



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA FACTIBILIDAD DE INSPECCIONAR REDES ELÉCTRICAS CON TRANSPORTES AÉREOS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
INDUSTRIAL

MATÍAS FRANCISCO ALFERO CASTRO

PROFESOR GUÍA:
EDGARDO SANTIBÁÑEZ VIANI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JUAN PABLO ROMERO GODOY
RODOLFO URRUTIA URIBE

SANTIAGO DE CHILE
2022

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial
ESTUDIANTE: Matías Francisco Alfero Castro
FECHA: 2022
PROFESOR GUÍA: Edgardo Santibáñez Viani

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA FACTIBILIDAD DE INSPECCIONAR REDES ELÉCTRICAS CON TRANSPORTES AÉREOS

Transelec es la principal empresa de transmisión eléctrica en Chile, con más de 10.000 kilómetros de líneas y cerca de 60 subestaciones a lo largo de todo el país. Actualmente, Transelec realiza las inspecciones de sus redes eléctrica de forma pedestre, lo que limita tanto el tiempo de captura como la calidad de los datos obtenidos.

Dada esta situación, surge la oportunidad para Ecodrones, de incluir en el proceso de inspección tecnologías que aceleren la recopilación de datos y aumenten la calidad de estos. Además, se deben minimizar los costos para que la propuesta sea factible para Ecodrones y se encuentre dentro de la disposición a pagar de Transelec.

Ecodrones es una empresa que presta servicios de captura, evaluación y reporteria de información proveniente de drones y helicópteros sensorizados.

Esta memoria tiene como objetivo evaluar la factibilidad técnica y económica de realizar las inspecciones requeridas incorporando una propuesta usando nuevas tecnologías.

Para llevar a cabo la propuesta de inspección, se definen los requerimientos de la empresa y con esta información, las líneas por inspeccionar y las metodologías a utilizar. Luego, se debe definir y planificar el trabajo a realizar, el cual contempla a más de 25 drones y 100 personas trabajando en paralelo, considerando operadores, asistentes, evaluadores eléctricos, entre muchos otros recursos humanos. Por otro lado, estos recursos se deben distribuir para inspeccionar en un año más de 12.000 km de línea eléctrica.

El trabajo realizado permite determinar la factibilidad de una propuesta que sea eficiente en comparación con las inspección pedestres, es decir, que tenga un tiempo menor de captura de datos y una mayor calidad de estos. Además, se logra realizar un análisis de sensibilidad y determinar que los costos de la inspección propuesta estén en el rango de la disposición a pagar del cliente, para un proyecto como el que se propone en esta memoria.

Agradecimientos

Primero que todo, agradecerle a mi familia, especialmente a mi papá y mamá por todos los sacrificios que hicieron a lo largo de los años para que yo pudiera llegar a tener este nivel de educación, conocimientos y valores. A mis hermanos, que aun cuando a lo largo de esta etapa hemos tenido muchas, incontables diferencias, sé que siempre me apoyan y yo a ellos en todo lo que vamos logrando.

Agradecerle a mi Oma, por el incondicional apoyo que me entregó durante todos estos años, especialmente por esos veranos estudiando en su departamento para los exámenes de segunda y por todas las llamadas que teníamos luego de cada prueba en donde me recordaba que este sacrificio iba a dar resultados.

A mi polola, Francisca Guzmán, por apoyarme en todo lo que he querido hacer y empujarme a hacer siempre mi mejor esfuerzo y tomar riesgos, como lo fue irnos de intercambio.

A todos mis amigos y amigas, especialmente a Cristóbal Plubins, Nicolas Besser, Benjamín Montesino, Rafael De La Sotta y Melanie Morales, por apoyarme en el proceso de realizar esta memoria. Adicionalmente, también agradecer a las personas de mis grupos más cercanos: Que se teje, Fabula Perroh, Pp2 y Villarrica.

A mis queridas familias Opazo Orrego y Ojeda Vergara por su cariño, apoyo e incansables bromas a lo largo de todos los años para que yo lograra sacar mi carrera adelante y de la mejor manera posible.

A mi profesor guía, Edgardo Santibáñez, por su gran apoyo y su entusiasmo con el tema de memoria, también por aguantar mis largas reuniones para resolver todas las dudas que se me ocurrían en el proceso.

Por último, a la familia Ecodrones, especialmente a Ricardo Díaz y Sebastián Orellana, por apoyarme en los momentos más críticos de este proceso, como lo fue el cambio de tema, y por permitirme hacerles innumerables consultas, las que finalmente me llevaron a entregar y completar mi memoria, para así obtener mi título de Ingeniero Civil Industrial.

Tabla de Contenido

Capítulo 1: Introducción	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Características de la organización	1
1.1.2. Rubro.....	2
1.1.3. Misión y Visión.....	2
1.1.4. Organigrama.....	3
1.1.5. Productos y/ o servicios	3
1.1.6. Clientes y/ o usuarios	10
1.2. Mercado y/ o marco institucional.....	11
1.2.1. Niveles de venta	11
1.2.2. Regulaciones relevantes	12
1.2.3. Tendencias y posicionamiento de mercado	12
1.3. Desempeño institucional.....	13
1.4. Justificación del Tema.....	13
1.4.1. Información del área de la organización/ empresa.....	13
1.4.2. Identificación del problema y su relevancia, con sus efectos y posibles causas	14
1.4.3. Identificación de la hipótesis y solución para resolver el problema	15
1.5. Objetivos general y específicos.....	16
1.6. Resultados esperados y alcances	16
1.7. Marco conceptual	18
1.7.1. Método de administración de proyectos	18
1.7.2. Conceptos relacionados a la inspección eléctrica.....	19
1.7.3. Equipos para Inspección de Línea de Alta Tensión (AT)	20
1.7.4. Conceptos económicos	23
1.7.5. Modelo Canvas.....	24
1.8. Metodología	25

