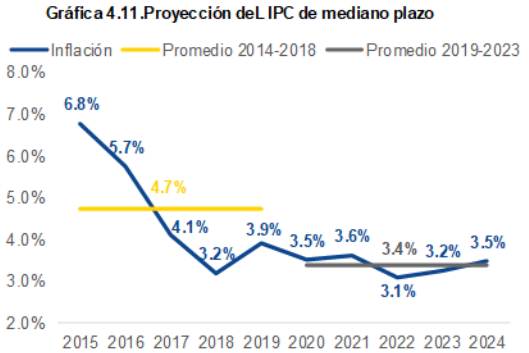
CONCEPTO	VALOR
Compra de Activos Fijos	$ 132.484.107,00
Provisión Inicial	$ 235.148.100,20
TOTAL	**$ 367.632.207,20**

Tabla 26: Costo Nómina. Fuente: Autores 2020.

6.1.2 Índice de precios del consumidor (IPC)

Uno de los índices que más influye en la economía colombiana es el Índice de Precios del Consumidor (IPC), este índice se entiende como la inflación o el costo de vida de los colombianos y mide los cambios en el nivel de precios de una canasta de bienes y servicios de consumo adquiridos por los hogares.

Para la evaluación financiera se toma como base el porcentaje del IPC de las proyecciones macroeconómicas publicadas por el Banco de la Republica, Bancolombia y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (imagen 17) con este porcentaje proyectado se incrementó el valor de los costos asociados a la operación incluidos los salarios del personal y se aumentó los demás gastos en los que incurre el negocio para cada uno de los cinco años proyectados.



FECHA	Observado y proyectado	Promedio 2014-2018	Promedio 2019-2023
2013	1,9%		
2014	3,7%		
2015	6,8%	4,7%	
2016	5,7%	4,7%	
2017	4,1%	4,7%	
2018	3,2%	4,7%	
2019	3,9%	4,7%	
2020	3,5%		3,4%
2021	3,6%		3,4%
2022	3,1%		3,4%
2023	3,2%		3,4%
2024	3,5%		3,4%

Imagen 17: Proyección del IPC. Fuente. DANE

6.1.3 Nómina

PROCESO	CARGO	CANTIDAD	ASIGNACIÓN SALARIAL	COSTO EMPLEADOR	COSTO TOTAL
Estratégico	Gerente General	1	$ 5 000 000.00	$ 6 710 680.00	$ 6 710 680.00
ADM y Financiero	Gerente Administrativo y Financiero	1	$ 3 000 000.00	$ 3 943 640.00	$ 3 943 640.00
ADM y Financiero	Asistente Administrativa y Contable	1	$ 900 000.00	$ 1 366 186.02	$ 1 366 186.02
Comercial	Gerente Comercial	1	$ 3 000 000.00	$ 3 943 640.00	$ 3 943 640.00
Operaciones	Director del Proyecto (PMO)	1	$ 4 000 000.00	$ 5 520 300.00	$ 5 520 300.00
Operaciones	Coordinador de Cartografía	1	$ 2 500 000.00	$ 3 484 100.00	$ 3 484 100.00
Operaciones	Asistente de Cartografía	2	$ 1 800 000.00	$ 2 606 220.00	$ 5 212 440.00
Operaciones	Coordinador de Campo	3	$ 2 500 000.00	$ 3 484 100.00	$ 10 452 300.00
Operaciones	Asistente de Campo	3	$ 1 800 000.00	$ 2 606 220.00	$ 7 818 660.00
Operaciones	Asistente Junior	3	$ 1 000 000.00	$ 1 568 918.02	$ 4 706 754.05
Operaciones	Auxiliar	1	$ 70 000.00	$ 70 000.00	$ 70 000.00

Tabla 27: Costo Nómina. Fuente: Autores, 2020.

De acuerdo al proyecto se tienen los valores de nómina que inciden directamente en la ejecución del proyecto, con la salvedad de que algunos perfiles solo serán empleados en caso de necesitarse durante las operaciones en campo.

6.1.4 Incremento anual de salarios

CARGO	ASIGNACIÓN SALARIAL	INCREMENTO SALARIAL (PROYECCIÓN IPC 3,4%)				
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Gerente general	5.000.000	5.000.000	5.170.000	5.345.780	5.527.537	5.715.473
Gerente administrativo y financiero	3.000.000	3.000.000	3.102.000	3.207.468	3.316.522	3.429.284
Asistente administrativa y contable	900.000	900.000	930.600	962.240	994.957	1.028.785
Gerente Comercial	3.000.000	3.000.000	3.102.000	3.207.468	3.316.522	3.429.284
Director del proyecto (PMO)	4.000.000	4.000.000	4.136.000	4.276.624	4.422.029	4.572.378
Coordinador de cartografía	2.500.000	2.500.000	2.585.000	2.672.890	2.763.768	2.857.736
Asistente de cartografía	1.800.000	1.800.000	1.861.200	1.924.481	1.989.913	2.057.570
Coordinador de campo	2.500.000	2.500.000	2.585.000	2.672.890	2.763.768	2.857.736
Asistente de campo	1.800.000	1.800.000	1.861.200	1.924.481	1.989.913	2.057.570
Asistente Junior	1.000.000	1.000.000	1.034.000	1.069.156	1.105.507	1.143.095
Auxiliar	900.000	900.000	930.600	962.240	994.957	1.028.785

Tabla 28: Incremento anual de salarios. Fuente: Autores, 2020.

6.1.5 Costos

COSTOS FIJOS (INCREMENTO PROYECCIÓN IPC 3,4%)					
CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Director del proyecto (PMO)	66.243.600	68.495.882	70.824.742	73.232.784	75.722.698
Coordinador de cartografía	41.809.200	43.230.713	44.700.557	46.220.376	47.791.869
Asistente de cartografía	62.549.280	64.675.956	66.874.938	69.148.686	71.499.741
Coordinador de campo	125.427.600	129.692.138	134.101.671	138.661.128	143.375.606
Asistente de campo	93.823.920	97.013.933	100.312.407	103.723.029	107.249.612
Asistente Junior	56.481.049	58.401.404	60.387.052	62.440.212	64.563.179
Computador portátil	2.616.000	2.704.944	2.796.912	2.892.007	2.990.335
Computador portátil	6.240.000	6.452.160	6.671.533	6.898.366	7.132.910
Pantalla LC 32"	1.920.000	1.985.280	2.052.780	2.122.574	2.194.742

Licencia Software Pix4D BIM	19.044.000	19.691.496	20.361.007	21.053.281	21.769.093
Licencias Office 365	6.120.000	6.328.080	6.543.235	6.765.705	6.995.739
Licencias Project 2013 Profesional, SPLA	1.236.000	1.278.024	1.321.477	1.366.407	1.412.865
Servicios públicos operacionales	5.460.000	5.645.640	5.837.592	6.036.070	6.241.296
Arriendo Oficina %operacional	17.280.000	17.867.520	18.475.016	19.103.166	19.752.674
TOTAL	**$506.250.649**	**$523.463.171**	**$541.260.918**	**$559.663.790**	**$578.692.359**

Tabla 29: Costos Fijos. Fuente: Autores, 2020.

COSTO VARIABLE UNITARIO (INCREMENTO PROYECCIÓN IPC 3,4%- PIB 4,5 %)					
CONCEPTO	**AÑO 1**	**AÑO 2**	**AÑO 3**	**AÑO 4**	**AÑO 5**
Auxiliar	70.000	72.380	74.841	77.386	80.017
Servicio de transporte	700.000	723.800	748.409	773.855	800.166
Póliza del proyecto	300.000	310.200	320.747	331.652	342.928
Dotación y EPP	300.000	310.200	320.747	331.652	342.928
TOTAL	**$ 1.370.000**	**$ 1.416.580**	**$ 1.464.744**	**$ 1.514.545**	**$ 1.566.040**

Tabla 30: Costo variable unitario. Fuente: Autores, 2020.

COSTO VARIABLE TOTAL (INCREMENTO PROYECCIÓN IPC 3,4% y PIB 4,5 %)					
CONCEPTO	**AÑO 1**	**AÑO 2**	**AÑO 3**	**AÑO 4**	**AÑO 5**
Costo Variable Total	87.680.000	94.740.870	102.370.353	110.614.237	119.522.002
TOTAL	**$87.680.000**	**$ 94.740.870**	**$ 102.370.353**	**$ 110.614.237**	**$ 119.522.002**

Tabla 31: Costo variable total. Fuente: Autores, 2020.

Puesto que el proyecto no está direccionado a un servicio de producción sino que su actividad va relacionada de acuerdo a la ubicación de la torre autosoportada, el servicio se moviliza hasta donde lo estipule el cliente por tanto no se tiene contemplado la adquisición de una camioneta 4x4 sino el arriendo por día del servicio de transporte.

6.1.6 Costo Inversión Activos Fijos

Los costos de los equipos incluyen el conjunto de drones con los elementos adicionales que servirán de complemento para el momento de la evaluación física de la torre auto-soportada. Como se planteó en el diseño del producto, los drones a emplear son el Dron Phantom 4 pro y el Dron Inspire con cámara térmica, los cuales son los que se ajustan al objetivo principal del proyecto.

ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Dron Phantom 4 Pro	3	$ 7 843 041.00	$ 23 529 123.00
Dron Inspire con Cámara térmica	3	$ 33 010 328.00	$ 99 030 984.00
Gafas DJI Googles FPV	3	$ 1 649 000.00	$ 4 947 000.00
iPad 7ma Generación 10,2 "	3	$ 1 659 000.00	$ 4 977 000.00

Tabla 32: Costos Equipos. Fuente: Autores 2020.

6.1.7 Depreciación

El método de depreciación utilizado para determinar la pérdida del valor del bien en la proyección de cinco años es el método de línea recta, este método se toma teniendo en cuenta las políticas contables de la empresa y se fundamenta según los límites fiscales de la tabla del artículo 137 del estatuto tributario y el marco legal compilado por el decreto 1625 de 2016 y se aplica a los diferentes activos fijos adquiridos para la prestación del servicio.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	COSTO ADQUISICIÓN	CLASIFICACIÓN	VIDA ÚTIL MESES	VIDA ÚTIL DÍAS	DEPRECIACIÓN MENSUAL	DEPRECIACIÓN ANUAL
AFF001	Dron Phantom 4 Pro	7.843.041,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	130.717,35	1.568.608,20
AFF002	Dron Phantom 4 Pro	7.843.041,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	130.717,35	1.568.608,20
AFF003	Dron Phantom 4 Pro	7.843.041,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	130.717,35	1.568.608,20
AFF004	Dron Inspire con Cámara térmica	33.010.328,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	550.172,13	6.602.065,60
AFF005	Dron Inspire con Cámara térmica	33.010.328,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	550.172,13	6.602.065,60
AFF006	Dron Inspire con Cámara térmica	33.010.328,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	550.172,13	6.602.065,60
AFF007	Gafas DJI Googlees FPV	1.649.000,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	27.483,33	329.800,00
AFF008	Gafas DJI Googlees FPV	1.649.000,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	27.483,33	329.800,00
AFF009	Gafas DJI Googlees FPV	1.649.000,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	27.483,33	329.800,00
AFF010	iPad 7ma Generación 10,2 "	1.659.000,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	27.650,00	331.800,00
AFF011	iPad 7ma Generación 10,2 "	1.659.000,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	27.650,00	331.800,00
AFF012	iPad 7ma Generación 10,2 "	1.659.000,00	Equipo de cómputo y comunicaciones	60	1800	27.650,00	331.800,00

Tabla 33: Depreciación de activos. Fuente: Autores 2020.

6.1.8 Gastos

GASTOS (INCREMENTO PROYECCIÓN IPC 3,4%)					
CONCEPTO	**AÑO 1**	**AÑO 2**	**AÑO 3**	**AÑO 4**	**AÑO 5**
Servicios públicos (Adm, Fin, Comy Ger)	2.340.000	2.419.560	2.501.825	2.586.887	2.674.841
Gerente general	80.528.160	83.266.117	86.097.165	89.024.469	92.051.301
Gerente administrativo y financiero	47.323.680	48.932.685	50.596.396	52.316.674	54.095.441
Gerente Comercial	47.323.680	48.932.685	50.596.396	52.316.674	54.095.441
Asistente administrativa y contable	16.394.232	16.951.636	17.527.992	18.123.943	18.740.158
Servicios generales	6.000.000	6.204.000	6.414.936	6.633.044	6.858.567
Computador portátil	5.232.000	5.409.888	5.593.824	5.784.014	5.980.671
Pantalla	1.920.000	1.985.280	2.052.780	2.122.574	2.194.742
Licencias Office 365	4.080.000	4.218.720	4.362.156	4.510.470	4.663.826
Papelería	2.400.000	2.481.600	2.565.974	2.653.218	2.743.427
Póliza Multirriesgo	12.000.000	12.408.000	12.829.872	13.266.088	13.717.135
Arriendo Oficina % (Adm, Fin, Comy Ger)	4.320.000	4.466.880	4.618.754	4.775.792	4.938.168
Publicidad online de la línea de negocio	6.240.000	6.452.160	6.671.533	6.898.366	7.132.910
Tarjetas de Negocio	3.000.000	3.102.000	3.207.468	3.316.522	3.429.284
Tarifas de servicios Legales	24.000.000	24.816.000	25.659.744	26.532.175	27.434.269
Elementos de Ergonomia	26.400.000	27.297.600	28.225.718	29.185.393	30.177.696
Reserva por contingencias	60.000.000	62.040.000	64.149.360	66.330.438	68.585.673
TOTAL	**$ 349.501.752**	**$ 361.384.812**	**$ 373.671.895**	**$ 386.376.740**	**$ 399.513.549**

Tabla 34: Gastos Administrativos. Fuente: Autores, 2020.

Como estrategia para generar las ventas proyectadas se requiere una serie de gastos en publicidad los cuales fueron hallados para el primer año del proyecto puesto que se espera dar a conocer el servicio buscando atraer a los nuevos clientes presentes en el mercado del sector de telecomunicaciones.

ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Publicidad por apertura	1	$ 3 000 000.00	$ 3 000 000.00
Publicidad online de la línea de negocio	1	$ 520 000.00	$ 520 000.00
Tarjetas de Negocio	1	$ 250 000.00	$ 250 000.00

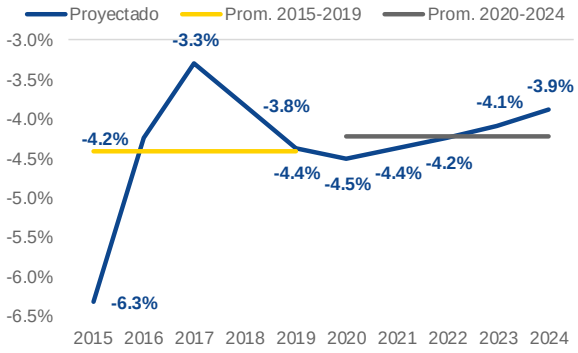
Tabla 35: Gastos Publicidad. Fuente: Autores, 2020.

6.2 PROYECCIÓN DE VENTAS

6.2.1 Producto interno bruto PIB

Uno de los principales indicadores estadísticos empleados para medir la evolución económica de un país es el Producto Interior Bruto (PIB), para la elaboración del pronóstico de ventas se tuvo en cuenta este indicador y se utilizó el análisis macroeconómico realizado por el Banco de la republica donde diferentes analista proyectan una fase de crecimiento del 4,5% Efectivo Anual (Imagen 18) la interpretación de este indicador fue fundamental para conocer el grado de desarrollo económico, sus tendencias y poder comparar este porcentaje con la demanda del servicio y el cubrimiento del mercado que se estimó en estudio del mercado.

Gráfica 3.2. Escenario de balance para el mediano plazo (% del PIB)



	Proyectado	Prom. 2015-2019	Prom. 2020-2024
2015	-6,3%	-4,4%	
2016	-4,2%	-4,4%	
2017	-3,3%	-4,4%	
2018	-3,8%	-4,4%	
2019	-4,4%	-4,4%	
2020	-4,5%		-4,5%
2021	-4,4%		-4,5%
2022	-4,2%		-4,5%
2023	-4,1%		-4,5%
2024	-3,9%		-4,5%

Fuente: Grupo Bancolombia, Banco de la República, DANE.

Imagen 18: Escenario de balance. Fuente DANE.

6.2.2 Pronóstico de Ventas

De acuerdo al estudio de mercado que se realizó para el proyecto se estableció que, por la demanda de actividades en las torres de telecomunicaciones, la competencia directa en el mercado y el dinamismo comercial. Teniendo en cuenta el aumento en la inflación ponderada para cada año que se estableció en 3.4% y al incremento del PIB que se espera del 4.5%, se definió la proyección en ventas esperada durante el ciclo de vida del proyecto.

Año	2020	2021	2022	2023	2024
Precio	$ 15 343 244.98	$ 15 864 915.31	$ 16 404 322.43	$ 16 962 069.39	$ 17 538 779.75
Cantidad	74	77	81	84	88
Ventas	$ 1 135 400 128.43	$ 1 226 833 900.78	$ 1 325 630 834.81	$ 1 432 383 885.93	$ 1 547 733 760.27

Tabla 36: Proyección en ventas. Fuente: Autores, 2020.



Imagen 19: Pronóstico de ventas. Fuente: Autores, 2020.