Capítulo 2: Especificaciones de Transelec y diseño de la solución	28
2.1. Especificaciones de Transelec.....	28
2.2. Solución con Drones, Sensores y Helicóptero.....	30
2.3. Etapas del servicio ofertadas por Ecodrones	31
2.4. Tiempos de entrega.....	35
Capítulo 3: Planificación, determinación, cuantificación y valoración de los requerimientos técnicos y de RRHH	37
3.1. Creación Carta Gantt	37
3.2. Especificación y cuantificación de recursos técnicos y humanos.	40
3.3. Presupuesto	43
3.3.1. Costos de captura.....	43
3.3.2. Costos de Evaluación y Procesamiento	48
3.3.3. Inversión Inicial.....	52
3.4. Análisis de Riesgo	53
3.4.1. Matriz de riesgo.....	53
3.5. Ingresos y Costos.....	55
Capítulo 4: Evaluación de la factibilidad del proyecto	58
4.1. Flujos Ingresos	58
4.2. Flujo de egresos	58
4.2.1. Flujo de costos operacionales	58
4.2.2. Flujo de Costos Administrativos	59
4.3. Flujo de caja del proyecto.....	61
4.4. Cifras de mérito (VAN y TIR)	62
4.5. Estado de resultado.....	62
4.6. Análisis de Sensibilidad	64
4.6.1. Metodología Análisis de Sensibilidad (Contreras & Cruz, 2006)	64
4.6.2. Resultados del Análisis	65
Capítulo 5: Modelo de Negocio	68
5.1. Modelo de Negocio Canvas.....	68

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones	75
Bibliografía.....	77
Anexo A	79
A.1. Costos Zona Centro	79
A.2. Flujo de Ingresos y Egresos	80

Índice de Tablas

Tabla 1: Productos y Servicios Ofrecidos por Ecodrones Automapp	4
Tabla 2: Kilómetros Mensuales a inspeccionar por zona.....	29
Tabla 3: Resumen de resultado Carta Gantt	42
Tabla 4: Costo de Alojamiento por Zona	43
Tabla 5: Costo de Traslados de Cuadrillas por Zona	45
Tabla 6: Costos evaluación eléctrica.....	50
Tabla 7: Inversión Inicial por Zona	52
Tabla 8: Resumen de drones Requeridos Mensualmente por Zona	52
Tabla 9: Inversión de Drones por Zona	53
Tabla 10: Matriz de Riesgo	54
Tabla 11: Extracto de Ingresos y Costos para enero	55
Tabla 12: Flujo de Ingresos	58
Tabla 13: Flujo de Costos Operacionales.....	59
Tabla 14: Flujo de Costos Administrativos	60
Tabla 15: Flujo de caja del proyecto	61
Tabla 16: Estado de Resultado	62
Tabla 17: Factores de Riesgo	65
Tabla 18: Resultados Análisis de Sensibilidad	66

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Línea de tiempo Ecodrones-Automapp	2
Ilustración 2: Organigrama Ecodrones. Fuente: Ecodrones	3
Ilustración 3: Producto Lidar	4
Ilustración 4: Producto Imágenes RGB.....	5
Ilustración 5: Producto Imágenes Térmicas.....	5
Ilustración 6: Producto Video Alta Resolución	6
Ilustración 7: Video Streaming Dron	6
Ilustración 8: Video Streaming en plataforma.....	6
Ilustración 9: Producto Digital Twins.....	7
Ilustración 10: Producto Fotogrametría.....	7
Ilustración 11: Producto aplicaciones fitosanitarias	7
Ilustración 12: Producto SaaS (Plataforma Automapp).....	8
Ilustración 13: Clientes Ecodrones-Automapp	10
Ilustración 14: Actividades y decisiones de la administración del proyecto	18
Ilustración 15: Vano de dos estructuras eléctricas	19
Ilustración 16: Conductor y componentes en línea eléctrica.....	20
Ilustración 17: Imagen referencial dron Matrice 300 RTK.....	22
Ilustración 18: Helicópteros B3 de Ecocopter	22
Ilustración 19: Lienzo Modelo de Negocio Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010)	24
Ilustración 20: Metodología de Evaluación de Proyectos.....	26
Ilustración 21: Red Eléctrica Proyecto Transelec	28
Ilustración 22: Acercamiento KMZ Zona Norte Chico	29
Ilustración 23: Secuencia de captura para levantamiento con dron	31
Ilustración 24: Detección de hallazgo de hebras cortadas	33
Ilustración 25: IA detectando hebras cortadas	34

Ilustración 26: Ejemplo n°1 de hallazgo en plataforma	36
Ilustración 27: Ejemplo n°2 de hallazgo en plataforma	36
Ilustración 28: Extracto Carta Gantt Zona Centro	38
Ilustración 29: Ejemplo de la información que se desprende de la Carta Gantt ...	41
Ilustración 30: Modelo de Negocios Canvas	68
Ilustración 31: Costos técnicos de Captura	79
Ilustración 32: Costos de RRHH de Captura	79
Ilustración 33: Costos técnicos y de RRHH Procesamiento y Evaluación	80
Ilustración 34: Ingresos y Costos Operacionales del Proyecto	80

Capítulo 1: Introducción

1.1. Descripción de la empresa

1.1.1. Características de la organización

Ecodrones es una empresa que pertenece a EcoCopter, compañía fundada en el año 2003 y que presta servicios aéreos de alta complejidad, en helicóptero para el rubro de Transporte de Pasajeros, Carga, Off – Shore, Combate de Incendios Forestales, Traslados Aeromédicos y otros servicios especiales. EcoCopter cuenta con una flota de alrededor de 15 helicópteros, obteniendo un posicionamiento ventajoso debido a su equipo relativamente moderno en comparación al resto de compañías del cono sur. Además, posee un equipo, profesional y técnico, altamente capacitado y especializado, el cual permite otorgar seguridad, satisfacción y compromiso a los clientes que atiende. En adición, cuentan con un centro de mantenimiento propio (CMA) y un taller de motores (Safran Turbomeca) lo cual les permite ofrecer respuesta rápida ante cualquier operación de emergencia.

A pesar de que la empresa comenzó ofreciendo servicios en industrias como la minería, energía, telecomunicaciones y forestal, hoy en día disponen de cuatro líneas de negocio, con la idea de seguir expandiendo sus operaciones.

La estrategia de Marcelo Rajchmann, director de la empresa Ecodrones, es que, debido a la gran variedad en la demanda y las necesidades de los clientes, los que hoy son más de 200, EcoCopter ha podido diversificar su negocio. Esto fortalece la decisión de proyectar el negocio a largo plazo. (EcoCopter, s.f.)