6.2.3 Punto de Equilibrio

El Volumen mínimo de servicios a prestar en el mes para dar cubrimiento a los costos fijos y variables es de cinco servicios, en este punto se logra vender lo mismo que se gasta y no refleja una ganancia o una perdida, el precio de venta del servicio será de $ 15.343.245 (Quince Millones trecientos Cuarenta y tres mil doscientos cuarenta y cinco pesos), en este precio de venta se encuentra contemplado un margen de ganancia por servicio del 13,90%

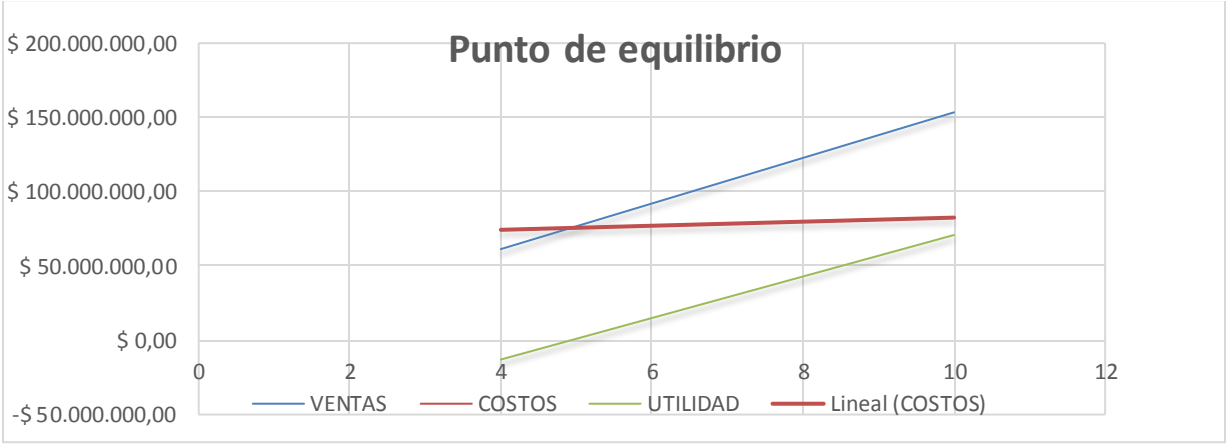


Imagen 20: Punto de equilibrio. Fuente: Autores, 2020.

6.2.4 Modelos plan de ventas

Estrategia

Para llevar a cabo la prestación del servicio se creará un equipo de ventas, el cual tendrá la función de promover el valor agregado de la compañía, realizará la evaluación del servicio solicitado por los clientes y su posterior seguimiento.

Este personal tendrá una capacitación sobre el servicio, conocerán el beneficio de la inspección realizada y el análisis de las condiciones seguras, podrán conocer las ventajas y desventajas sobre el servicio a prestar.

La estrategia a utilizar el primer año de ventas estará apuntada a obtener rápidamente participación de mercado, como método de promoción, se ofrecerá descuentos por contratación de paquetes del servicio para los clientes que así lo deseen.

El precio de venta del servicio será de $ 15.343.244.98 y se compensará al vendedor con un salario fijo más comisión del 4% por servicio contratado y facturado. La fuerza de ventas se estructurará de forma territorial, dividiendo por zonas el mercado objetivo y por sector económico.

El servicio ofrecido será de muy buena calidad buscando satisfacer constantemente las necesidades de nuestros clientes, brindándoles un muy buen servicio de venta y postventa y contribuyendo con la seguridad y la salud en el trabajo del técnico que desarrolle la labor.

Tácticas de promoción y comunicación

En la actualidad los vehículos aéreos no tripulados son reconocidos en el sector, por lo tanto, la mayoría de las empresas de la ciudad conocen el servicio prestado. Se espera que dicha línea de negocio logre el posicionamiento y ayude a mejorar el ingreso al mercado del servicio de inspección de torres de control con Drones.

Tácticas de canales

La organización cuenta con los recursos para la prestación del servicio, se contratará una camioneta utilitaria para realizar la logística del trasporte de los equipos, se considera que

para la nueva línea de negocio sería conveniente crear un logotipo que referencie los Drones ya que es bastante conocido en el mercado local.

Clientes:

El servicio estará dirigido al sector se las telecomunicaciones y se buscara realizar el contacto con las siguientes empresas para ofrecer el servicio:

- SERVINTELCO
- INGETEL
- REDES Y SERVICIOS ELECTRICOS
- OSC Telecoms
- K2K SOLUCIONES
- INGYTELCOM S.A
- CONECTAR T.V
- Unión Eléctrica S.A.
- YINDA
- Nokia

El factor Diferenciador:

La empresa aplica "una estrategia de Diferenciación" basada en tres principios fundamentales:

Conocimiento técnico especializado:

Servicio técnico, asesoramiento. Capacitación.

Prestación de un servicio de buena calidad

Seleccionar los canales de venta

Es necesario elegir la manera en la que se va a proporcionar el servicio a los clientes. Para ello, hay que tener en cuenta la **capacidad de distribución** de la empresa, los **canales más eficientes**, los canales que prefiere el propio cliente, etc. La idea es que la oferta de la

empresa llegue al consumidor en el menor tiempo, con la mejor comunicación y con la mayor rentabilidad posible. Dentro de los canales, se pueden hacer distinciones por su longitud (canal directo, corto o largo), por su tecnología de compraventa (canal tradicional, automatizado, audiovisual o electrónico) y por su manera de organización (canal independiente, administrado, integrado o asociado).

6.3 FLUJO DE CAJA

Uno de los estados financieros claves para evaluar la viabilidad económico- financiera del proyecto constituye el flujo de caja proyectado, por cuanto muestra de manera simplificada cuales son los ingresos y egresos del proyecto y su comportamiento durante el horizonte objeto del análisis, si es positivo o negativo y de qué manera se pueden aplicar los indicadores de evaluación para la toma de decisiones sobre su posibilidad de inversión y puesta en marcha, a continuación se detalla el flujo de caja proyectado con las condicionales de que éste se establezca sin apalancamiento financiero y con apalancamiento.

Para el flujo de caja se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Las depreciaciones serán aplicadas de manera lineal por un periodo de 5 años para equipos tecnológicos
- Pago de nómina de manera mensual.
- Se buscará financiación del 30% de la inversión inicial que corresponde a aproximadamente 112 millones a una tasa efectiva anual de 10.49%, con plazo hasta de 60 meses.
- El pago de arriendo y servicios públicos se realizará de forma mensual.
- Se determinó una tasa interna de oportunidad del inversionista (TIO) del 15%
- Se plantean 2 escenarios, uno con financiación de aproximadamente del 30% de la inversión inicial y otro sin financiación.

6.3.1 Flujo de caja sin apalancamiento financiero

Para el análisis del flujo de caja sin apalancamiento financiero se definió que el costo total de la inversión inicial será asumido por la empresa.

Precio		**$ 15 343 244.98**	**$ 15 864 915.31**	**$ 16 404 322.43**	**$ 16 962 069.39**	**$ 17 538 779.75**
Q cantidad		**74**	**77**	**81**	**84**	**88**
años	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Ingresos por ventas		$ 1 135 400 128.43	$ 1 226 833 900.78	$ 1 325 630 834.81	$ 1 432 383 885.93	$ 1 547 733 760.27
Egresos		$ 1 092 616 507.79	$ 994 392 113.81	$ 1 033 298 534.12	$ 1 073 938 241.24	$ 1 116 403 221.97
Depreciaciones		$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40
Flujo de caja antes de Impuestos		$ 16 286 799.25	$ 205 944 965.56	$ 265 835 479.29	$ 331 948 823.29	$ 404 833 716.89
Impuestos (33.5%)		$ 5 456 077.75	$ 68 991 563.46	$ 89 054 885.56	$ 111 202 855.80	$ 135 619 295.16
Flujo de caja después de Impuestos		$ 10 830 721.50	$ 136 953 402.10	$ 176 780 593.73	$ 220 745 967.49	$ 269 214 421.73
Depreciaciones		$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40
Inversión Inicial	$ 367 632 207.20					
Valor de salvamento						$ 60 000 000.00
Flujo de caja neto	**-$ 367 632 207.20**	**$ 37 327 542.90**	**$ 163 450 223.50**	**$ 203 277 415.13**	**$ 247 242 788.89**	**$ 355 711 243.13**

Tabla 37: Flujo de caja del proyecto sin préstamo. Fuente: Autores, 2020.

Para determinar la rentabilidad del proyecto sin apalancamiento financiero se realizó el respectivo análisis de rentabilidad donde se definió la TIO del 15% dando una VPN del $ 240.289.798,87, una TIR del 33%, una relación beneficio-costo del 1.23% y un CAUE del $ 62.783.251,demostrando que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero.

TIO	15%
VPN	$ 240 289 798.87
TIR	33%
B/C	1.23
CAUE	$ 62 783 251

Tabla 38: Análisis de rentabilidad del proyecto sin préstamo. Fuente: Autores, 2020.

6.3.2 Flujo de caja con apalancamiento financiero

Precio		**$ 15 343 244.98**	**$ 15 864 915.31**	**$ 16 404 322.43**	**$ 16 962 069.39**	**$ 17 538 779.75**
Q cantidad		**74**	**77**	**81**	**84**	**88**
años	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Ingresos por ventas		$ 1 135 400 128.43	$ 1 226 833 900.78	$ 1 325 630 834.81	$ 1 432 383 885.93	$ 1 547 733 760.27
Préstamo	$ 147 052 882.88					
Egresos		$ 1 092 616 507.79	$ 994 392 113.81	$ 1 033 298 534.12	$ 1 073 938 241.24	$ 1 116 403 221.97
Depreciaciones		$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40
Intereses		$ 15 425 847.41	$ 12 923 655.11	$ 10 158 982.82	$ 7 104 296.42	$ 3 729 173.41
Flujo de caja antes de Impuestos		$ 860 951.83	$ 193 021 310.46	$ 255 676 496.46	$ 324 844 526.87	$ 401 104 543.48
Impuestos		$ 288 418.86	$ 64 662 139.00	$ 85 651 626.32	$ 108 822 916.50	$ 134 370 022.07
Flujo de caja despues de Impuestos		$ 572 532.97	$ 128 359 171.45	$ 170 024 870.15	$ 216 021 610.37	$ 266 734 521.42
Depreciaciones		$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40	$ 26 496 821.40
Amortizaciones		$ 23 853 120.20	$ 26 355 312.51	$ 29 119 984.79	$ 32 174 671.19	$ 35 549 794.20
Inversión Inicial	$ 367 632 207.20					
Valor de salvamento						$ 60 000 000.00
Flujo de caja neto	**-$ 220 579 324.32**	**$ 3 216 234.17**	**$ 128 500 680.35**	**$ 167 401 706.76**	**$ 210 343 760.58**	**$ 317 681 548.62**

Tabla 39: Flujo de caja del proyecto con préstamo. Fuente: Autores, 2020.

Para determinar la rentabilidad del proyecto con apalancamiento financiero donde el préstamo se estableció en el 40% de la inversión inicial con un interés del 10.49% E.A. y el 60% restante lo asume la empresa, se realizó el respectivo análisis de rentabilidad donde se definió la TIO del 15% dando una VPN del $ 267.660.319, una TIR del 44%, una relación beneficio-costo del 1.23% y un CAUE del $ 101.399.278 ,demostrando que el proyecto es más atractivo desde el punto de vista financiero realizando un apalancamiento financiero.

TIO	15%
VPN	$ 267 660 319.28
TIR	44%
B/C	1.23
CAUE	$ 101 399 278

Tabla 40: Análisis de rentabilidad del proyecto con préstamo. Fuente: Autores, 2020.

6.3.3 Estado de Resultados Proyectado a cinco años.

Estado de Resultados Proyectado a cinco Años					
	Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**
Ingresos	981.967.679	1.061.045.536	1.146.491.533	1.238.818.496	1.338.580.549
Costo de ventas y prestación de servicios	593.930.649	618.204.041	643.631.271	670.278.027	698.214.360
Utilidad Bruta	**388.037.030**	**442.841.495**	**502.860.262**	**568.540.469**	**640.366.189**
Gastos operacionales de administración y de ventas	314.985.859	361.384.812	373.671.895	386.376.740	399.513.549
Depreciaciones	26.496.821	26.496.821	26.496.821	26.496.821	26.496.821
Utilidad Operacional	**46.554.349**	**54.959.862**	**102.691.545**	**155.666.908**	**214.355.819**
Gastos Financieros	15.425.847	12.923.655	10.158.983	7.104.296	3.729.173
Utilidad Antes de Impuestos	**31.128.502**	**42.036.206**	**92.532.562**	**148.562.611**	**210.626.645**
Impuestos	10.272.406	13.451.586	28.685.094	44.568.783	63.187.994
Utilidad Neta	**20.856.096**	**28.584.620**	**63.847.468**	**103.993.828**	**147.438.652**

Tabla 41: Estado de Resultados Proyectado a cinco años. Fuente: Autores, 2020.

6.3.4 Indicadores Financieros

Para determinar la Rentabilidad del Proyecto en un período de cinco años se tomaron los resultados arrojados Estado de Situación Financiera y el estado de Resultados proyectado.

6.3.5 Rentabilidad

6.3.5.1 Rentabilidad del Activo

A continuación, se detalla la rentabilidad generada para cada uno de los cinco años proyectados, para determinar este indicador se utilizó la fórmula: Rentabilidad Del Activo: Utilidad Operacional/ Activo Total.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
RENTABILIDAD DE ACTIVO	46.554.349	54.959.862	102.691.545	155.666.908	214.355.819
	439.340.650	447.378.643	485.205.933	560.259.468	675.524.201
INDICADOR %	10,60	12,28	21,16	27,78	31,73

Tabla 42: Rentabilidad del activo. Fuente: Autores, 2020.

6.3.5.2 Rentabilidad Del Patrimonio

A continuación, se detalla la rentabilidad generada por el patrimonio para cada uno de los cinco años proyectados, se utilizó la fórmula: Rentabilidad de Patrimonio: Utilidad Operacional/Patrimonio.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
RENTABILIDAD DE PATRIMONIO	46.554.349	54.959.862	102.691.545	155.666.908	214.355.819
	241.435.421	270.020.041	333.867.509	437.861.337	585.299.989
INDICADOR %	19,28	20,35	30,76	35,55	36,62

Tabla 43: Rentabilidad del patrimonio. Fuente: Autores, 2020.

6.3.5.3 Ratio de Liquidez

A continuación se detalla la capacidad que tiene el proyecto para obtener dinero en efectivo y poder cubrir sus obligaciones a corto plazo, este indicador influyeron las proyecciones del recaudo de cartera y el efectivo disponible para cada período, de igual manera para los pasivos permitió evidenciar el costo de oportunidad que se debe contemplar con los proveedores y el apalancamiento financiero que se requerirá durante los cinco años.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
RATIO DE LIQUIDEZ	333.353.364	367.888.179	432.212.290	533.762.646	675.524.201
	197.905.229	177.358.602	151.338.424	122.398.131	90.224.212
INDICADOR	1,68	2,07	2,86	4,36	7,49

Tabla 44: Ratio de Liquidez. Fuente: Autores, 2020.

6.3.5.4 Ratio de Solvencia

A continuación, se indica con cuánto dinero contaría la empresa para cubrir sus obligaciones en los diferentes periodos, en este indicador influyen los bienes y derechos discriminados en pesos del activo para dar cubrimiento a las obligaciones proyectadas.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
RATIO DE SOLVENCIA	439.340.650	447.378.643	485.205.933	560.259.468	675.524.201
	197.905.229	177.358.602	151.338.424	122.398.131	90.224.212
INDICADOR	2,22	2,52	3,21	4,58	7,49

Tabla 45: Ratio de Solvencia. Fuente: Autores, 2020.

6.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Varios son los elementos que pueden afectar el rendimiento del proyecto como lo son:

- Sobrecostos en el servicio
- Baja demanda del servicio
- Restricciones de aeronavegabilidades con los drones
- Escasa información sobre la periodicidad de mantenimiento en las antenas
- Alta competencia en el mercado
- Baja fidelidad de los clientes

Por ende se establecen 3 escenarios posibles (Optimista, Realista y Pesimista) para cada tipo de flujo de caja que se halló anteriormente, sin apalancamiento y con apalancamiento financiero, donde el factor que impacta es la cantidad de servicios que se proyectan para las ventas al año: Optimista=84, Realista=74, Pesimista=64

SIN PRÉSTAMO	OPTIMISTA	REALISTA	PESIMISTA
CANTIDAD	84	74	64
TIO	15%	15%	15%
VPN	$ 598 348 162.95	$ 240 289 798.87	-$ 117 768 565.20
TIR	59%	33%	5%
B/C	1.38	1.23	1.08

Tabla 46: Análisis de sensibilidad del proyecto sin préstamo. Fuente: Autores, 2020.

CON PRÉSTAMO	OPTIMISTA	REALISTA	PESIMISTA
CANTIDAD	84	74	64
TIO	15%	15%	15%
VPN	$ 625 718 683.35	$ 267 660 319.28	-$ 90 398 044.80
TIR	82%	44%	5%
B/C	1.38	1.23	1.08

Tabla 47: Análisis de sensibilidad del proyecto con préstamo. Fuente: Autores, 2020.

De acuerdo a los análisis calculados, se determina que el proyecto es viable para el escenario realista, puesto que éste se considera el más ajustado al estudio de mercado y a la proyección de ventas establecidas.

Cabe resaltar que, en todos los casos, los criterios de decisión TIR>TIO, VPN>0 y relación costo beneficio B/C >1 se cumplen, aunque los escenarios con préstamo bancario son más favorables en cuanto a valor presente neto (VPN) y tasas internas de retorno (TIR). El préstamo bancario nos ofrece un apalancamiento financiero importante para la puesta en marcha del servicio. Al observar los casos en los que el escenario sea “Pesimista” se puede evidenciar que el VPN presenta valores negativos y la TIR (5% en ambos escenarios) se encuentra muy por debajo de lo que espera de retorno el inversionista generando un escenario desfavorable y poco atractivo para la financiación del proyecto.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir del análisis del estudio de mercado, se ha identificado que el proyecto para monitoreo y evaluación previa de las condiciones físicas de una torre de telecomunicaciones mediante un vehículo aéreo no tripulado, tiene como clientes potenciales, principalmente a las empresas de telecomunicaciones, hasta el momento en el que desarrollo esta investigación no se encontraron empresas que presten este tipo de servicios en Colombia, lo que implica un nuevo nicho de mercado.

Con el uso de vehículos aéreos no tripulados se ofrecen servicios donde se requiera llegar a zonas de difícil acceso, largos desplazamientos en corto tiempo, amplia zona de cobertura, monitoreo en tiempo real y evidencias fotográficas y de vídeo para el procesamiento de imágenes. Para asegurar la calidad de operación de las nuevas tecnologías se propone el uso de las listas de chequeo pre, durante y post vuelo, en las que se enlistan los prerrequisitos para cada una de las actividades a realizar, y el aseguramiento de no infringir una normatividad u ocasionar un accidente operacional.