Ecodrones comienza su trayectoria con el propósito de diversificar e innovar, con este objetivo en mente se crea un centro de entrenamiento llamado Ecotraining a través de los simuladores de última tecnología (FTD's) FRASCA de los helicópteros Airbus B3 / H125 y EC135. Esto incentivó el desarrollo de una variedad de proyectos que eran factibles de realizar utilizando drones, y no usando helicópteros, ya que el costo de hacerlo con estos es muy superior. Los primeros proyectos son principalmente para examinar el estado en el cual se encuentran las torres eléctricas para poder realizarles las mantenciones necesarias y así prevenir cortes eléctricos en distintas zonas del país.

Ecodrones busca generar soluciones integrales para sus clientes, de manera fresca y vanguardista, conservando el profesionalismo y diligencia del grupo al cual pertenece, y así satisfacer las necesidades de sus usuarios de manera flexible, segura y económica.

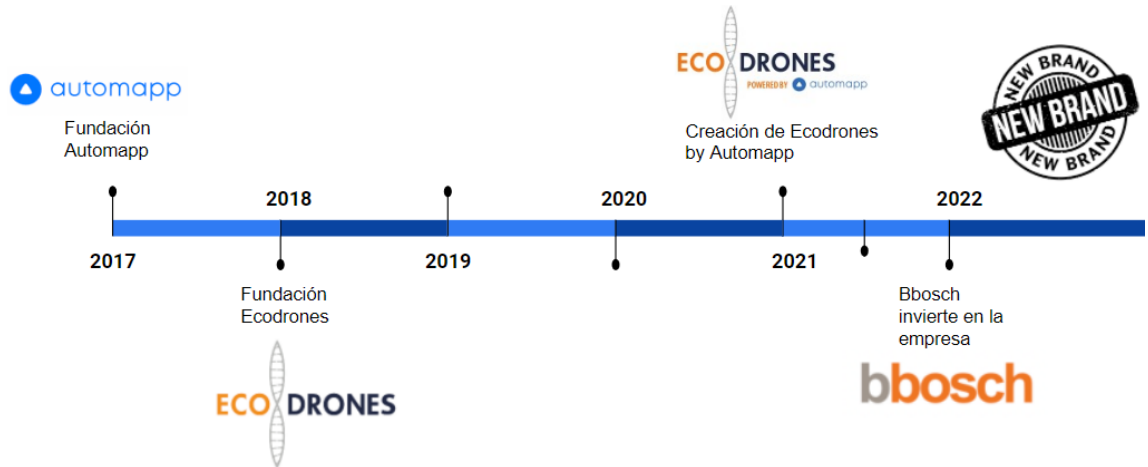


Ilustración 1: Línea de tiempo Ecodrones-Automapp

1.1.2. Rubro

Ecodrones se crea con la finalidad de aportar a la prominente industria de drones en Chile y Latinoamérica; el rubro al cual pertenece Ecodrones es el rubro aeronáutico (rubro drones), pero la empresa trabaja constantemente en nuevos rubros, siendo la Minería y la Salmonicultura, los últimos rubros en los cuales la empresa ha ingresado y está desarrollando proyectos con drones y ROV's. Lo que se busca es generar Soluciones Integrales a todos los clientes que requieran los servicios de Ecodrones, de manera fresca y vanguardista, conservando el profesionalismo y diligencia del grupo económico al cual Ecodrones pertenece.

Los rubros en los cuales Ecodrones está desarrollando proyectos son: Minería, Prevención de riesgos, Energía, Agropecuario, Medioambiental, Telecomunicaciones y Forestal. La empresa tiene como objetivo, seguir creciendo y llegando a otros rubros, a través del uso de nuevas tecnologías e innovación en el uso de éstas.

1.1.3. Misión y Visión

La misión de Ecodrones es “Generar **Soluciones Integrales** a nuestros clientes, de manera fresca y vanguardista, conservando el profesionalismo y diligencia de nuestro grupo, para así satisfacer las necesidades de nuestros usuarios de manera flexible, segura y económica.”

La visión de Ecodrones es “Ser la empresa líder al nivel sudamericano del rubro que utiliza drones y software para prestar un servicio integral a sus clientes”.

1.1.4. Organigrama

El organigrama de Ecodrones se muestra en la ilustración 2. Éste funciona a través de una estructura jerarquizada, al mando de un Gerente General, quien maneja la empresa en su conjunto y responde a un directorio. Bajo este cargo se encuentran diferentes gerencias que poseen objetivos independientes unas de otras y que, a su vez, se apoyan entre sí para sacar los distintos proyectos adelante. Es importante mencionar que este organigrama se está desarrollando en la empresa y comienza a existir de esta forma en marzo de 2022. Es importante explicar que este trabajo de título se realizará bajo la supervisión del Gerente General, ahora, director Ejecutivo, Ricardo Díaz y del actual Gerente General Sebastián Orellana.

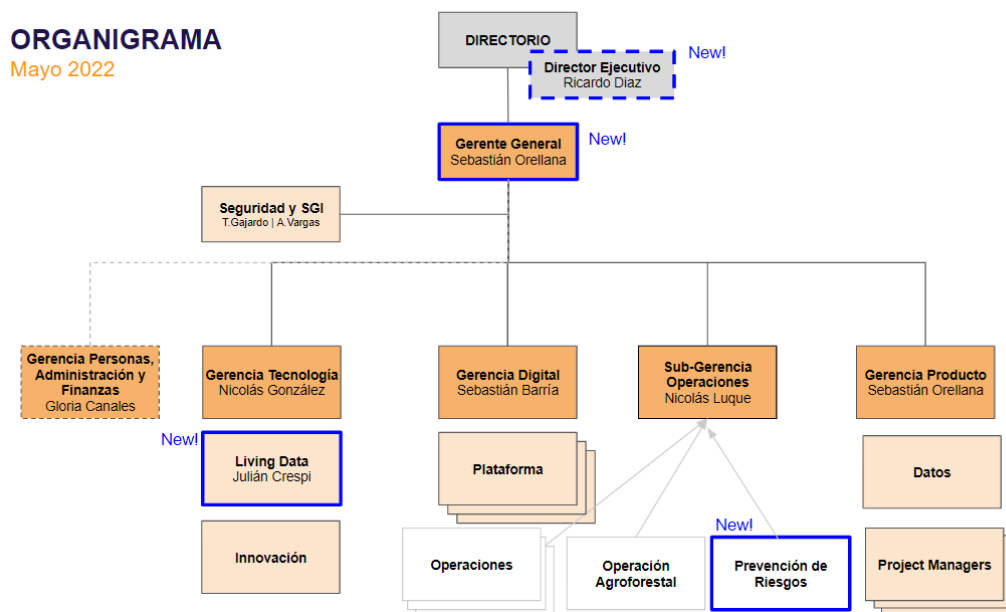


Ilustración 2: Organigrama Ecodrones. Fuente: Ecodrones

1.1.5. Productos y/ o servicios

Ecodrones es una empresa que realiza trabajos de captura de información, tanto con drones como con helicópteros, evaluación de la información capturada o evaluación de información entregada directamente por clientes. Esta captura puede ser terrestre, mediante el uso de autos con sensores incorporados, o aérea, donde, para la captura, se utilizan drones y/ o helicópteros. El posterior análisis de dicha información puede ser realizado a través del uso de IA o por humanos expertos en el tema. Lo que une la captura y la evaluación, es Automapp, la plataforma donde se carga toda la información capturada, para luego evaluar ahí mismo y generar un informe o las simulaciones de los resultados obtenidos.

Para detallar cuales son los servicios que se le ofrece a cada industria, se presenta un recuadro con lo más importantes y posteriormente una descripción de los productos más utilizados para llevarlos a cabo:

Minería	Construcción	Agropecuaria	Energía	Forestal	Telecomunicaciones
Modelamiento de Superficies 3D	INSPECCIONES:	Mapeo NDVI (Índice de Vegetación)	Torres de Alta, Media y Baja tensión	Mapeo y modelado de ríos	Torres de Telecomunicación
	Trabajadores en construcciones	Modelamiento 3D para la sistematización de campos	Tendido eléctrico	Morfología	
Prevención de riesgos	EVALUACIONES:	Evaluación de daños	Turbinas Eólicas	Gestión y conservación animal	Sitios de Construcción Inspecciones
Inspección de activos	Hallazgos identificados en terrenos	Detección de plagas	Fotovoltaicas	Análisis vegetal	
Vigilancia	Clasificación de hallazgos	Inventario de cultivos	Gaseoductos	Modelamiento de Terrenos	
Inspección de Relaves	Recomendación de medidas correctivas	Inspección de ganado	Oleoductos	Evaluación de daños	Mantenimiento de infraestructura de red
Fotogrametría	Generación de entregable personalizado por construcción	Orto mosaicos Georreferenciados	Evaluación integral de estructuras		

Tabla 1: Productos y Servicios Ofrecidos por Ecodrones Automapp

1. Lidar: Análisis y procesamiento de nube de puntos, utilizado principalmente para levantamiento de redes eléctricas, inventario de torres y medición de distancias peligrosas a la línea para podar los árboles que signifiquen un riesgo para el suministro constante de electricidad.

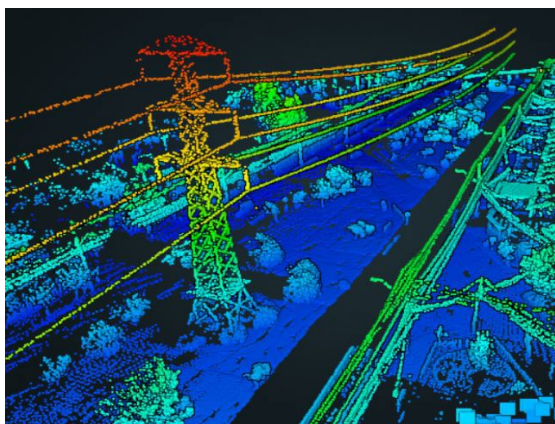


Ilustración 3: Producto Lidar

2. Imágenes RGB: Imágenes de alta resolución capturadas en terreno a partir de drones. Estas son utilizadas para la detección de diversas anomalías como grietas, erosión de materiales, óxido, deformidad, entre muchos otros hallazgos.

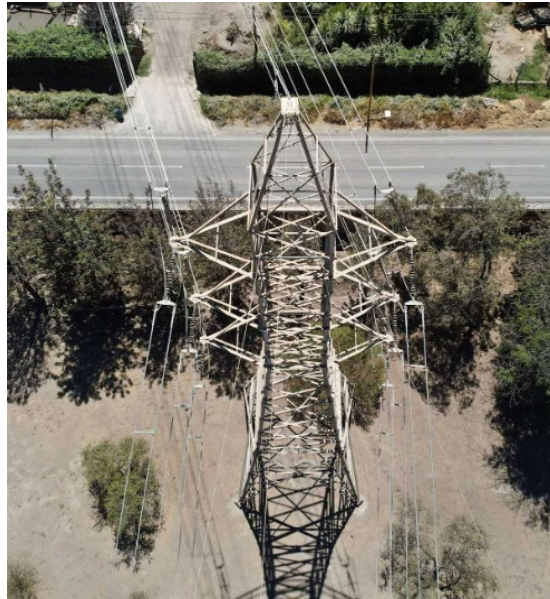


Ilustración 4: Producto Imágenes RGB

3. Imágenes Térmicas: Imágenes con información térmica, capturadas por cámaras de drones que tienen radiometría. Estas imágenes son utilizadas para la detección de puntos calientes en la red eléctrica, las cuales pueden representar un riesgo para el suministro constante de electricidad.

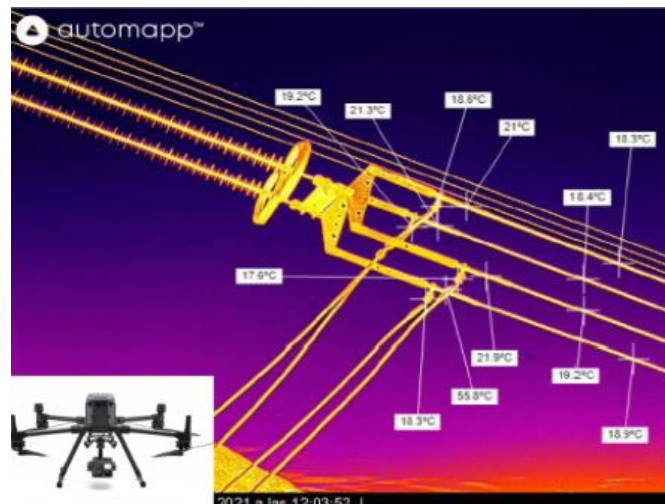


Ilustración 5: Producto Imágenes Térmicas

4. Video Alta Resolución: Videos capturados con drones en resolución 4K, los cuales son utilizados para la detección de anomalías en la línea eléctrica y riesgos cercanos a la línea, similares a los detectados con Lidar. El beneficio de tener el video y la información Lidar, es que se puede corroborar la información proveniente de ambos análisis, cruzando la información que se obtiene de cada uno.