Asimismo se logró reconocer que dentro de los servicios a ofrecer se pueden abarcar inspecciones, no solo en sistemas de seguridad en el ascenso a la torre, sino también, para la prestación de servicios en la elaboración de reportes radiantes, supervisión de obras de instalación y mantenimiento de las torres de telecomunicaciones y la identificación de niveles de intensidad de señal y de cobertura, mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados.

Adicional a las empresas de telecomunicaciones, las empresas que trabajan con vehículos aéreos no tripulados en otras actividades, tienen la oportunidad de diversificar su mercado, ya que cuentan con los permisos, el personal, los equipos y la experiencia en el uso de la tecnología, lo que les proporciona, una ventaja competitiva en el mercado. Esto se complementa con el hecho de que las telecomunicaciones es un sector en crecimiento y en modernización constante, como lo vemos en el momento con el ingreso de tecnologías como el 5G y la expansión en la banda 700 MHz. Por lo que se recomienda revisar su viabilidad para este tipo de organizaciones.

En Colombia, con su dinamismo tecnológico, es factible que mediante la implementación de este tipo de proyectos represente una excelente oportunidad de crecimiento económico y de desarrollo tecnológico llevando al país a estar a la vanguardia en el uso de las nuevas tecnologías.

En el estudio económico-financiero se concluyó que el monto de inversión total del proyecto es de $ 367 632 207.20, de lo cual corresponde mayormente a capital de trabajo de 64% con una reserva de 3 meses puesto que en el inicio del proyecto se plantea que éstos son los recursos que se percibirán mientras el servicio genera ingresos mayores. El otro 36% corresponde a la adquisición de los equipos (drones).

Dadas las condiciones de mercado que presenta el proyecto, se concluyó que existe un mercado potencial bueno que sustenta satisfactoriamente la conveniencia de crear el servicio de monitoreo empleando aeromodelismo, debido a la cantidad de torres de telecomunicaciones presentes en el territorio nacional y a la cantidad de actividades de trabajo en alturas que se realizan en ellas. Se tiene previsto que los posibles competidores a futuro aparezcan de una manera acelerada puesto que el mercado que comprende los drones es muy competitivo, pero como se detalló en el estudio de mercado; pocos tiene la experticia de emplear aeromodelismo para el monitoreo y diagnóstico de las torres de telecomunicaciones.

El flujo de caja, evaluándolo en los dos escenarios planteados –sin préstamo y con préstamo, será estable durante el periodo de planeación del proyecto (5 años), en virtud de que los ingresos pronosticados en el plan de ventas solventarán los costos y gastos involucrados. Además, se estimó que el proyecto generará flujos de efectivo positivos una vez deducido los montos correspondientes al pago de depreciación y amortización de los activos de la empresa generados por la financiación del 40% del valor inicial a través del apalancamiento financiero, lo que significa que habrá disponibilidad neta de dinero en efectivo para cubrir los costos y gastos que realice la empresa durante el periodo de planeación considerado en el escenario realista de 74 servicios al año que es lo más ajustado a las condiciones actuales del mercado y a los recursos que se plantean en el proyecto.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aeronáutica Civil. (ocubre de 2019). *aerocivil.gov.co.* Recuperado el 20 de mayo de 2020, de http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%2091%20-%20Reglas%20Generales%20de%20Vuelo%20y%20Operaci%C3%B3n.pdf

ANDI. (2018). *Tercer informe de seguimiento sobre ausentismo laboral e incapacidades.* Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/Tercer%20informe%20de%20seguimiento%20sobre%20salud%20y%20estabilidad%20en%20el%20empleo%20CESLA%20ANDI.pdf

Andrew P. Colefaxa, P. A. (2019). Reliability of marine faunal detections in drone-based monitoring. *ScienceDirect*, 8.

BOLAÑOS, W. N., & LEÓN, B. S. (2018). *ANÁLISIS DE LA RESPUESTA ESPECTRAL DE CULTIVOS MEDIANTE EL USO DE RPAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MALEZA VEGETAL.*

Brito, M. (2014). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11509

CASTAÑO, G. (2015). *ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA "CAPACITACIÓN PARA TRABAJO SEGURO EN ALTURAS". Bogotá, Colombia.*

CCS. (6 de Marzo de 2019). *Consejo Colombiano de Seguridad*. Obtenido de https://ccs.org.co/como-le-fue-a-colombia-en-accidentalidad-enfermedad-y-muerte-laboral-en-2018/

Colombia, C. d. (Junio de 2012). *Agencia Nacional del Espectro.* Obtenido de Agencia Nacional del Espectro: https://www.crcom.gov.co/recursos_user/Documentos_CRC_2012/Codigo_de_Etica/CodigoBuenasPracticas_25_06_12.pdf

CUCAITA, C. C., & RODRIGUEZ, J. A. (2018). *SISTEMA PARA EL MONITOREO Y DETECCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ.*

EAFIT, U. (2016). NORMAS ISO Y SU COBERTURA. *Revista Panorama Contable Contaduria Pública*, 10.

ENGENHARIA, C. (2015). ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANCA. *CLEMAR ENGENHARIA*, 59.

Fasecolda. (Mayo de 2019). *Federación de Aseguradores Colombianos.* Obtenido de https://fasecolda.com/files/7815/5733/3981/Comunicado._Seminario_Riesgos_Laborales.pdf

FENIX. (2019). *FENIX.* Obtenido de FENIX: http://www.fenixx.com.ar/torres/tramos/tramos.htm

Fernandez, V. C. (1997). *Hidroar S.A.* Obtenido de http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf

Figueroa, J. Z. (2018). *Repositorio Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.* Obtenido de Repositorio Universidad Santo Tomás, Bucaramanga: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12671/2018julianzapata.pdf?sequence=1&isAllowed=y

for, A. a. (2019). Masoud Masoud Gheisaria, Behzad Esmaeilib, Behzad Esmaeilib. *ScienceDirect*, 230.

Garavito, E. C. (2009). *TRABAJO EN ALTURA PROTOCOLO.* Colombia.

Gheisari, M. &. (2019). Applications and requirements of unmanned aerial systems (UASs) for construction safety. *ScienceDirect*, 11.

Hailong Huang, A. V. (2019). Optimized deployment of drone base station to improve user experience in. *ScienceDirect*, 10.

Hale, A. R. (2007). Modeling accidents for prioritizing prevention. *Reliability Engineering and System Safety*, 16.

Infante, C. (2010). *Guía para la presentación de proyectos de investigación.* Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

INMOBILIARIA, A. N. (Mayo de 2018). *Agencia Virgilio Barco.* Obtenido de https://www.agenciavirgiliobarco.gov.co/Entidad/Documents/20180515-Manual-de-estandarizacion-final.pdf

Juan Manuel Wilches Durán, G. D. (2016). Reporte de Industria del Sector TIC 2016. *Comisión de Regulación de Comunicaciones Republica de Colombia*, 39.

Jun Xia, K. W. (2019). Drone scheduling to monitor vessels in emission control areas. *ScienceDirect*, 23.

Lledó, P. (2013). *Director de Poryectos.*

Ludovico Ferranti, F. C. (2018). Drone Cellular Networks: Enhancing the Quality Of Experience of video streaming applications. *ScienceDirect*, 12.

Ministerio de Protección Social. (2010). *Guía de trabajo seguro en torres de telecomunicaciones.* Obtenido de https://www.libertycolombia.com.co/sites/default/files/2019-07/Cartilla%20Telecomunicaciones.pdf

Morales, M. E. (2009). *Muertes y lesiones accidentales. Colombia, 2009.* Colombia: Centro de Referencia Nacional sobre Violencia.

Mundrone. (2014). *mundrone.blogspot*. Obtenido de mundrone.blogspot: http://mundrone.blogspot.com/p/historia-de-los-drones.html

Rodolfo K. Tessari, H. M. (2017). Performance-based design of steel towers subject to wind action. *ScienceDirect*, 9.

Rui Travanca, H. V. (2013). The past 20 years of telecommunication structures in Portugal. *ScienceDirect*, 13.

STORE, D. (06 de 06 de 2020). DJI STORE.

SURA, A. (2019). *Suramericana de Seguros .* Obtenido de https://www.arlsura.com/images/stories/documentos/trabajos_altura.pdf

Valdés, F. S. (2018). METODOLOGÍA PARTICIPATIVA DE JERARQUIZACIÓN DE. 24.

VELÁSQUEZ, W. (2017). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16424/VelasquezChinchillaWbeimar2017.pdf?sequence=1

Vivian B, P. M. (2018). Análisis dinámico de una torre autosoportada sujeta a cargas de viento y sismo. *Obras y Proyectos*, 9.

ZARIDE, N. (2014). Principales normas ambientales colombianas. *Ediciones EAN*, 97.

ANEXO 1

Con miras a la construcción del tamaño de la muestra se toma la cantidad total de ingenieros del área de ACS (30) de la compañía ZTE Colombia SAS encargadas de auditar las actividades de campo en las torres de telecomunicaciones, el muestreo no probabilístico se desarrolla mediante el siguiente cálculo:

Datos

$Confianza = 90\%$

$valor\ de\ la\ distribución\ normal\ estándar\ (\ z) = 1.64$

$Error\ (E) = 10\%$

$Probabilida\ Positiva\ (P) = 50\%$

$Prbabilidad\ Negativa\ (Q) = 50\%$

$Población\ (N) = 30$

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)E^2 + Z^2PQ}$$

$$n = \frac{(30)(1.64)^2(0.5)(0.5)}{(30-1)(0.1)^2 + (1.64)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 21$$

Lista de variables	
Pregunta(s)	Variable(s)
1, 2,8 y 9	Área de trabajo, Ubicación, Perfil del consumidor
3,10 y 13,18,19	operaciones internas, Clasificación del consumidor
4,5 y 6	Tiempo en el sector de las telecomunicaciones, Frecuencia de actividades
7,11,12,14 15,16,17,20	Identificación de problemas
21,22, 23 24, 25,26,27, 28, 29,32,30 y 31	Percepción de innovación , promoción, intención de compra, plaza
33,32	Plaza ,precio óptimo

Tabla 1: Variables de la encuesta aplicadas al sector de las telecomunicaciones

A continuación, se enlistan las preguntas y respuestas de la encuesta realizada por medio de la aplicación Google Forms a los 21 ingenieros auditores y se tabulan las respuestas.

1) ¿Cuál de las siguientes categorías describe la industria en la que trabaja?

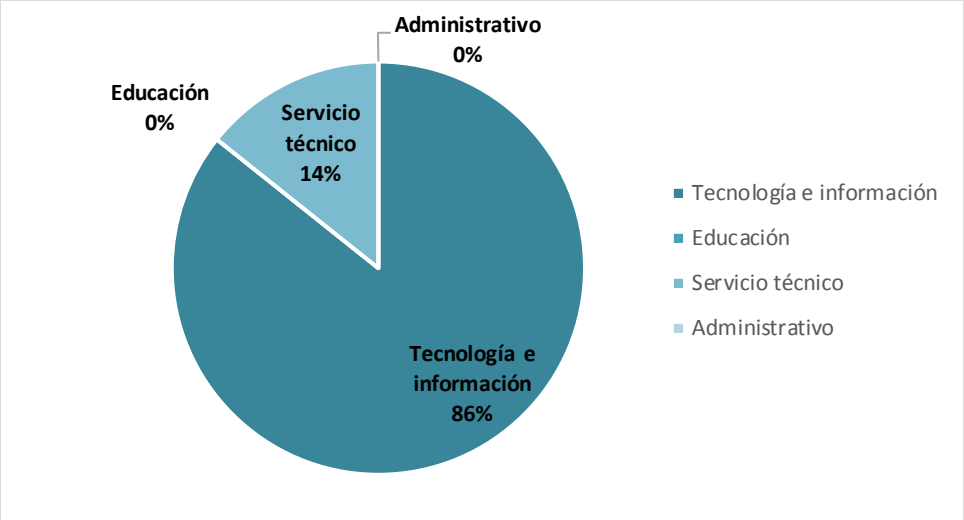


Imagen 1: Pregunta 1. Fuente: Autores, 2020

2) ¿En qué parte del país se encuentra ubicada su empresa?

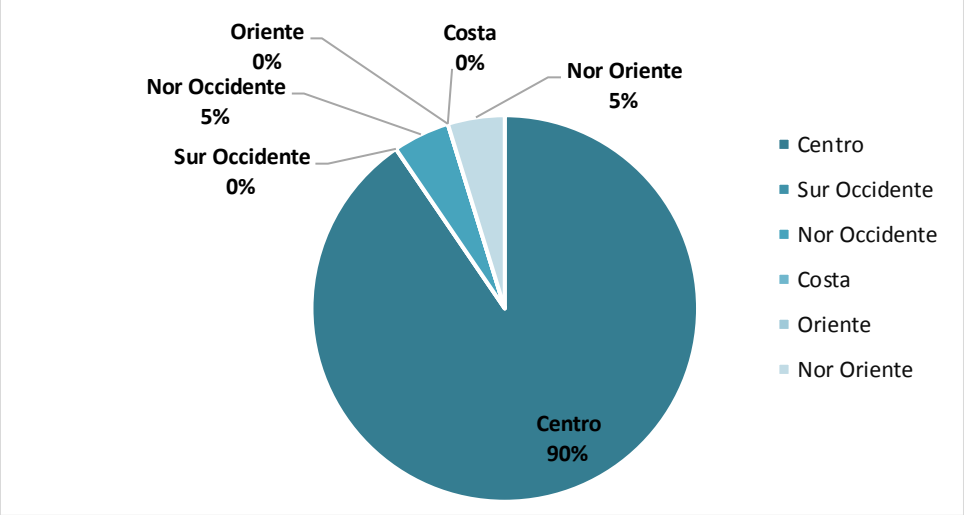


Imagen 2: Pregunta 2. Fuente: Autores, 2020

3) ¿Su empresa cuenta con personal técnico que realice trabajo en alturas en las torres de Telecomunicaciones?

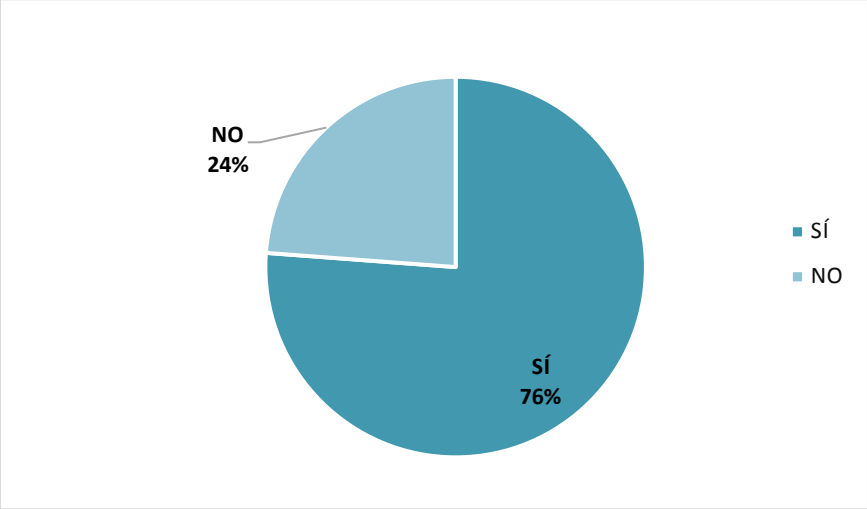


Imagen 3: Pregunta 3. Fuente: Autores, 2020.

4) Si su respuesta anterior es SI ¿Cuánto tiempo lleva la empresa trabajando en mantenimiento e inspección de torres de telecomunicaciones?

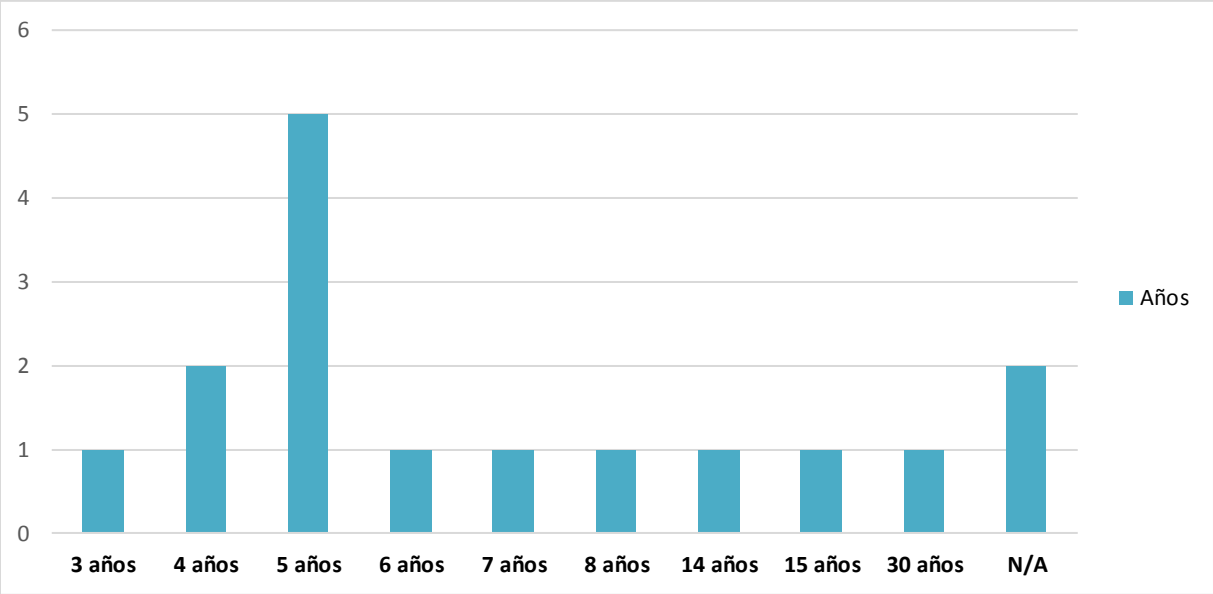


Imagen 4: Pregunta 4. Fuente: Autores, 2020.