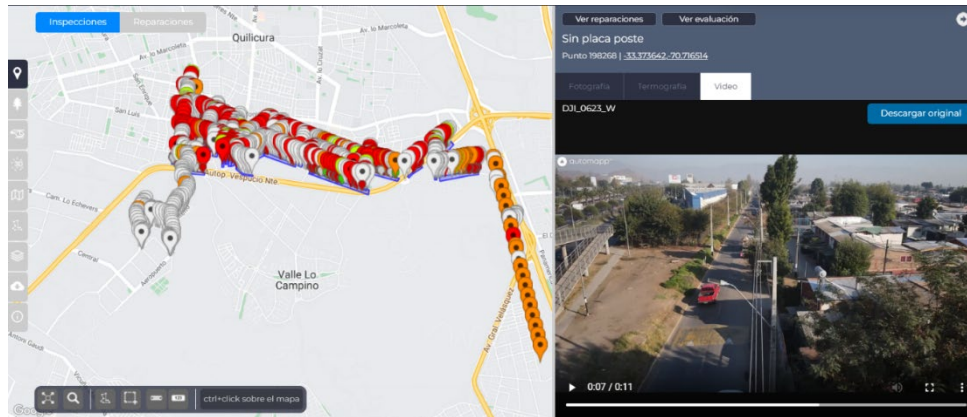


Ilustración 6: Producto Video Alta Resolución

5. Video Streaming: Video de alta resolución que se transmite en vivo a través de la plataforma. Esto permite que las personas que no se encuentran en terreno puedan presenciar e identificar desde cualquier lugar, lo que se realiza en terreno. También permite la identificación remota de hallazgos, los cuales pueden incorporarse en la posterior evaluación de dicha inspección en terreno.



Ilustración 7: Video Streaming Dron

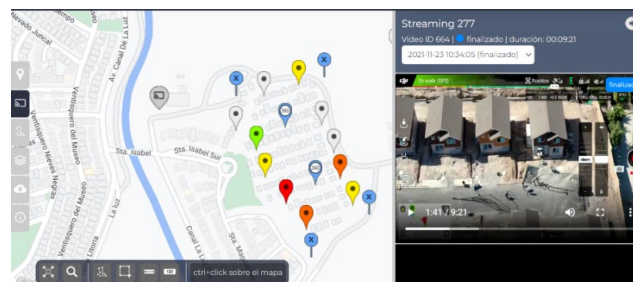


Ilustración 8: Video Streaming en plataforma

6. Digital Twins: Simulación que utiliza la información de nube de puntos, Lidar, para generar una simulación digital en la cual se puede ajustar el clima, viento, nubosidad, crecimiento de la vegetación en el tiempo, etc.



Ilustración 9: Producto Digital Twins

7. Fotogrametría: Consiste en una reconstrucción 3D del terreno en base a imágenes RGB y representación 2D del mismo. Utilizada para realizar topografía, mapeos e inspección de avances de obras.



Ilustración 10: Producto Fotogrametría

8. Aplicaciones Fitosanitarias: Consiste en la aplicación de agroquímicos en varias industrias utilizando drones especializados, con el fin de proteger los



Ilustración 11: Producto aplicaciones fitosanitarias

cultivos de plagas, malezas y enfermedades para poder producir alimentos en cantidad y calidad.

9. SaaS: Software especializado para la correcta manipulación y administración de datos recopilados con drones en inspecciones eléctricas masivas. En esta plataforma se procesa, evalúa y analiza los datos de manera personalizada para cada cliente.

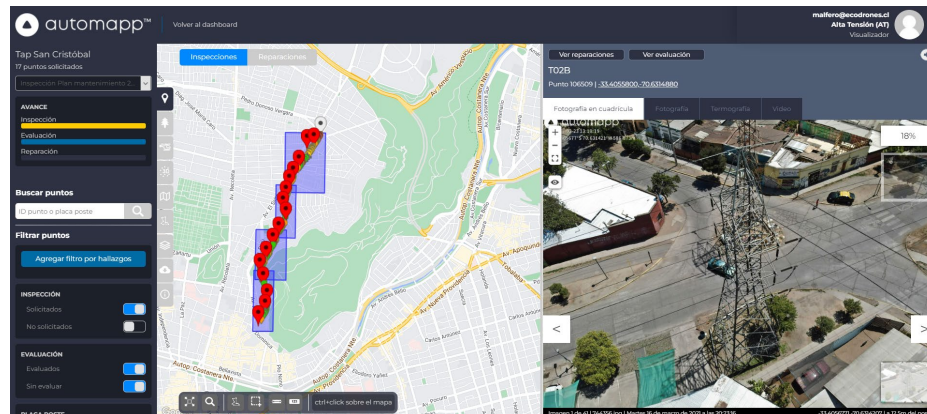


Ilustración 12: Producto SaaS (Plataforma Automapp)

Además de todos los servicios mencionados, Ecodrones en conjunto con Automapp, desarrollan el software mencionado en SaaS. Este software permite cargar todo el material capturado por los drones, helicópteros y vehículos con cámaras, en una misma plataforma. En esta plataforma se muestra la información en un mapa geolocalizado, en el cual se carga la información en puntos con coordenadas específicas para luego evaluar el punto con su respectiva información. Finalmente, con el punto evaluado y trabajado, se genera un reporte para al cliente, informe en el que se detallan los hallazgos identificados en el punto o en el conjunto de puntos.

Los productos y servicios que presta Ecodrones generan y aportan ingresos de diferente manera. Con una pequeña descripción de lo que se realiza en cada área de negocios, a continuación, se presenta un breve resumen:

1. Forestal: Este es el rubro más importante para Ecodrones, representando más del 36% de los ingresos de la empresa y pronosticando un considerable aumento para los próximos años. En este rubro se trabaja prestando servicios de aspersión y fumigación principalmente a empresas forestales, pero también se realiza en la agroindustria y otras áreas relacionadas con plantaciones. El servicio que se presta en este rubro es puramente operacional y se mide en cantidad de hectáreas que fueron asperjadas, por este motivo, es fundamental

tener clientes con grandes extensiones de bosque o plantaciones. Los principales clientes de Ecodrones son las dos forestales más importantes del país y de Latinoamérica, CMPC y Arauco, con quienes se ha ido creciendo y se pronostica un crecimiento anual de un 20%-30%.

2. **Energía:** Este es el segundo rubro más importante de la empresa, el cual representa, hoy en día, el 28% de los ingresos de la empresa. El principal servicio que se presta en este rubro son las inspecciones de redes eléctricas.

Este servicio incluye productos como inspección RGB + Termo + Video y e inspección LiDAR, adicionalmente evaluación eléctrica y análisis LiDAR. Este servicio resulta en un producto muy completo, el cual se viene ofreciendo y perfeccionando desde la fundación de Automapp.

3. **Minería:** Corresponde al tercer rubro con mayor ingresos y el que tiene mayor proyección, ya que representa el 15% de los ingresos de la empresa. El servicio que se presta en este rubro se enfoca en las redes eléctricas que mantienen energizadas a las mineras, lo que es muy similar a los servicios prestados en energía. Este servicio ha sido la puerta de entrada de Ecodrones al mundo minero, en el cual se ha podido trabajar con grande clientes y ya se tiene conversaciones para el año 2023 con las mineras más grandes del país.
4. **Construcción:** Este es el cuarto rubro con mayor ingreso de la compañía y representa el 7% del total. El principal servicio que se presta en este rubro corresponde a las inspecciones de construcciones, con la finalidad de realizar informes relativos a la prevención de riesgos.

Este servicio incluye productos como inspección personalizada de Video en terreno, evaluación por construcción, reporte personalizado y video de la inspección.

1.1.6. Clientes y/ o usuarios

El cliente de Ecodrones con el cual se estará desarrollando la memoria es Transelec, empresa chilena de transmisión eléctrica. Transelec es una empresa que inicia sus operaciones en el año 1943 con la creación de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. como filial de la Corporación de Fomento de la Producción. (Transelec , s.f.)

Actualmente, y dentro del mismo rubro, Ecodrones tiene como cliente a Enel, empresa multinacional productora y distribuidora de energía eléctrica en Chile.

En términos de competidores, el proyecto que se propone realiza, tiene barreras de entradas ya que es un desarrollo propio de la empresa Ecodrones y en Chile casi no existe un mercado de empresas que ofrecen este producto/ servicio. Lo que genera las barreras de entrada y hace que el proyecto sea único, en primer lugar, es el conocimiento que ha obtenido Ecodrones trabajando con empresas eléctricas como lo son Enel, CGE, AES Gener y en base a la experiencia que se obtuvo trabajando con ellos se puede estudiar la posibilidad de realizar el proyecto que se propone con Transelec.

El segundo punto que genera una barrera de entrada importante es la plataforma desarrollada, en la cual se carga todo el material que se captura en terreno y luego se trabaja en la misma, la cual se ha ido adaptando a las necesidades de los clientes para permitir una mejor experiencia al momento de visualizar los datos capturados en terreno.

Por último, la combinación de una plataforma que se adapta al cliente y formularios con reportes personalizados, hacen que el producto que se le entrega a cada cliente sea único y personalizado.

A continuación, se muestran algunos clientes de Ecodrones:



Ilustración 13: Clientes EcodronesAutomapp

1.2. Mercado y/ o marco institucional

El tamaño del mercado de drones a nivel mundial es de aproximadamente 15 billones de dólares, y aunque no hace referencia a Chile en particular, se puede observar cómo en Chile hoy en día, en los rubros más importantes del país, se ha comenzado a trabajar con ellos. Estos rubros son Minería, Forestal, Construcción, Salmonicultura, entre muchos. Obviamente este fenómeno no es algo que viene sucediendo sólo en Chile, sino que, a nivel mundial, se proyecta un crecimiento anual del 12%, para llegar a un tamaño de mercado de aproximadamente 40 billones de dólares para el año 2027. (Brandessence Market Research And Consulting Private Limited, 2021)

1.2.1. Niveles de venta

Los niveles de ventas para los proyectos en los cuales participa Ecodrones en el rubro de producción y distribución eléctrica, a lo largo de todo Chile, son de ventas por 500.000 dólares al año. Para el año 2022, en este rubro, se proyecta una expansión de proyectos, esperando duplicar los ingresos del año anterior, llegando a ingresos cercanos al millón de dólares.

Con relación a la competencia que existe en este mercado para este tipo de inspecciones, Ignous proporciona servicios expertos de Inspección con drones y análisis de datos usando inteligencia artificial. Ofrecen servicios de inspección eléctrica y son el principal competidor de Ecodrones al momento de participar en cualquier licitación de este tipo.

Un denominador común entre estas empresas al momento de competir en licitaciones similares es que ambas empresas apoyan la idea de eliminar las inspecciones eléctricas tradicionales (pedestres), ya que esta trae un sinnúmero de inconvenientes y que los drones son una solución rápida, segura y hasta económica cuando se habla de grandes extensiones de red eléctrica.

1.2.2. Regulaciones relevantes

Las regulaciones relevantes para que Ecodrones pueda llevar a cabo cualquier proyecto son las siguientes:

- AOC vigente
- Permiso de vuelo DAN 151 vigente
- Operador RPA con credencial vigente
- Aeronave con Número de Registro / Habilitada para vuelos DAN 151 (considera uso de paracaídas)
- Aeronave con Seguro de Responsabilidad civil de terceros vigente
- Resolución Exenta por parte de la JAC que acredita posesión de seguro de RC
- Especificación Operativa por parte de la DGAC (Dirección General de Aeronáutica Civil)

1.2.3. Tendencias y posicionamiento de mercado

Como ya se mencionó anteriormente en el presente informe, existe una tendencia hacia el uso de drones en numerosos rubros, reflejado en un gran crecimiento del mercado que se espera siga en aumento, al menos hasta el año 2027.

Para Ecodrones, mantener su posicionamiento en el mercado como la principal empresa de drones en Chile, es muy importante. Para lograrlo se utilizan dos caminos, el primero es el uso de la tecnología y el segundo es mantenerse a la vanguardia, en la innovación.

En adición a esto, se está trabajando constantemente en el uso de Inteligencia Artificial y esto se debe a que los drones con Inteligencia Artificial son capaces de procesar datos de forma masiva y más rápidamente, lo que ayuda en la toma de decisiones. Esto significa que los drones producen grandes cantidades de datos que a su vez son recopilados y almacenados en la plataforma con que cuenta la empresa, datos que son utilizados para el desarrollo de IA. Con el uso de inteligencia artificial (IA) estos datos son procesados de forma más rápida, más precisa y proporcionan nuevos conocimientos. El mayor provecho que se podría obtener a partir de los datos sería el poder evaluar imágenes sin la necesidad de expertos en cada rubro o bien para generar un mundo digital en donde estos datos puedan alimentar y mejorar este mundo virtual. Por todo lo anterior, se espera poder seguir desarrollando IA para aprovechar al máximo el potencial que tienen los drones.