5) Durante la intervención técnica ¿Cuánto tiempo tarda el personal de campo en realizar el ascenso a una torre de telecomunicaciones?

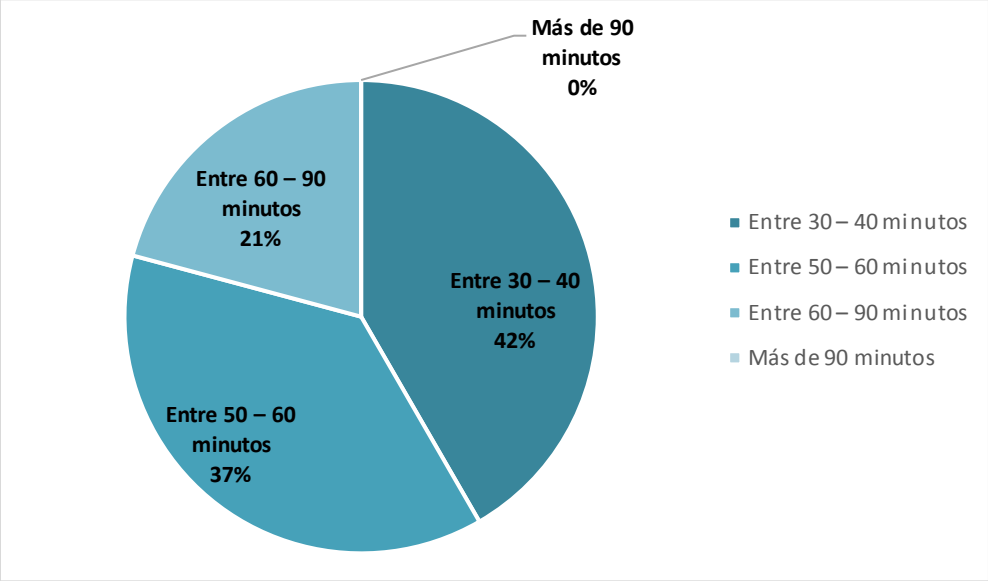


Imagen 5: Pregunta 5. Fuente: Autores, 2020.

6) ¿Con qué frecuencia se realizan los mantenimientos en las torres de telecomunicaciones?

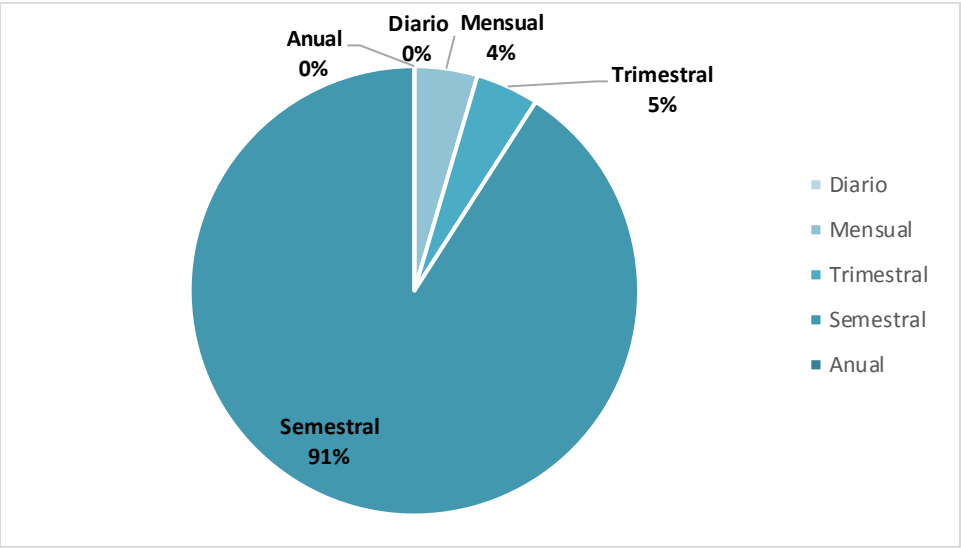


Imagen 6: Pregunta 6. Fuente: Autores, 2020.

7) ¿Los técnicos han presentado lesiones físicas cuando realizan el acenso a las torres?

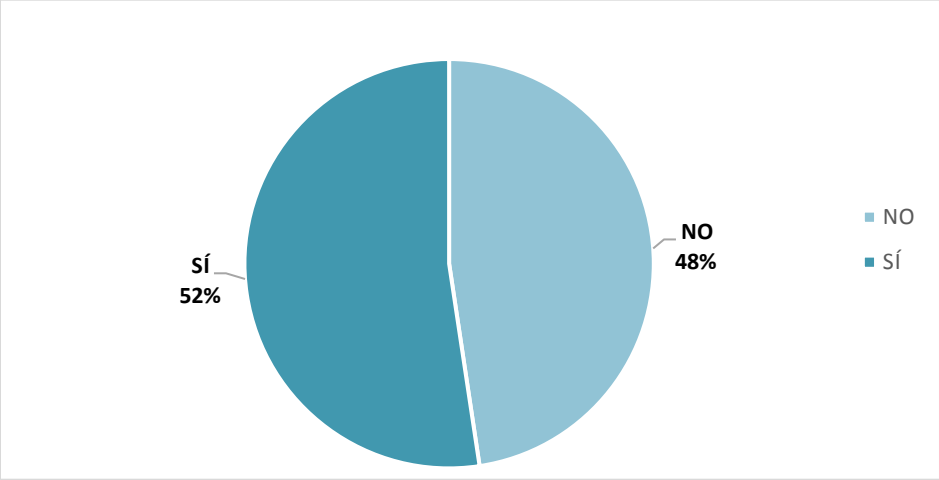


Imagen 7: Pregunta 7. Fuente: Autores, 2020.

8) ¿La empresa cuenta con cobertura técnica en todo el país?

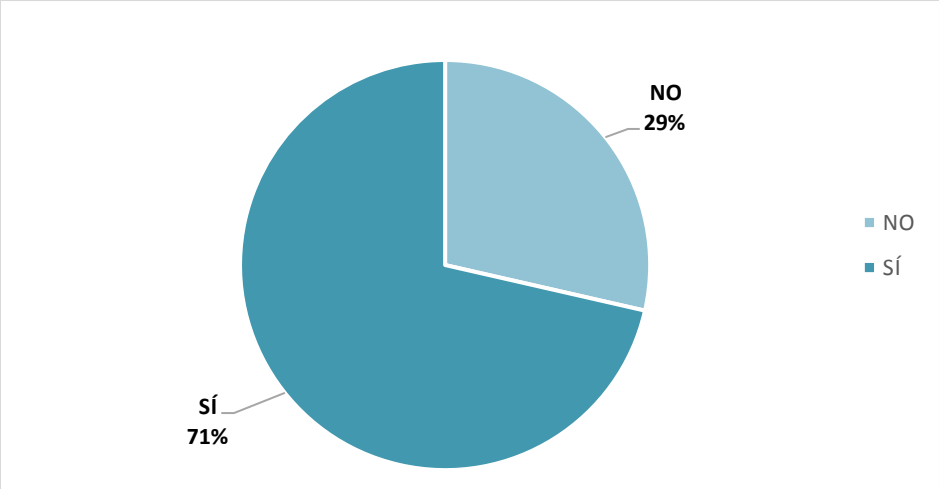


Imagen 8: Pregunta 8. Fuente: Autores, 2020.

9) Si la respuesta anterior es negativa, mencione en qué departamento presta los servicios técnicos

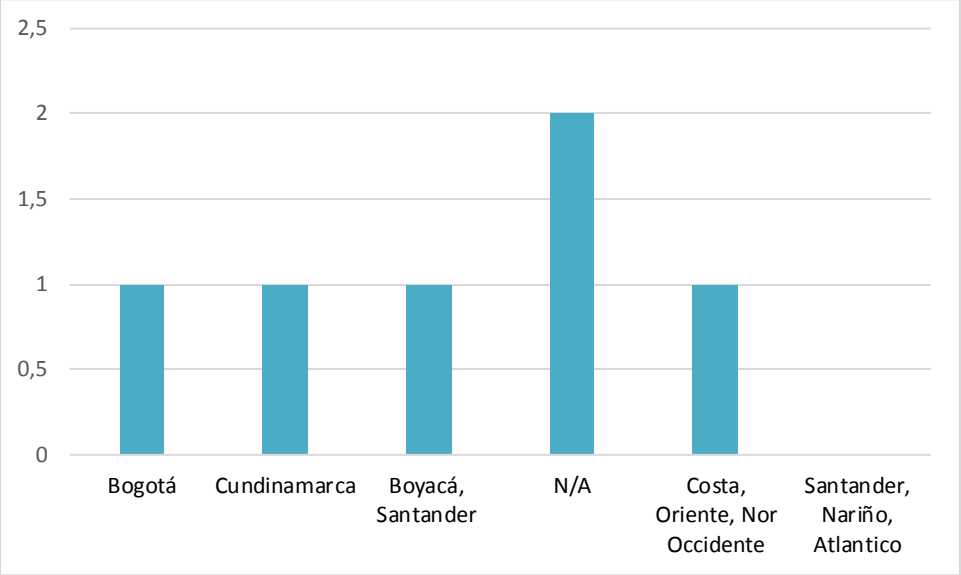


Imagen 9: Pregunta 9. Fuente: Autores, 2020.

10) ¿La empresa cuenta con supervisores para realizar trabajo en alturas?

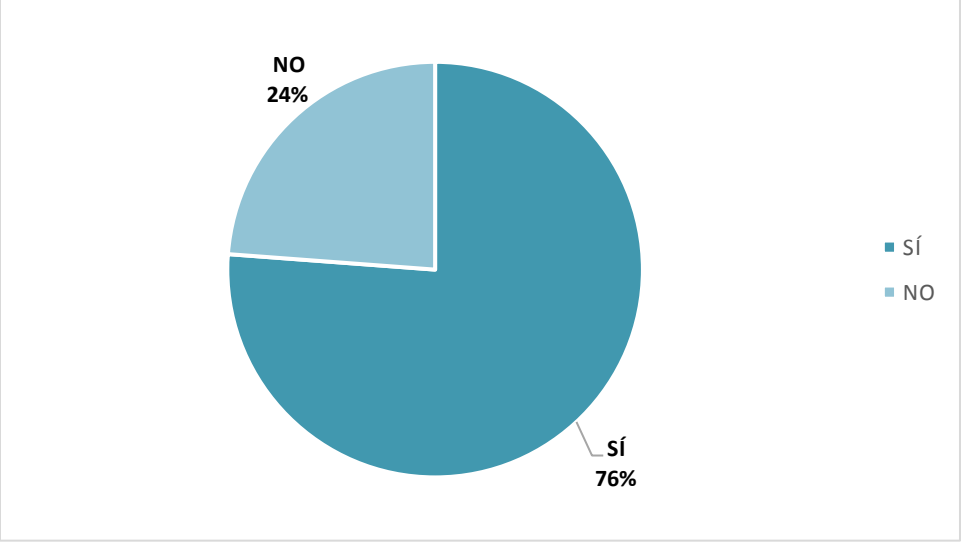


Imagen 10: Pregunta 10. Fuente: Autores, 2020.

11) ¿La empresa realiza seguimientos a herramientas de uso laboral para el ascenso y descenso de la torre?

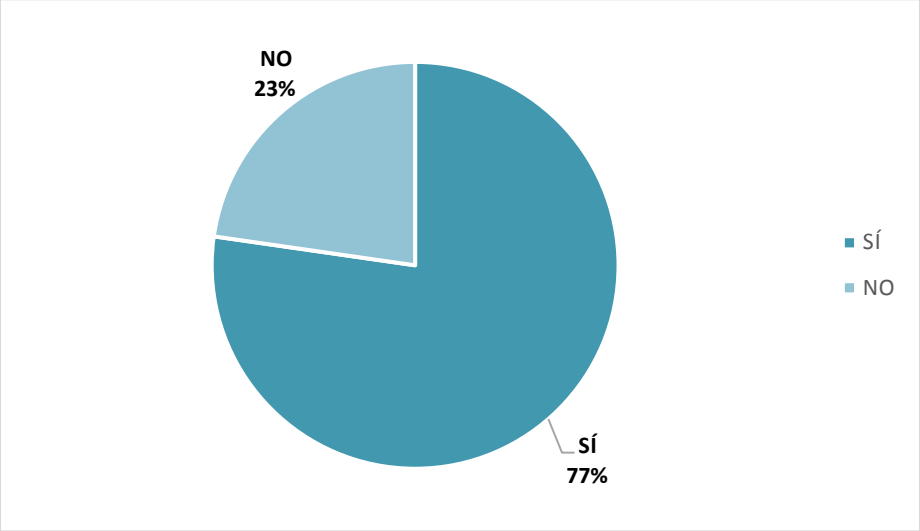


Imagen 11: Pregunta 11. Fuente: Autores, 2020.

12) ¿La empresa cuenta con capacitaciones periódicas de prevención de caídas?

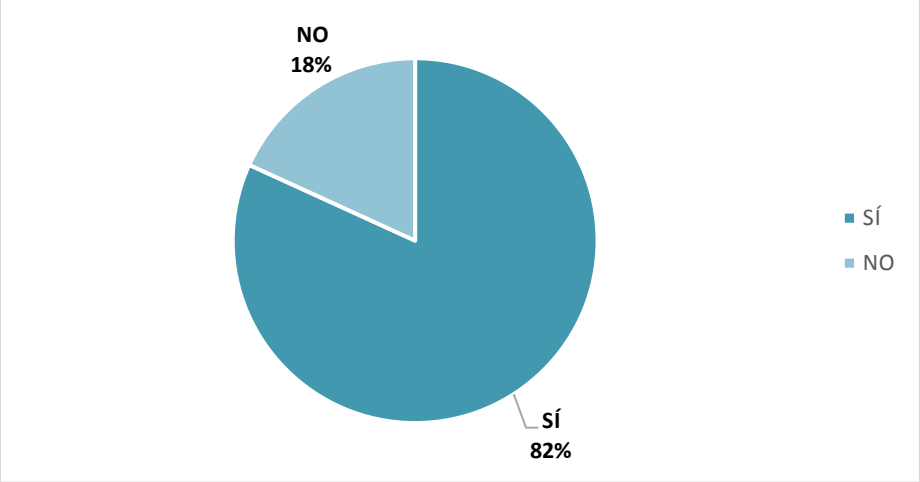


Imagen 12: Pregunta 12. Fuente: Autores, 2020.

13) Si su respuesta anterior es si ¿Cada cuento recibe capacitación?

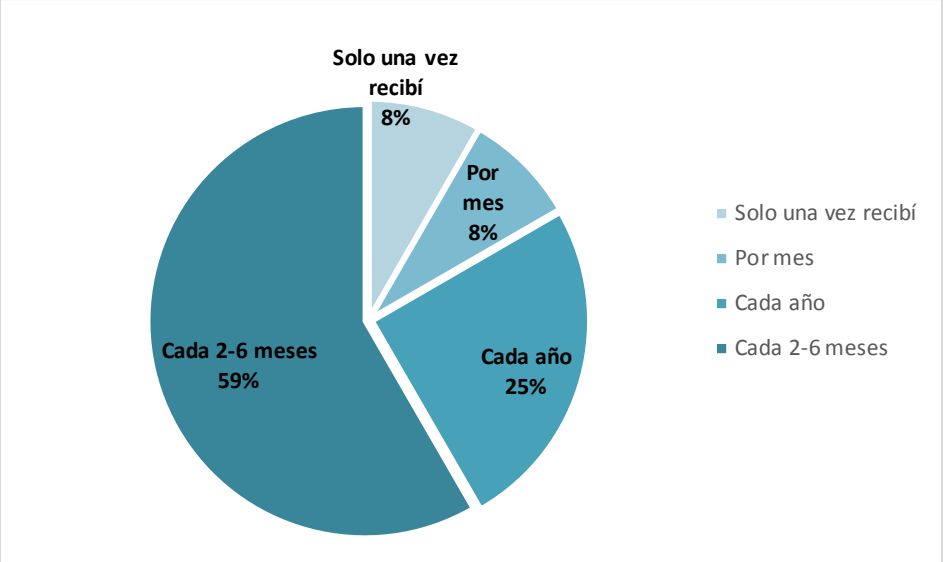


Imagen 13: Pregunta 13. Fuente: Autores, 2020.

14) Durante las intervenciones en la torre ¿La empresa cuenta con algún sistema que identifique la tecnología en las torres?

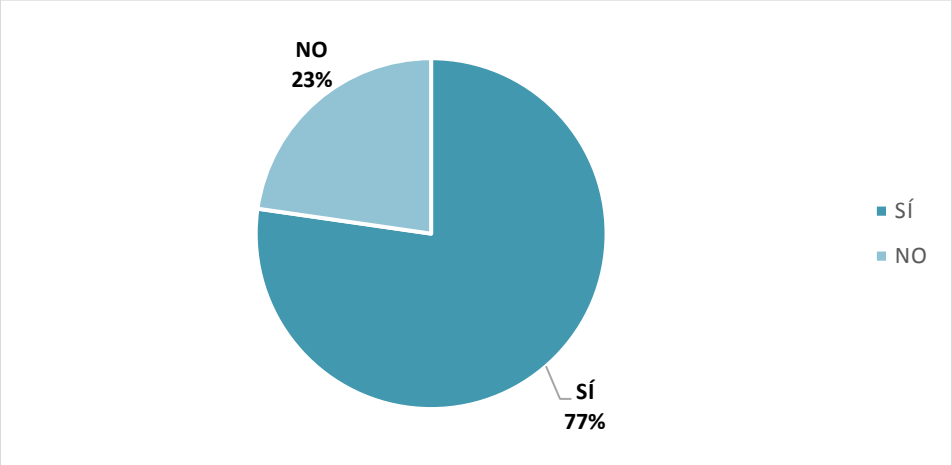


Imagen 14: Pregunta 14. Fuente: Autores, 2020.

15) ¿Ha cancelado actividades en campo por las condiciones físicas de la torre?

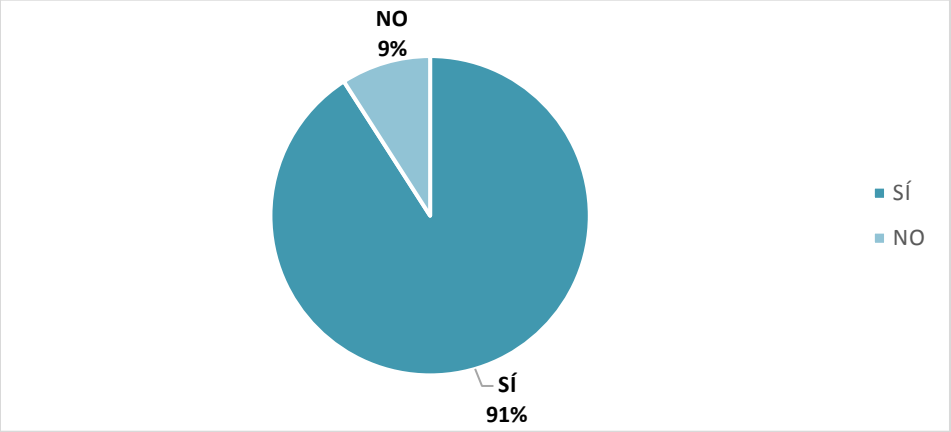


Imagen 15: Pregunta 15. Fuente: Autores, 2020.

16) ¿Cuáles de las siguientes fallas de infraestructura se presentan comúnmente en las torres?

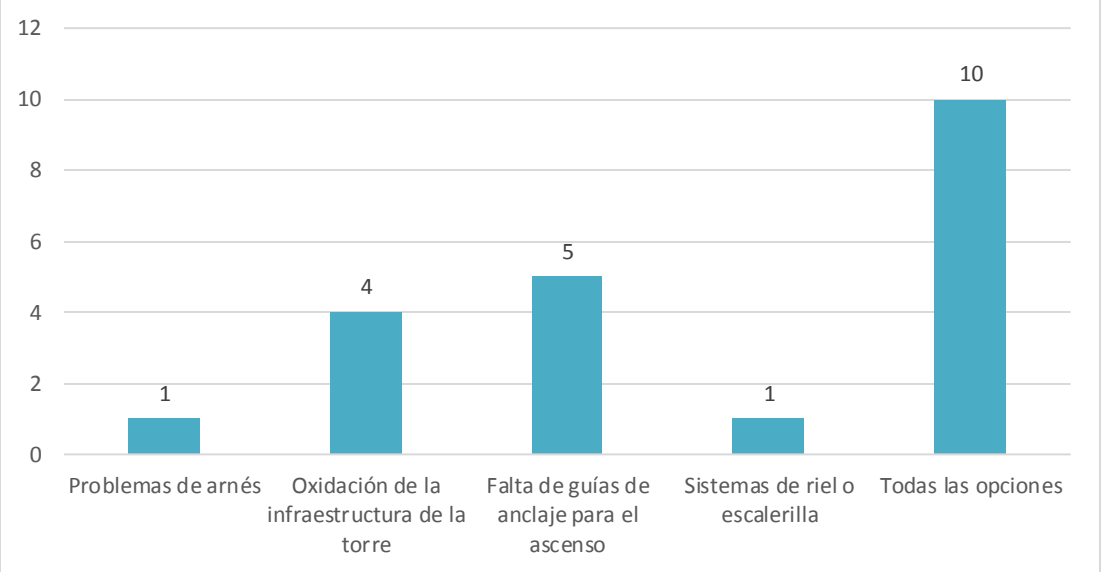


Imagen 16: Pregunta 16. Fuente: Autores, 2020.

17) Marque los problemas más notorios que presta el personal técnico en el área de trabajo

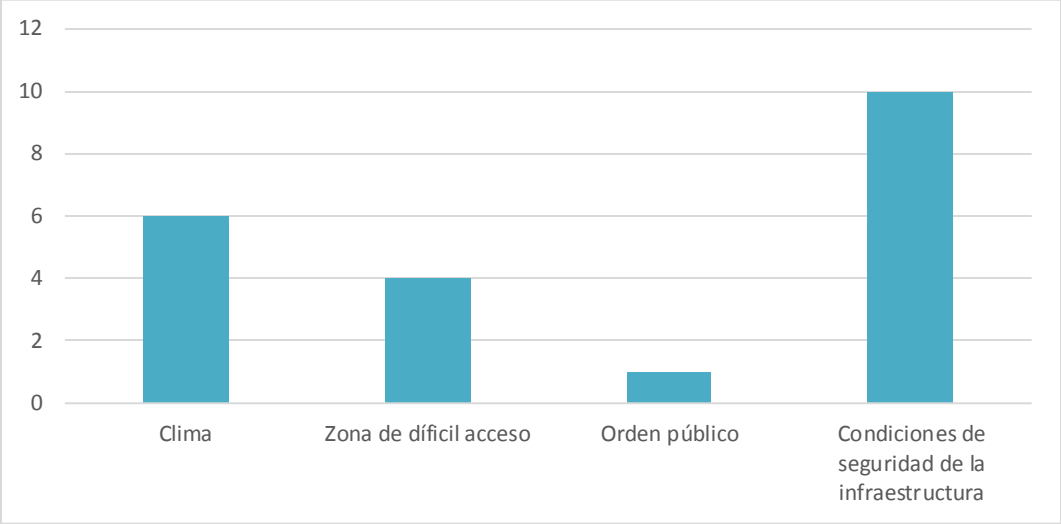


Imagen 17: Pregunta 17. Fuente: Autores, 2020.

18) ¿Cuenta usted con una entidad que audite el trabajo realizado en campo?

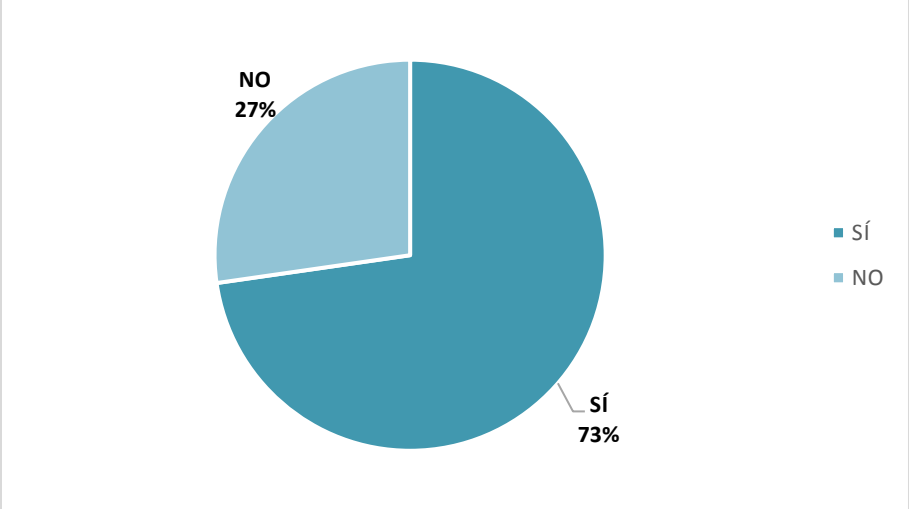


Imagen 18: Pregunta 18. Fuente: Autores, 2020.

19) Indique uno o varios tipos de estructura en las cual la empresa realiza actividades

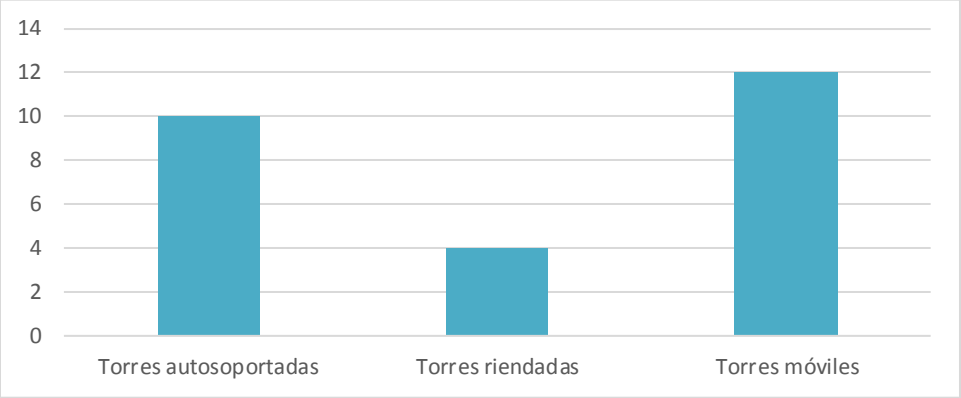


Imagen 19: Pregunta 19. Fuente: Autores, 2020.

20) ¿El personal de campo cuenta con certificado en alturas?

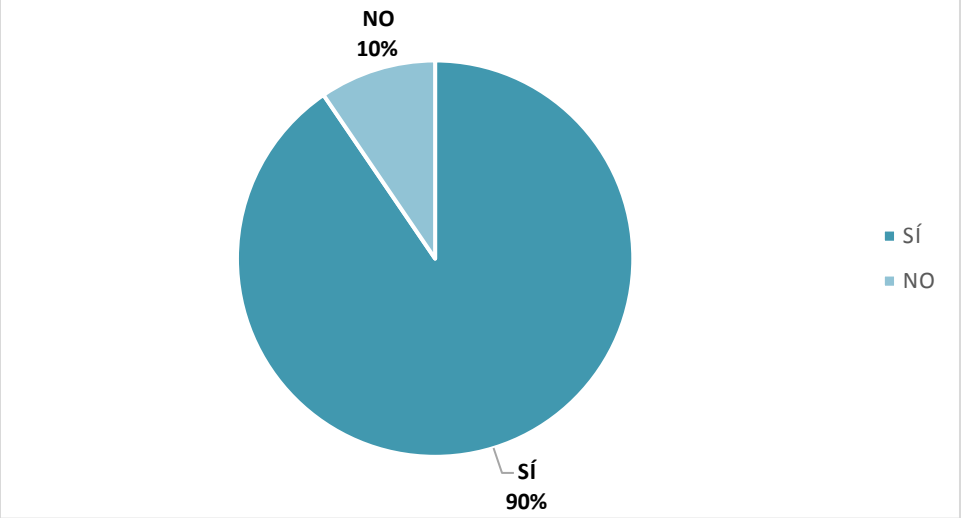


Imagen 20: Pregunta 20. Fuente: Autores, 2020.

21) ¿Considera que la ausencia laboral del personal técnico se debe a los accidentes laborales generados en alturas?

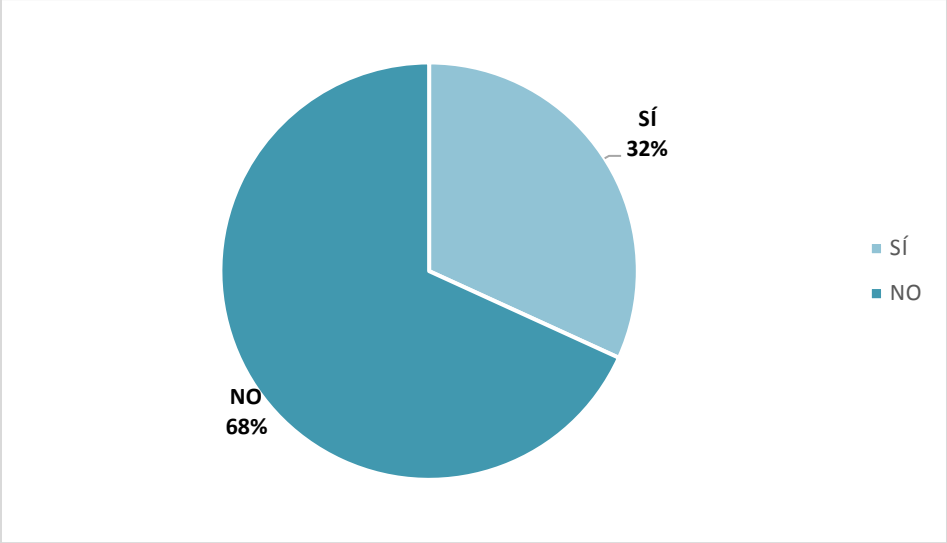


Imagen 21: Pregunta 21. Fuente: Autores, 2020.

22) ¿Cree viable el uso de otras tecnologías en la inspección y medición de las torres de comunicación?

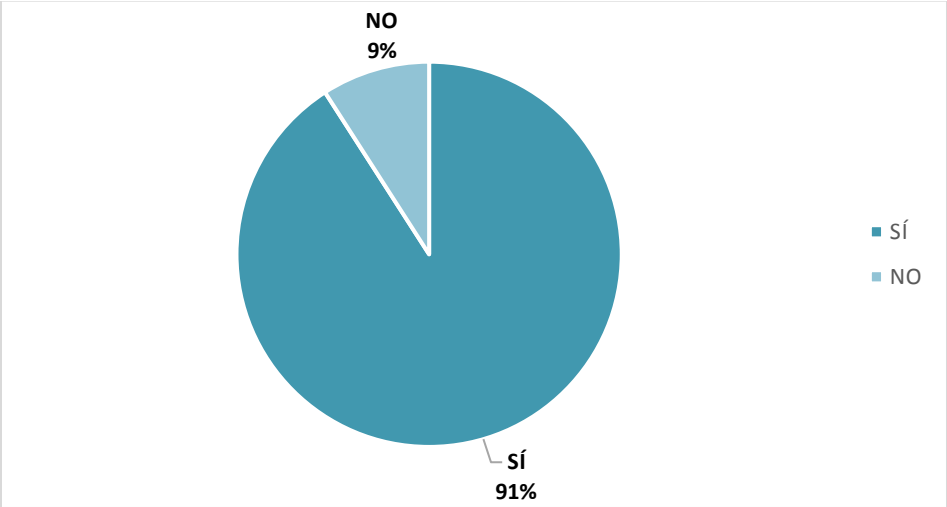


Imagen 22: Pregunta 22. Fuente: Autores, 2020.

23) ¿Conoce o ha escuchado sobre aeromodelismo?

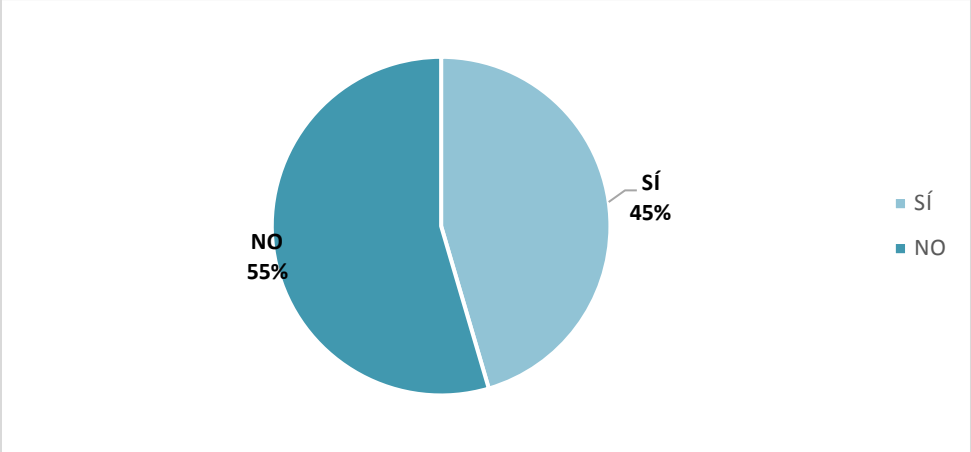


Imagen 23: Pregunta 23. Fuente: Autores, 2020.

24) Si la repuesta de la pregunta 22 es SI, de 1 a 10 ¿Que tanto recomienda este servicio para la empresa? siendo 10 la recomendación más alta.

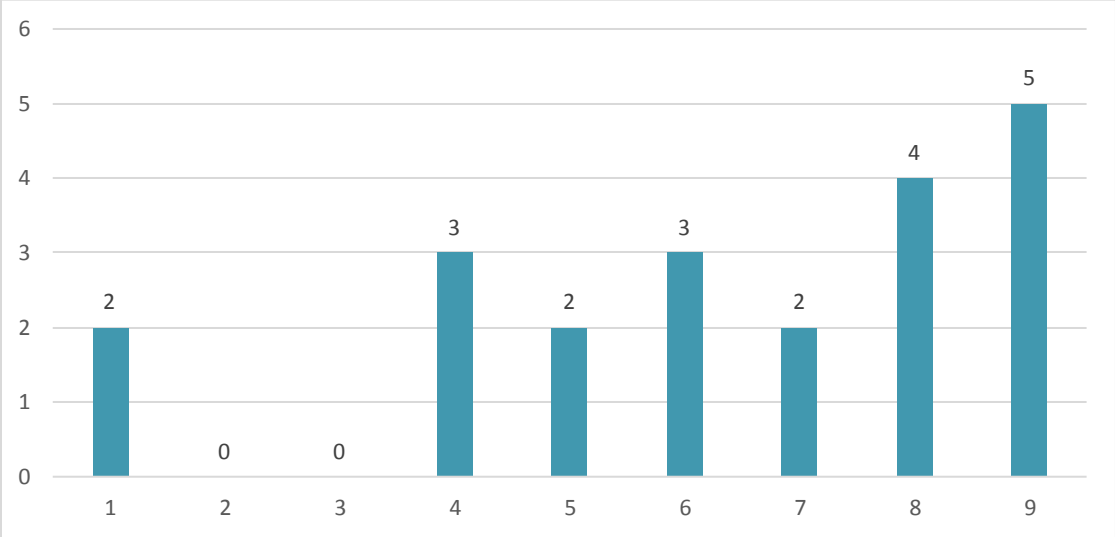


Imagen 24: Pregunta 24. Fuente: Autores, 2020.

25) ¿Estaría dispuesto a conocer sobre nuevas tecnologías que optimicen el trabajo en alturas de una torre de telecomunicaciones?