Por un tema de confidencialidad, no se podrá explicar el modelo que se esta desarrollando ni los resultados que se obtienen.

1.3. Desempeño institucional

Para seguir avanzando en pro del desarrollo tecnológico del entorno y con el fin estratégico de aportar en el crecimiento de los clientes que se tenía, se realizó el proceso de fusión entre Ecodrones Chile Spa y Automapp SpA. De esta forma, los clientes de ambas empresas se benefician de la experiencia y sinergias que ambas compañías ponen a disposición.

Este proceso se encuentra formalizado al día 19 de enero del año 2021 y actualmente cuenta con toda documentación legal acreditada.

1.4. Justificación del Tema

1.4.1. Información del área de la organización/ empresa

El proyecto se realiza conjuntamente entre 3 áreas de Ecodrones: Comercial, Producto e Innovación. Lo que se espera poder realizar es : **Evaluar la factibilidad que tiene un proyecto que cambia la forma tradicional de inspeccionar líneas de alta tensión a través de la incorporación de nuevas tecnologías.**

El área comercial de la empresa es la que se encarga de mantener buenas relaciones con los clientes y buscar nuevos clientes para lograr los planes de ventas anuales que la empresa se fija. En este caso en particular, esta área se encarga de la relación con Transelec y de ver la mejor forma de ofrecerle este nuevo servicio para la inspección de su red eléctrica.

El área de Innovación es la que se encarga de mejorar procesos, ver nuevas formas de satisfacer a los clientes y mantener a la empresa a la vanguardia en los diferentes rubros en los cuales la empresa decide participar. En este caso en particular, esta área se encarga de investigar y entregar una solución factible para mejorar los tiempos de inspección a través del uso de nuevas tecnologías que logren mejorar los tiempos de captura e idealmente la calidad del producto que se ofrece.

Finalmente, el área de Producto es responsable de llevar a cabo los productos que tiene la empresa, en este caso en particular, es la encargada de procesar todo el material que se obtiene de las inspecciones de la red de alta tensión. La información que se obtiene son imágenes RGB e imágenes térmicas, las cuales son evaluadas por especialista en torres de alta tensión. Luego de realizar las evaluaciones, se genera al cliente un reporte con los diversos problemas que presenta la red, a modo de informarles donde tienen que hacer mejoras para no interrumpir el suministro eléctrico.

1.4.2. Identificación del problema y su relevancia, con sus efectos y posibles causas

El uso de tecnología para la inspección de redes eléctricas es muy relevante, ya que disminuye considerablemente el tiempo de inspección y mejora considerablemente la calidad de estas. Además, permite detectar hallazgos más específicos y con mayor detalle de lo que se podría hacer con la información que se obtiene de las inspecciones pedestres. Es en base a esta hipótesis nace el proyecto de Ecodrones para Transelec, que utiliza drones y helicópteros, en conjunto con nuevas tecnologías para inspeccionar redes eléctricas.

La manera tradicional para realizar las inspecciones es de manera pedestre. Este tipo de inspecciones se realizan para toda la línea de alta tensión que tiene Transelec, a lo largo de sus más de 10 mil kilómetros de red.

Ecodrones le está proponiendo una nueva forma de inspección, más valiosa para el cliente ya que incluye una mejor calidad de imágenes, menores tiempos de procesamiento y costos accesibles, todo lo cual requiere evaluar su factibilidad en base a la disposición a pagar del cliente.

Realizar estas inspecciones de esta manera tiene un lado positivo y uno negativo. El lado positivo es el bajo costo que significa para Transelec inspeccionar de manera pedestre toda su red; ellos quieren ser eficientes en el manejo de sus recursos y hasta ahora han mantenido el método de inspección tradicional para hacerlo.

El problema que tiene la inspección pedestre es el tiempo de inspección de la línea completa y la cantidad de trabajadores que la empresa necesita destinar para llevar a cabo una labor de esta magnitud.

La principal razón por la cual las inspecciones pedestres requieren mucho tiempo es debido a la cantidad de kilómetros que puede inspeccionar de manera diaria una cuadrilla de forma pedestre. Estas cuadrillas tienen que andar muchos kilómetros a diario sólo para llegar al lugar donde se realizará la inspección de la red, pero desde ahí, avanza pocos kilómetros, situación que con el uso de drones y helicópteros se puede hacer de manera mucho más eficiente. Además, existe problemas como dificultades para acceder o llegar al lugar para inspeccionar la red, coordinación de las cuadrillas, la calidad de las imágenes que se obtienen en una inspección pedestre, etc. Son muchos los factores que hacen indicar que se debe buscar una alternativa a las inspecciones que hasta el día de hoy se realizan de forma pedestre.

Adicionalmente, todas las empresas eléctricas en Chile están reguladas por la SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustible), la cual tiene como misión “vigilar la adecuada operación de los servicios de electricidad, gas y combustibles, en términos de su seguridad, calidad y precio.” (Chile Atiende, s.f.)

La SEC utiliza dos indicadores que miden la calidad del servicio que prestan las empresas eléctricas en Chile, el SAIDI y SAIFI(CNE, 2017), y en caso de que las empresas no cumplan con un nivel mínimo para estos indicadores, son multadas y se les exige un plan de inspección preventiva y mantención que incluya innovación tecnológica para solucionarlos. Esto último se debe a que; en Chile, las empresas proponían soluciones poco tecnológicas con la finalidad de gastar lo menos posible, lo que terminaba siendo una solución de corto plazo y no una solución permanente. Aún con la SEC multando a la mayoría de las empresas eléctricas en Chile, debido a que no logran cumplir con los estándares mínimos exigidos, continúan incumpliendo. Es por esta razón que se exige que la solución sea cada vez más tecnológica y en el caso de Transelec, por solicitud de la SEC, las inspecciones pedestres están llegando a su fin, al igual que diversas empresas del rubro.

Esta es una oportunidad para que Transelec realice la inspección completa de sus líneas utilizando nuevas tecnologías, en un tiempo razonable y con una calidad significativamente mejor, todo lo cual le permitirá realizar una mayor cantidad de hallazgos y mejoras a su red eléctrica.