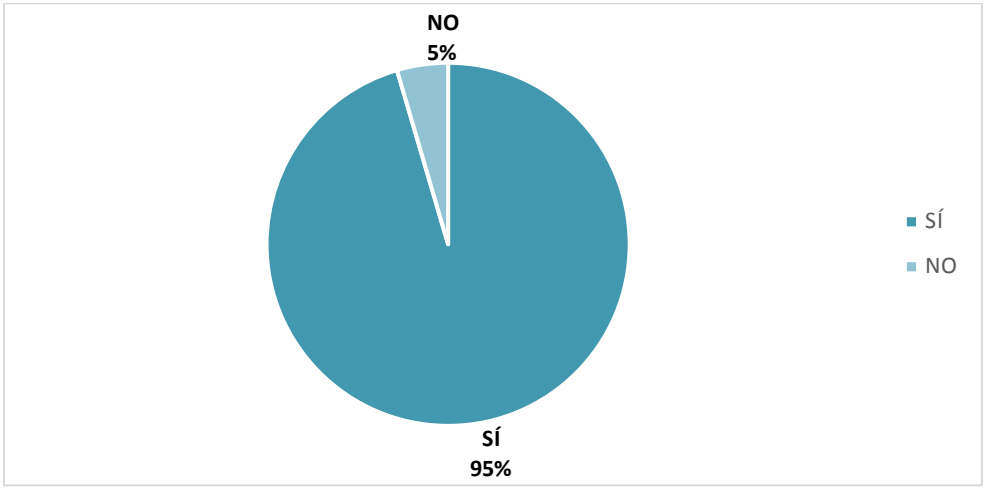


Imagen 25: Pregunta 25. Fuente: Autores, 2020.

26) ¿Estaría dispuesto a utilizar un servicio que evalúe la calidad de la conexión en la torre previa al chequeo por parte del personal?

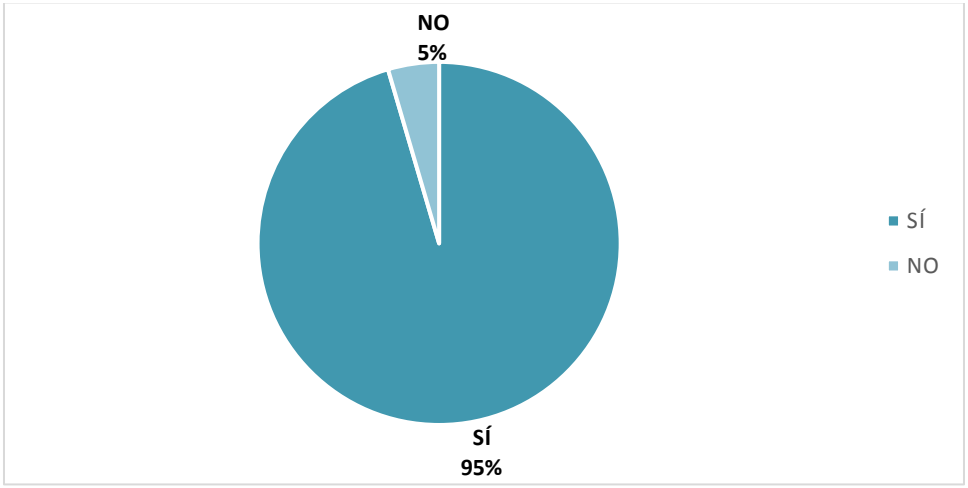


Imagen 26: Pregunta 26. Fuente: Autores, 2020.

27) ¿Está de acuerdo que el personal técnico reciba capacitación periódica sobre riesgos de su oficio y como prevenirlos a través del evaluación de la infraestructura de la torre?

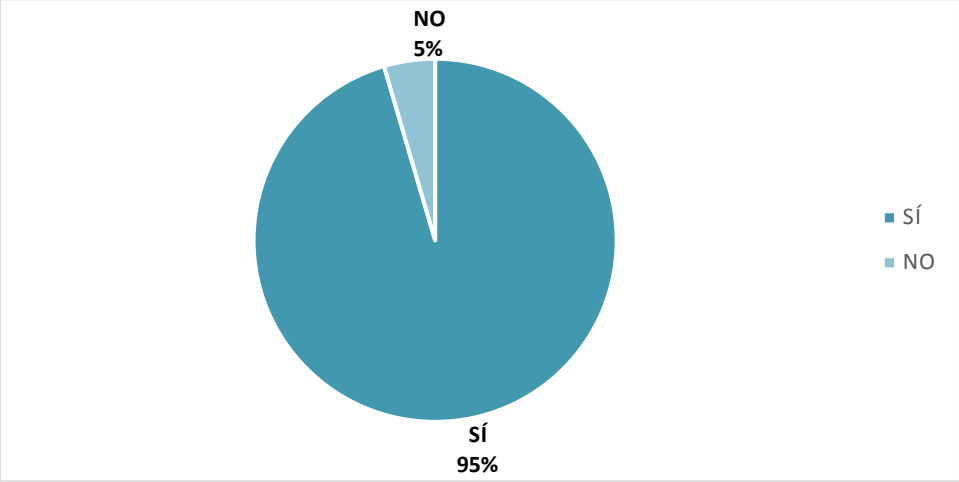


Imagen 27: Pregunta 27. Fuente: Autores, 2020.

28) ¿Considera que las nuevas tecnologías pueden optimizar los tiempos de trabajo del personal técnico a través de drones?

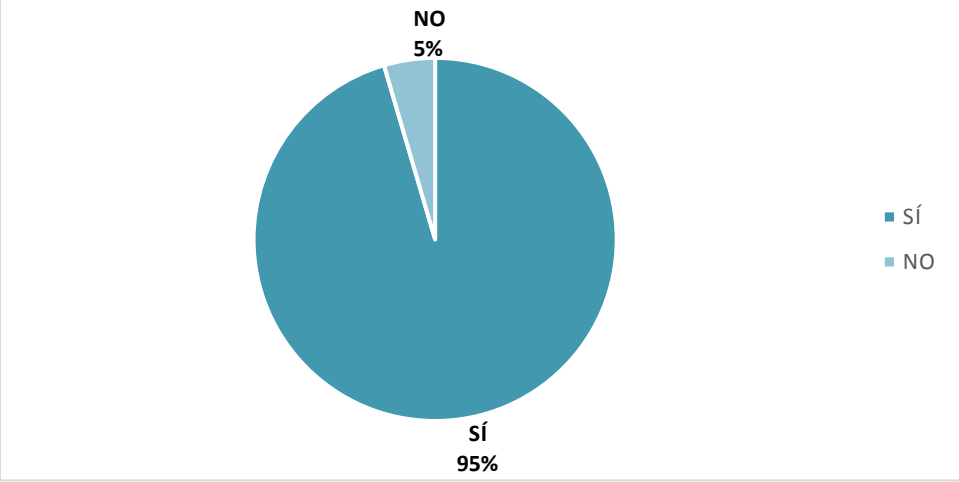


Imagen 28: Pregunta 28. Fuente: Autores, 2020.

29) ¿Qué tan efectivos cree que pueden llegar a ser el uso de estas tecnologías

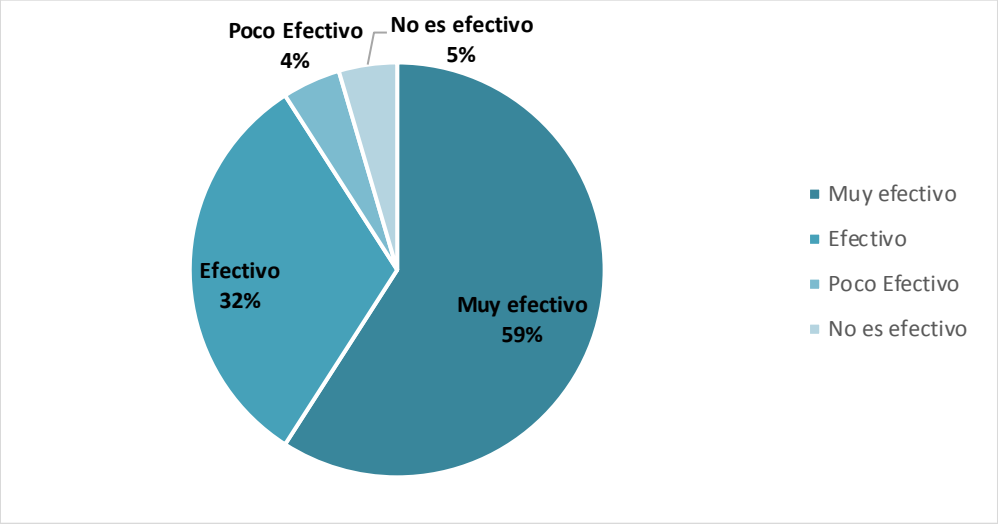


Imagen 29: Pregunta 29. Fuente: Autores, 2020.

30) ¿Considera que la implementación de drones puede reducir la tasa de accidentalidad laboral haciendo un previo diagnóstico del estado de la torre?

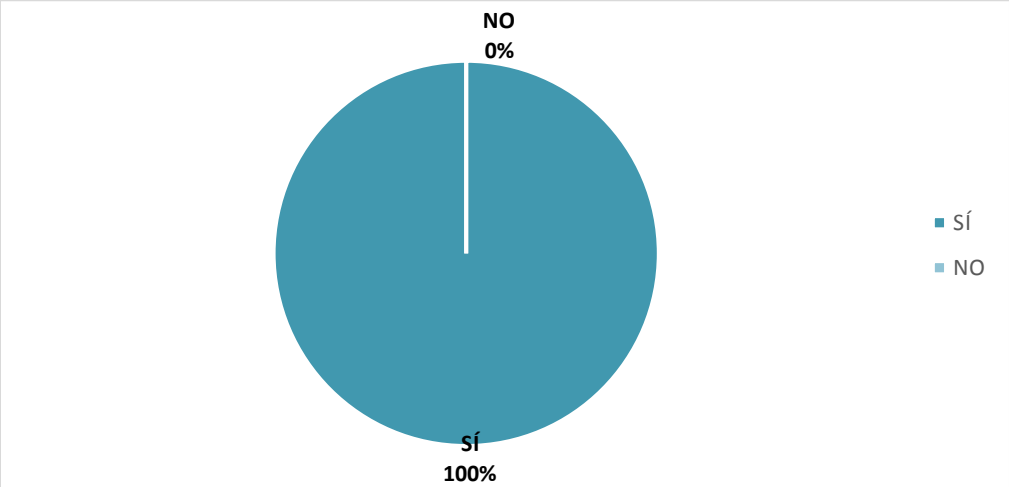


Imagen 30: Pregunta 30. Fuente: Autores, 2020.

31) ¿Estaría dispuesto a contratar un chequeo preventivo de las condiciones de la torre antes de realizar el ascenso del personal técnico?

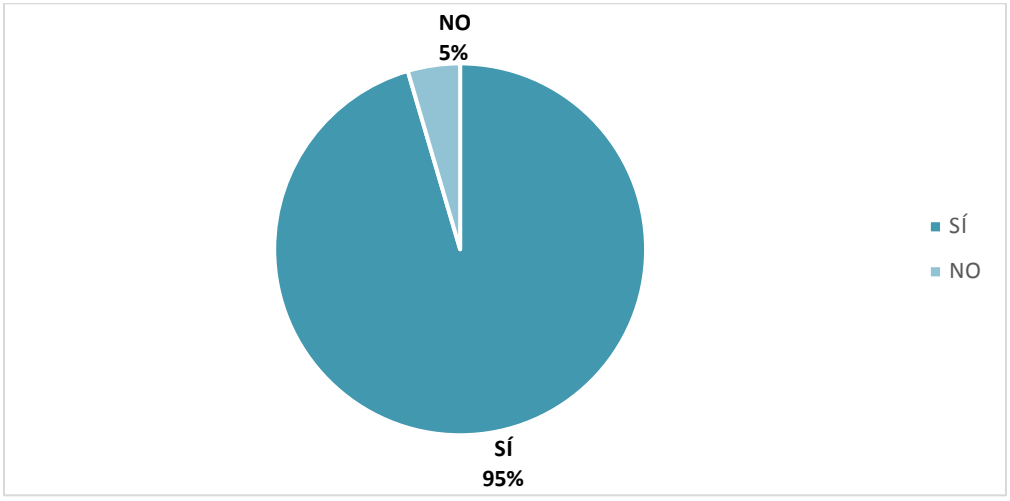


Imagen 31: Pregunta 31. Fuente: Autores, 2020.

32) ¿Considera que el uso de drones puede realizar un diagnóstico en espacios de difícil acceso para el personal?

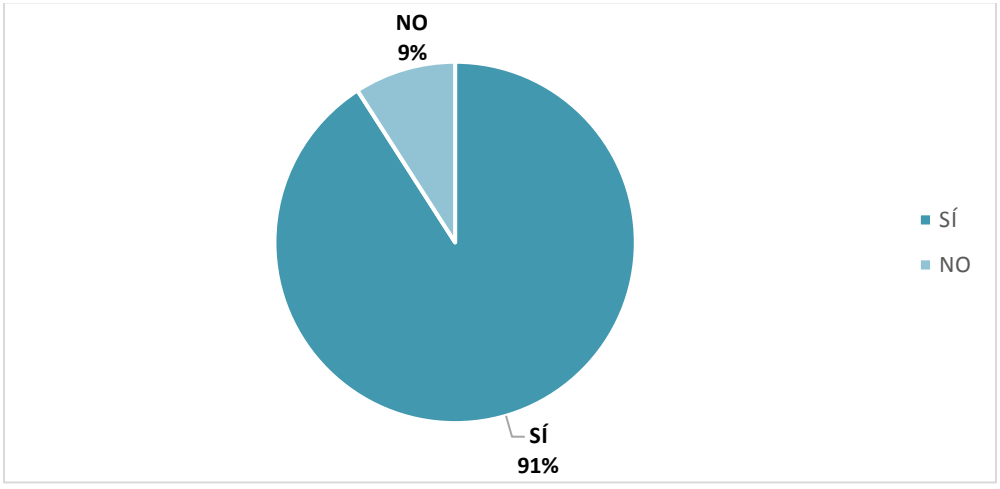


Imagen 32: Pregunta 32. Fuente: Autores, 2020.

33) ¿Tiene conocimiento de empresas que presten servicio de "monitoreo" empleando aeromodelismo?

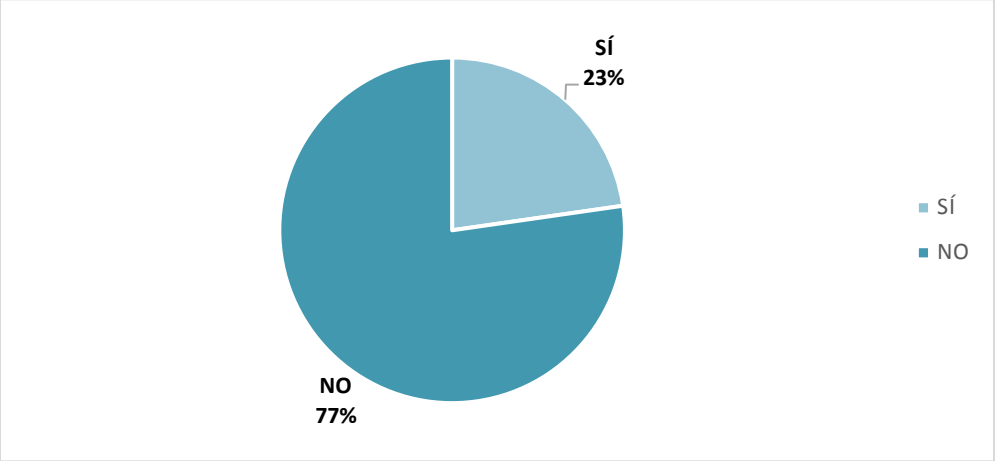


Imagen 33: Pregunta 33. Fuente: Autores, 2020.

34) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un servicio de "monitoreo" por actividad usando aeromodelismo?

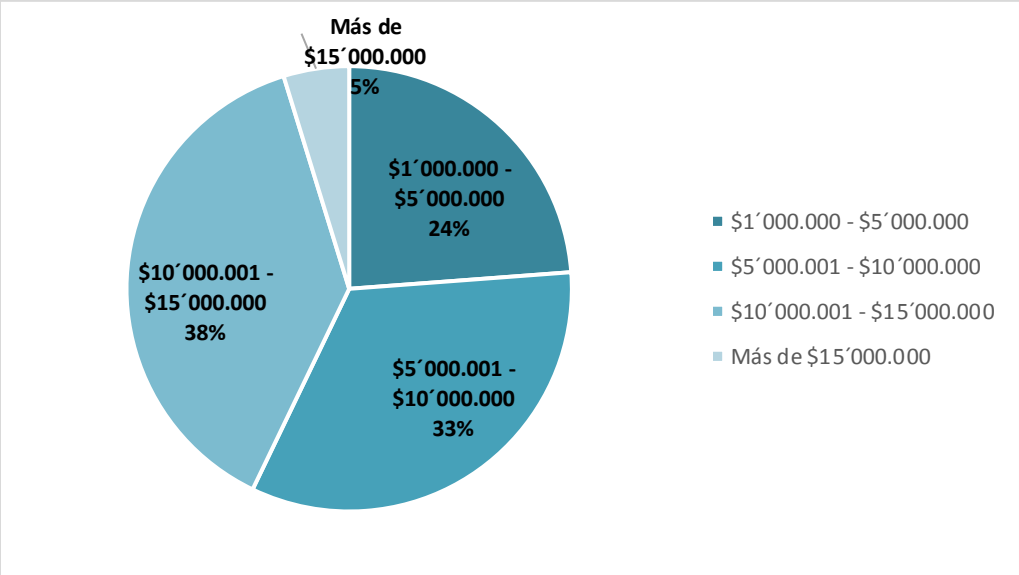


Imagen 34: Pregunta 34. Fuente: Autores, 2020.

ANEXO 2

La interfaz gráfica desarrollada en el software Matlab, tiene como finalidad simular un ambiente real sobre la lista de cheque que debe diligenciar el personal que va a realizar la toma fotográfica aérea en el sitio donde se va a prestar el servicio, esta programa cuenta con una pantalla inicial con cinco botones que despliegan de forma automática los formularios, en la cual cuatro de ellos estarán deshabilitados con el objetivo de que el operador los complete de forma ordenada.



Imagen 1: Pantalla de inicio de la interfaz. Fuente: Autores 2020.

La primera opción es la lista de chequeo antes de vuelo, en la que se inspecciona y se verifica que le personal cumpla con los elementos de protección personal y se encuentre en óptimas condiciones para realizar la operación, así como, que los equipos estén listo teniendo

aspectos como memoria, transmisión, señal, sistema mecánico del vehículo área no tripulado, entre otros.

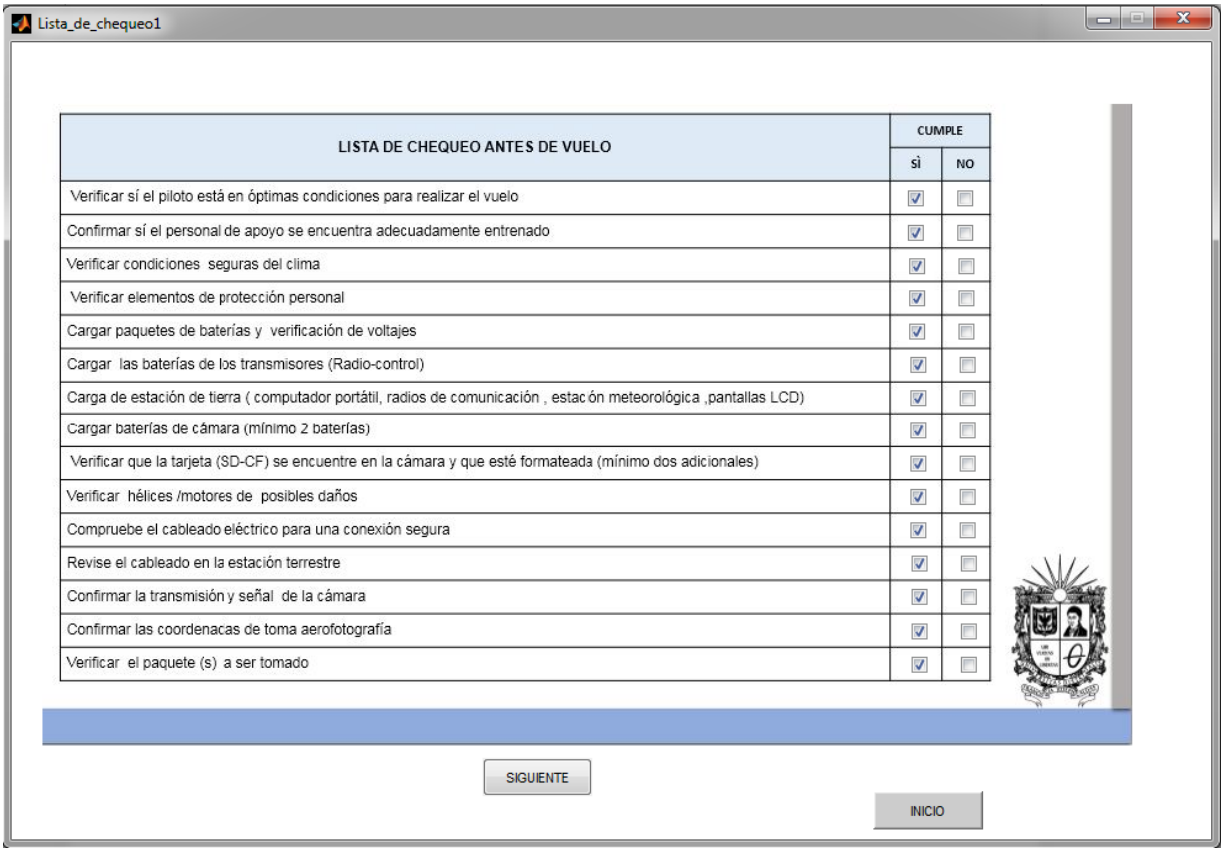


Imagen 2: Interfaz, lista de chequeo antes de veulo. Fuente: Autores 2020.

La segunda es la lista de chequeo de embalaje y salida de equipos, en la que se verifica que las baterías de los equipos se encuentren totalmente cargadas, así como sus herramientas de soporte y por último se asegura el empaque del equipo de forma segura.

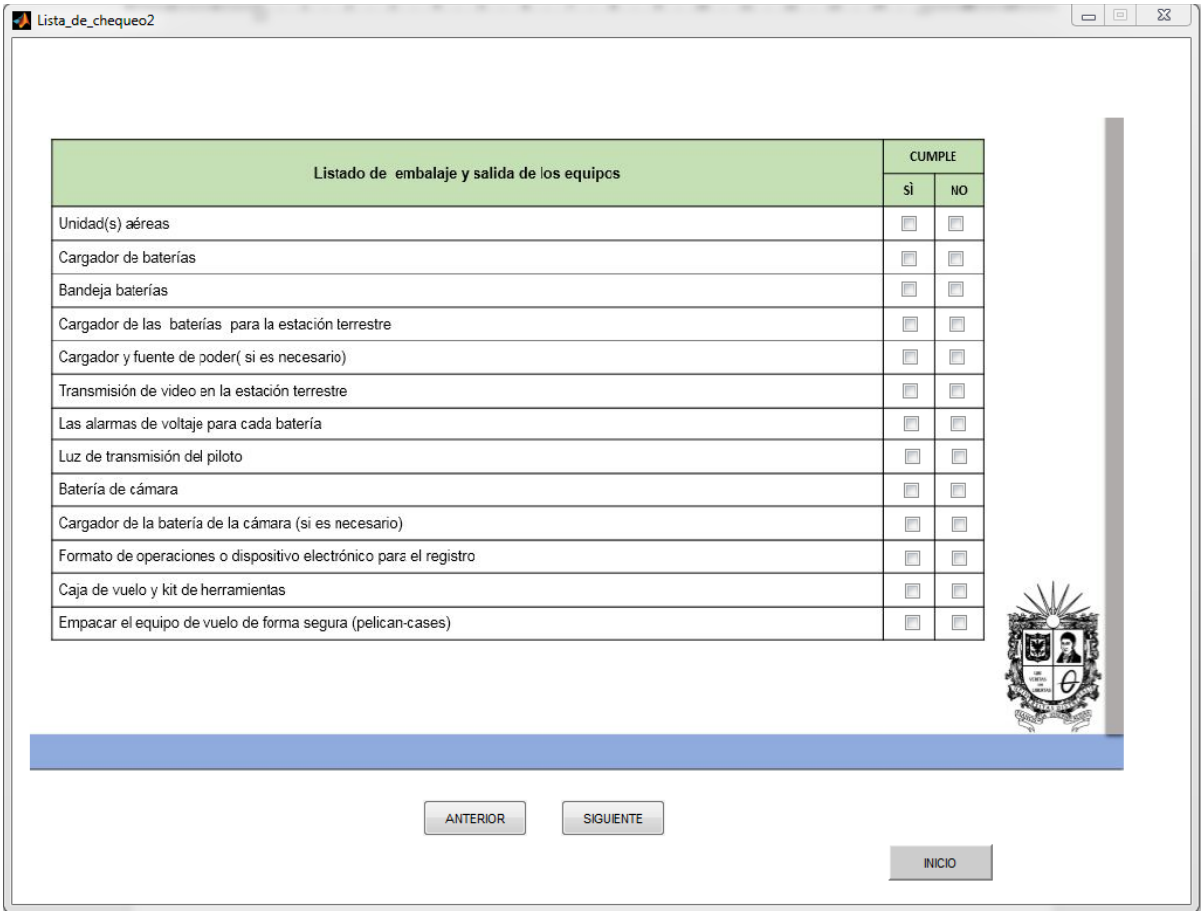


Imagen 3: Interfaz, lista de embalaje y salida de los equipos. Fuente: Autores 2020.

La tercera es lista de chequeo pre-vuelo, esta lista se diligencia en el lugar para realizar el servicio, se constata que el entorno es seguro en cuanto a condiciones de meteorológicas y para el personal, que es un espacio libre de cableado aéreo, de obstrucciones, de personas y de aeronaves tripuladas y no tripuladas, también se verifica la capacidad de respuesta del vehículo área no tripulado y que esté en condiciones de realizar la actividad.

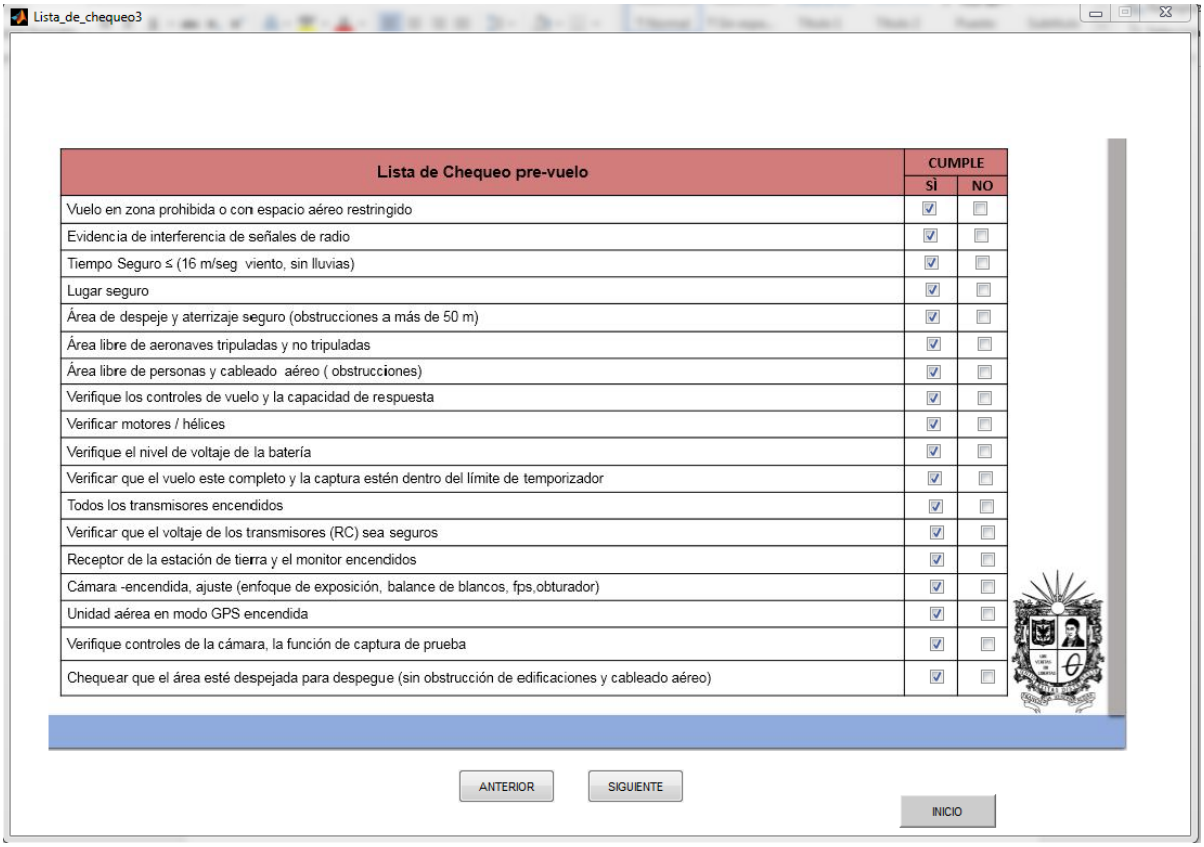


Imagen 4: Interfaz, lista de Chequeo pre-vuelo. Fuente: Autores 2020.

La cuarta es lista de chequeo post vuelo y la quinta lista es la de chequeo post disparo, en estas listas se verifica que los equipos hayan sido apagados correctamente y que se alistan para la siguiente actividad, para lo cual verifican que se carguen los equipos, se tome la información necesaria para la documentación, se elimine el material restante y se formateen las tarjetas

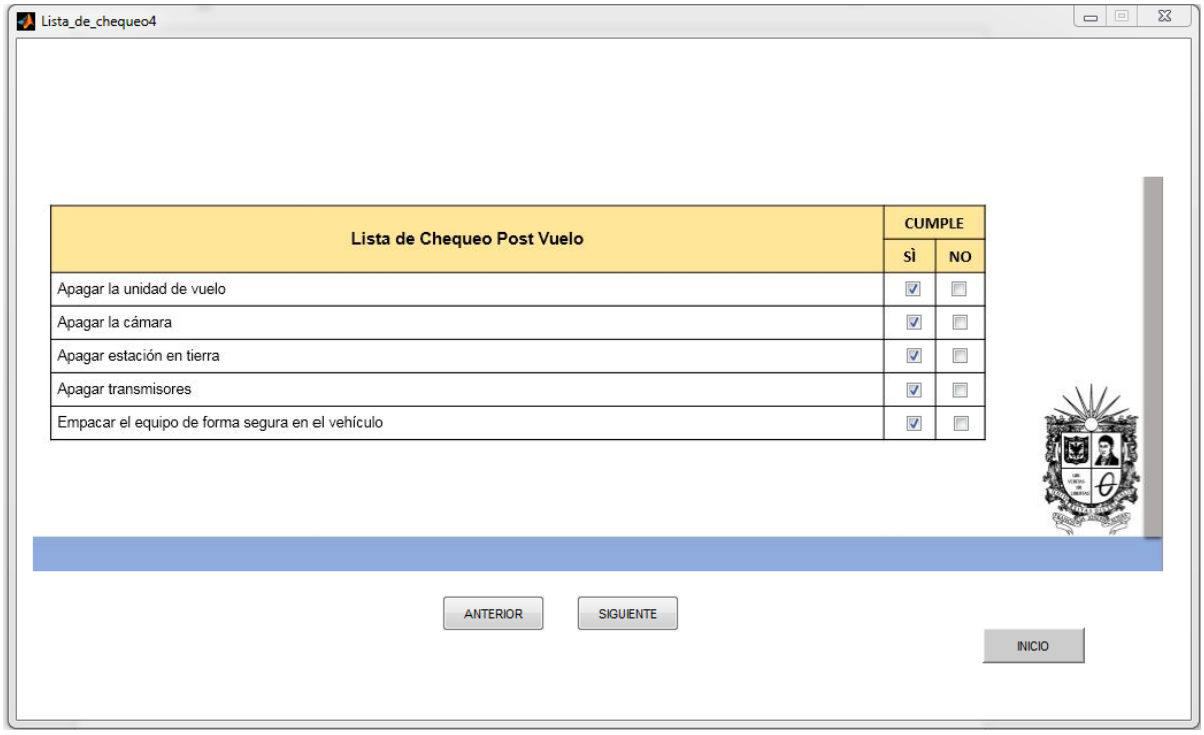


Imagen 5: Interfaz, lista de Chequeo Post-vuelo. Fuente: Autores 2020.

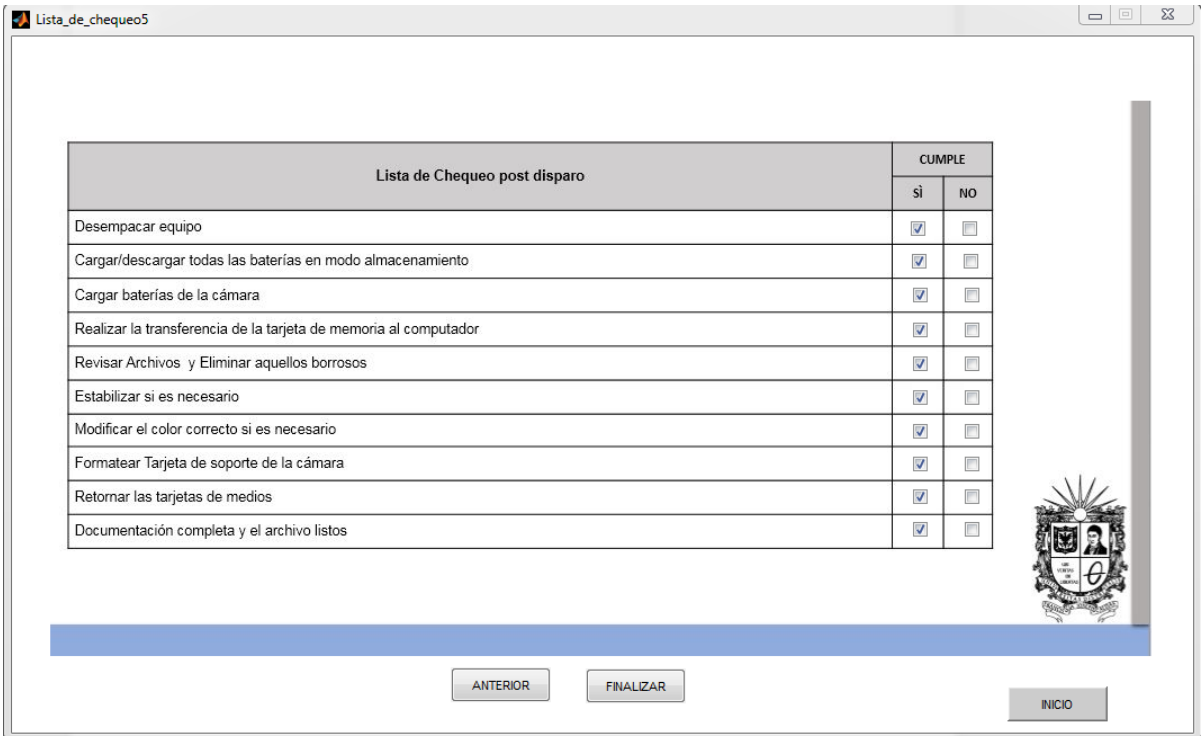


Imagen 6: Interfaz, lista de Chequeo post disparo. Fuente: Autores 2020.

Estas interfaces cuentan con bonetes de "*ANTERIOR"y "SIGUENTE*" en caso tal de que el operador dese tomar evidencia de su cumplimiento, puesto que al finalizar cada lista de chequeo el programa tendrá un bloqueo inmediato si en alguna de las opciones no cumple con lo establecido, la cual arrojara el siguiente mensaje: "*El vuelo no se puede realizar puesto que incumple con la lista de peticiones básicas de la empresa"*

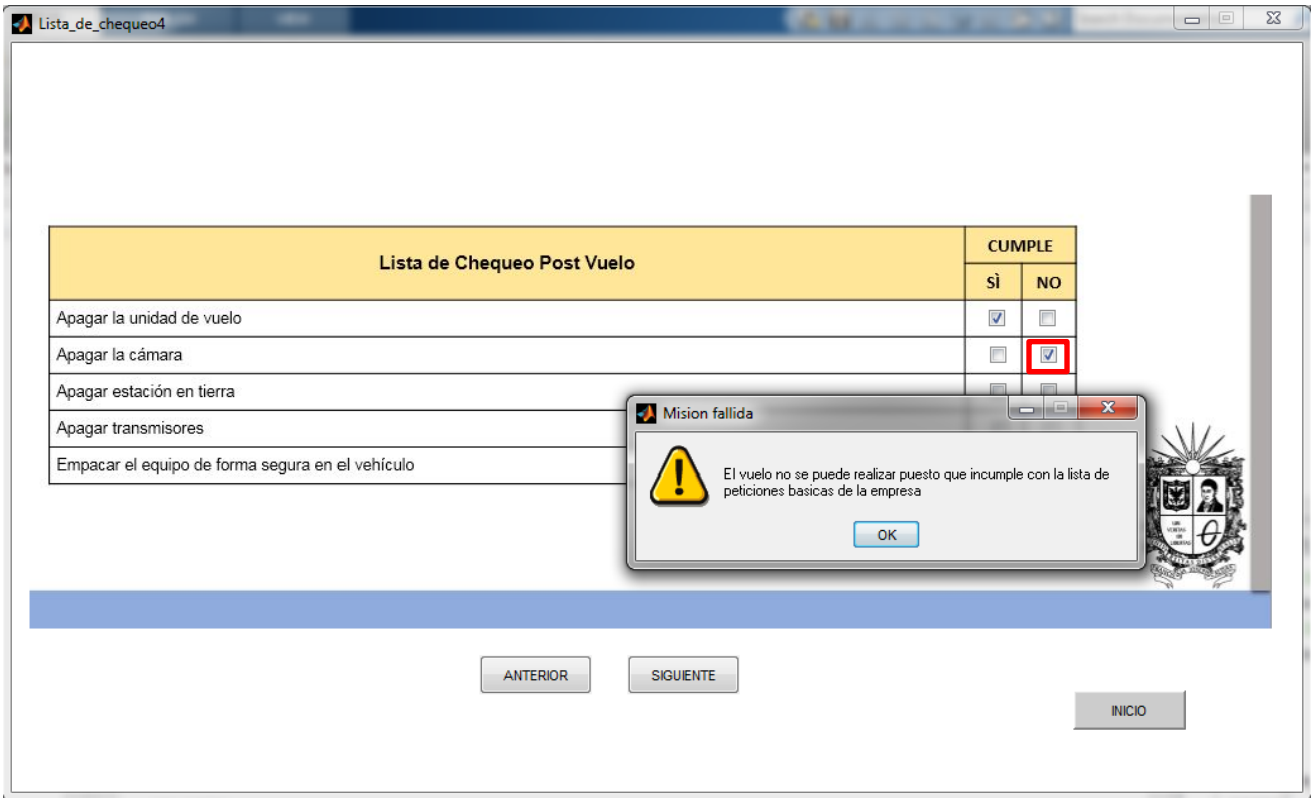


Imagen 7: Cancelacion del servicio. Fuente: Autores 2020.

Al finalizar la lista de chequeo contara con una botón de finalización que arrojara una confirmación de envió de la información al centro de control, y dará por terminada la actividad en campo.

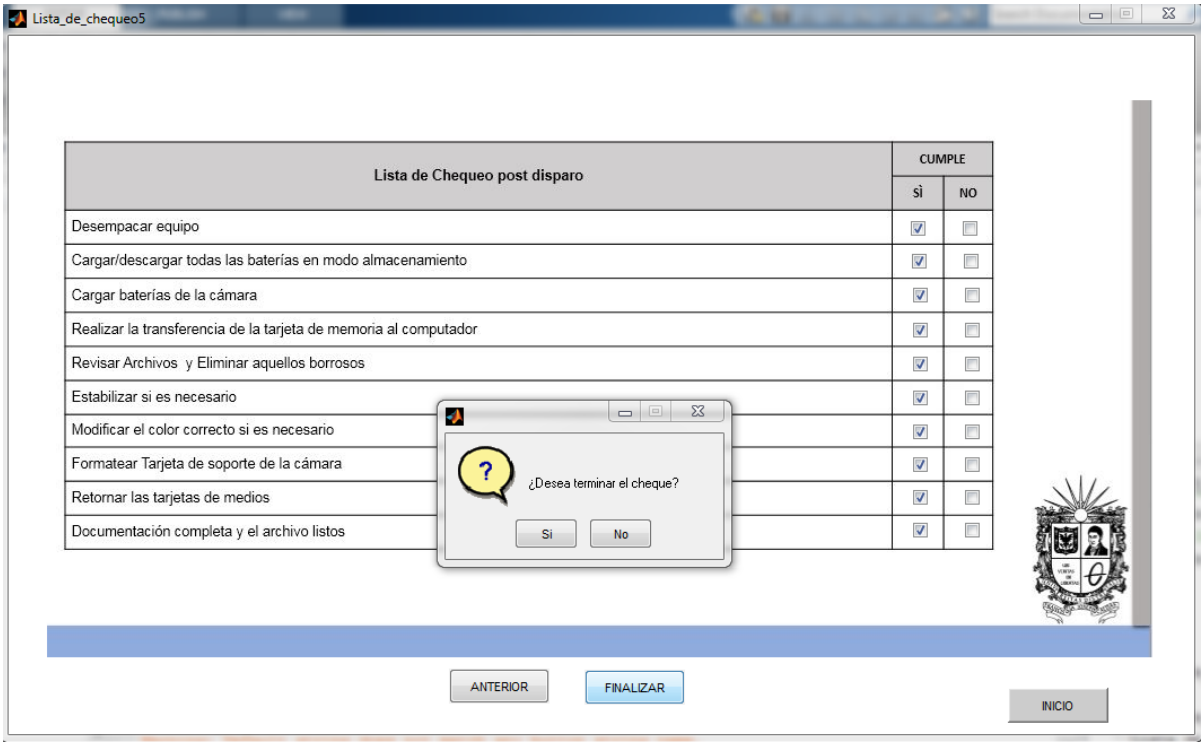


Imagen 8: Confirnamacion del envio de la informacion al centro de control. Fuente: Autores 2020.

ANEXO 3

El operador de vuelo debe realizar un informe donde describe la posición geográfica de la antena, día de vuelo, tecnologías encontradas, entre otras características, estipuladas en el siguiente formato:

INFORME DE CAMPO			
Tipo de servicio	Preservación estructural	**Empresa contratista**	Servitelco SAS
Tipo de Torre	Auto-soportada	**Teléfono de la compañía**	
Nombre del ingeniero de campo	Gustavo Poblador	**Nombre del persona a cargo de la EB**	Servitelco SAS
Hora inicio de vuelo	13:00	**Departamento**	Cundinamarca
Hora fin de vuelo	16:00	**Municipio**	Choachi
Coordenadas	4.5280556, 73.92555	**Tipo de Dron**	Inspire
OBSERVACIONES DE VUELO			
La aeronave no presenta perturbaciones en vuelo a pesar que el servicio es en zona montañosa la cual presenta grandes ragas de viento, las fotográficas tomadas están avaladas por el centro de control a cargo del funcionario Diego Carrillo			
UBICACIÓN DE LA TORRES EN GOOGLE EARTH			
			

REVISIÓN PANORÁMICA DE LA ESTRUCTURA			
Tecnología en la torre	2G, 3G y LTE	**Porcentaje de vegetación**	40%
Altura promedio	40 Metros	**Número de BTS**	4
¿Cuánta con luces de obstrucción?	Si	**¿Cuenta con líneas de tención cercanas?**	No
Porcentaje de oxidación de la estructura	40%	**Terreno plano o montañoso**	Montañoso
CONDICIÓN PANORÁMICA DE LA AERONAVE			
Tiempo de vuelo	45 Minutos	**Cámara utilizada**	Cámara del dron
Número de satélites	12	**Totalidad de Waypoints**	24
Porcentaje del nivel de telemetría	90%	**Modo de vuelo**	Punto de Camino
Voltaje de la batería	26.1 V	**Distancia (Torre-Dron)**	3 Metros
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA ANTENA			



REGISTRO FOTOGRÁFICO A LA POBLACIÓN A LA CUAL SE LES PRESTA EL SERVICIO MÓVIL
 

Tabla 1: Informa de campo. *Fuente: Autores 2020.*

ANEXO 4

La identificación de aspectos e impactos ambientales del Proyecto, se desarrolla por medio de la Metodología para el Cálculo de las Matrices ambientales de Vicente Conesa Fernandez, Para la cual, inicialmente se identifican los procesos, seguido se enlistan cada una de sus principales actividades y sus posibles entradas y salidas. A partir de sus salidas se hace la descripción del aspecto ambiental generado y por consiguiente el impacto ambiental que se materializaría. Conesa plantea una ecuación para determinar la importancia del impacto, para ello tienen en cuenta elementos como: ± =Naturaleza del impacto; I = Importancia del impacto; i = Intensidad o grado probable de destrucción; EX = Extensión o área de influencia del impacto; MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto; PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto; RV = Reversibilidad; SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples; AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo; EF = Efecto (tipo directo o indirecto); PR = Periodicidad; MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos. Ecuación:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

				ASPECTOS	IMPACTO												
						VALORACION DE IMPORTANCIA											
PROCESO	ACTIVIDAD	ENTRADAS	SALIDAS	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	NAT	i=	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	TOTAL	CALIFICACIÓN
OPERATIVO	Mantenimiento de los motores brushed, GPS, giroscopios y aspas de la aeronave	Equipos de medición, productos electrónicos, energía eléctrica,	Maquinas aprovechables/ Componentes electrónicos no aprovechables	Generación de residuos aprovechables como cartón, plástico	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	1	1	1	1	1	4	1	2	2	-21	BAJO
				Generación de Residuos Electrónicos (RAEE)	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	1	1	1	2	2	4	1	2	4	-28	MODERADO
				Ruido por operación del vehículo área no tripulado	Contaminación acústica	-1	1	1	4	1	1	2	1	4	4	1	-23	BAJO

				Consumo de energía eléctrica en equipos	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	3	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-34	MODERADO
	Programación del Autopilot, microcontroladores y módulos de telemetría	Microcontroladores, Software, antenas	Sistemas de control	Generación de Residuos Electrónicos (RAEE)	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	2	2	4	1	2	4	-30	MODERADO
				Consumo de energía eléctrica	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	2	1	2	2	2	2	4	1	4	4	-29	MODERADO
	Pruebas de sensores, cámaras térmicas y módulos de batería	Sensores, Frame, cámaras, Radio controles	Producto terminado, RAEE	Generación de Residuos Electrónicos (RAEE)	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	1	1	1	2	2	4	1	2	4	-25	BAJO
				Consumo de energía eléctrica	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad	-1	3	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-34	MODERADO
	Actividad de campo (Programación del plan de vuelo, Capturas áreas)	Equipos técnicos		Ruido por operación del vehículo área no tripulado	Contaminación acústica afectación a la avifauna	-1	7	4	4	2	1	2	1	4	4	4	-51	SEVERO
			Informe de campo	Encuentro en el aire con la avifauna del lugar	Afectaciòn a la salud de la avifauna del lugar	-1	9	4	4	2	4	4	4	4	1	4	-62	SEVERO
ADMINISTRATIVO	Uso de equipos electrónicos	Equipos de electrónicos, energía eléctrica	RAEE	Consumo de energía eléctrica para los computadores, impresoras y los servidores	Alteraciòn de los ecosistemas acuaticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	2	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-31	MODERADO
				Generación de residuos por el mantenimiento de los equipos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	2	1	1	4	2	4	1	2	2	-27	MODERADO
				Generación residuos electrónicos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	2	1	1	4	2	4	1	2	2	-27	MODERADO
	Publicidad	Uso de papel, pendones, indumentaria	Residuos aprovechables/ residuos no aprovechables	Consumo de papel	Agotamiento de recursos naturales	-1	3	4	2	1	2	1	4	1	4	4	-36	MODERADO
				Generación de residuos aprovechables como el papel, los pendones, catálogos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	1	2	4	1	4	4	-31	MODERADO
HSEQ	Tratamiento de residuos	Residuos aprovechabl	Disposición de residuos	Recuperación de residuos aprovechables	Aumento de la vida útil del relleno sanitario	1	5	2	2	1	1	2	4	1	4	4	38	POSITIVO

		es/residuos no aprovechables		Disposición de RAEE	Aumento de la vida útil del relleno sanitario	1	4	2	2	1	2	2	4	1	2	4	34	POSITIVO
				Disposición de residuos no aprovechables	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	2	2	2	1	4	4	1	4	2	-30	MODERADO
SERVICIOS GENERALES	Aseo de las áreas comunes	Agua y productos químicos	Agua residual doméstica, envases de productos de aseo	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-1	3	4	1	1	2	4	4	1	4	8	-42	MODERADO
				Generación de aguas residuales domésticas	Contaminación del recurso hídrico y del suelo	-1	2	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-31	MODERADO
				Generación residuos aprovechables como envases plásticos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	1	1	1	1	2	4	1	2	4	-24	BAJO
				Generación de residuos no aprovechables como empaques de bolsas plásticas	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	2	2	4	1	2	4	-30	MODERADO
				Uso de productos químicos de limpieza	Contaminación del recurso hídrico	-1	3	2	2	1	1	1	4	1	2	4	-29	MODERADO
CENTRO DE CONTROL	Ensayos de vuelo	Equipos de electrónicos, energía eléctrica-Softw are de programación	RAEE - Uso de equipos de ensayo	Generación de RAEE	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	2	2	4	1	2	4	-30	MODERADO
				Consumo de energía eléctrica	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	2	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-31	MODERADO
	Análisis de datos Evaluación de las condiciones de la torre	Información de campo, Softw are, computadores, información de campo, papelería	Informe final (Diagnostico de la torre, identificación de tecnología)	Consumo de energía eléctrica	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad (por energía de hidroeléctrica)	-1	3	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-34	MODERADO
TODO EL PERSONAL	Uso de baño	Agua, productos químicos de aseo	Agua residual doméstica, envases de productos de aseo, residuos ordinarios	Consumo de agua para descargas del inodoro y lavado de manos y dientes	Agotamiento del recurso hídrico	-1	4	2	2	1	4	4	4	4	4	8	-47	MODERADO
				Generación de aguas domésticas	Contaminación del recurso hídrico y del suelo	-1	4	2	2	1	2	2	4	1	4	4	-36	MODERADO
				Envases de productos para el lavado de manos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	1	1	1	1	1	4	1	2	4	-23	BAJO

				Generación de residuos no aprovechables como el papel higiénico, toallas, pañitos	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	2	2	4	2	4	1	2	4	-34	MODERADO
				Uso de productos químicos de limpieza	Contaminación hídrica	-1	3	1	1	1	2	2	4	1	2	4	-28	MODERADO
	Consumo de alimentos	Alimentos procesados y no procesados	Residuos aprovechables y no aprovechables	Consumo de agua	Agotamiento del recurso hídrico	-1	4	2	2	2	4	4	4	4	4	8	-48	MODERADO
				Generación de residuos aprovechables envases plásticos y de vidrio	Agotamiento de vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	1	2	4	1	2	4	-29	MODERADO
				Generación de residuos no aprovechables	Agotamiento de vida útil del relleno sanitario	-1	4	4	2	1	2	2	4	1	4	4	-40	MODERADO
				Consumo de energía eléctrica (horno microondas)	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad	-1	2	1	1	2	2	2	4	1	4	4	-28	MODERADO
	Iluminación de áreas	Energía eléctrica, luminaria	Residuos no aprovechables	Consumo de energía eléctrica	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad	-1	3	2	1	2	2	2	4	1	4	4	-33	MODERADO
				Generación de residuos de luminaria	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	2	1	1	1	2	4	1	1	4	-28	MODERADO
	Dotación del personal	Uniformes, botas, cofias	Residuos de tela	Generación de residuos no aprovechables como las botas y uniformes	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	4	4	1	2	2	2	4	1	2	4	-38	MODERADO
	Fuerza de trabajo	Ofertas laborales	Dinamización de la economía local	Generación de empleo en el sector	Aumento en la capacidad adquisitiva de los trabajadores y en la calidad de vida	1	8	8	8	2	4	4	4	4	4	4	74	POSITIVO
	Procesos documentales	Uso de papel y elementos de papelería	Residuos aprovechables/ residuos no aprovechables	Consumo de energía eléctrica	Alteración de los ecosistemas acuáticos y la biodiodiversidad	-1	2	2	1	2	2	2	4	1	4	4	-30	MODERADO
				Consumo de papel para el control de documentos	Agotamiento de los recursos naturales	-1	3	2	2	2	2	2	4	4	4	2	-35	MODERADO
				Consumo de artículos de papelería	Agotamiento de los recursos naturales	-1	2	1	2	2	2	2	4	1	4	2	-27	MODERADO
				Generación de residuos no aprovechables como cintas, esferos, marcadores, empaques	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	3	1	2	1	2	2	4	1	2	4	-29	MODERADO
				Generación de residuos aprovechables como papel, cajas de cartón	Agotamiento de la vida útil del relleno sanitario	-1	2	2	1	1	1	2	4	1	4	2	-26	MODERADO

Tabla 2. Matriz de identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales. Fuente: Autores, 2020.