1.4.3. Identificación de la hipótesis y solución para resolver el problema

La inspección de redes eléctricas realizada con drones y helicóptero requiere un menor tiempo y entrega una mejor calidad en comparación al método tradicional de inspección pedestre.

Hipótesis de Ecodrones:

La disposición a pagar de los clientes por una solución con drones y helicópteros que disminuye tiempos y mejora la calidad del levantamiento será suficiente para satisfacer los requerimientos de rentabilidad económica de Ecodrones.

Esta hipótesis surge a partir de una oportunidad de negocios que identifica el área comercial, la cual es tecnologizar las inspecciones que actualmente se realizan de manera pedestre. El problema de las inspecciones pedestres es el tiempo que tarda en realizarse, la cantidad de trabajadores que se necesitan para poder cubrir la cantidad de kilómetros de red que tiene Transelec y la calidad de las imágenes que se obtienen en las inspecciones.

1.5. Objetivos general y específicos

Determinar la factibilidad técnica y económica de realizar el levantamiento de las redes eléctricas de Transelec utilizando drones y helicópteros, en conjunto con nuevos sensores.

Los objetivos específicos para poder lograr el objetivo general son los siguientes:

1. Plantear las especificaciones del requerimiento de Transelec.
2. Diseñar la solución con el uso de drones, helicópteros y nuevos sensores
3. Determinar, cuantificar y valorar los requerimientos técnicos y de RRHH
4. Evaluar la factibilidad de l proyecto para Ecodrones , generar una Matriz de riesgo y un análisis de sensibilidad
5. Diseñar modelo de negocio para Ecodrones

1.6. Resultados esperados y alcances

El principal resultado esperado previo a la realización de esta memoria, es la verificación de si es posible y conveniente para Ecodrones, ofrecerle a Transelec la inspección de su red eléctrica utilizando drones y helicópteros, cambiando el método tradicional de inspección pedestre.

Adicionalmente, se espera poder desarrollar un método de inspección de redes eléctricas que pueda ser ofrecido a otros clientes a nivel nacional e internacional, basado en la investigación de nuevas tecnologías que se pueden adquirir para tener una mejor inspección debido a una disminución de los tiempos de captura y una mejora en la calidad de las imágenes capturadas.

Los resultados esperados para cada objetivo específico son los siguientes:

1. Especificaciones de Transelec
 - 1.1. Recopilar los kmz de las líneas de Transelec
 - 1.2. Tabla con cantidad de kilómetros de la red de AT y SSEE de la red.
2. Determinar cantidad de kilómetros de inspección a realizarse con dron y helicóptero.
 - 2.1. Diseñar la sensorización.
 - 2.2. Definir rendimientos de estos equipos.
3. Planificación, determinación , cuantificación y valoración de los requerimientos técnicos y de RRHH
 - 3.1. Carta Gantt
 - 3.2. Especificación y cuantificación de recursos técnicos y humanos.
 - 3.3. Análisis de riesgo

- 3.4. Presupuesto.
- 4. Evaluación de factibilidad del proyecto
 - 4.1. Flujo de Ingresos de caja
 - 4.2. Flujo de Egresos de caja
 - 4.3. Flujo de caja Neto
 - 4.4. Cifras de méritos (VAN y TIR)
 - 4.5. Estado de resultados
 - 4.6. Análisis de Sensibilidad
- 5. Modelo de Negocio
 - 5.1. Modelo de Negocios
 - 5.2. Propuesta de valor

Los alcances de este proyecto son primero, la empresa Transelec y su red eléctrica de Alta Tensión en Chile. Adicionalmente, se va a limitar el tipo de vehículos a ser utilizados a únicamente drones y helicópteros para inspeccionar la red, esto debido a que la empresa Ecodrones se especializa en este tipo de vehículos y sus usos. Como último factor, el tipo de inspección que se estará realizando, se realizará únicamente captura de imágenes RGB y se evaluará la opción de incorporar imágenes térmicas en las inspecciones.

1.7. Marco conceptual

1.7.1. Método de administración de proyectos

El método de administración de proyecto que se utiliza como guía en la evaluación de este, tiene como objetivo optimizar los procesos y crear un marco simple para cumplir con las necesidades que cada proyecto tenga. En este proyecto en particular, se usa un método perteneciente al libro “Administración de operaciones” (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011), en el cual se describe la siguiente metodología:

A. Planeación Identificación del cliente del proyecto Establecimiento del producto o servicio final Establecimiento de los objetivos del proyecto Estimación del total de los recursos y del tiempo requerido Decisión sobre la forma de organización del proyecto Designación de nombramientos del personal (administrador del proyecto, etcétera) Definición de las principales tareas requeridas Establecimiento de un presupuesto	C. Control Controles del tiempo, del costo y del desempeño reales Comparación de las cifras planeadas con las reales Determinación de si se necesita una acción correctiva Evaluación de las acciones correctivas opcionales Desarrollo de las acciones correctivas apropiadas
B. Programación Desarrollo de una estructura detallada de la división del trabajo Estimación del tiempo requerido para cada tarea Secuenciación de las tareas en el orden adecuado Desarrollo de un tiempo de inicio y de fin para cada tarea Desarrollo de un presupuesto detallado para cada tarea Asignación de las personas a las tareas	D. Cierre Terminación de todo el trabajo Cierre de los contratos Pago de todas las cuentas por pagar Entrega del proyecto al propietario Reasignación del personal y del equipamiento

Ilustración 14: Actividades y decisiones de la administración del proyecto

A partir de esta metodología, se obtienen diferentes etapas para evaluar un proyecto, las que se describen en el libro como:

“La fase de planeación establece los objetivos, la organización y los recursos para el proyecto. La fase de programación determina el programa de tiempo, el costo y las asignaciones de personal.” (Schroeder, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011) (p. 346)

Carta Gantt

El diagrama de Gantt es una metodología de representación de actividades o tareas que pretende dar una visión generalizada sobre la cronología y el tiempo dedicado a cada actividad contemplada de forma independiente dentro de un proceso. (Rodó, 2020)

A continuación, se definen los conceptos más relevantes para el correcto entendimiento del proyecto, partiendo por los conceptos económicos. Luego, los conceptos relacionados a la inspección eléctrica y, finalmente, una descripción de los equipos que actualmente se utiliza para realizar este tipo de inspecciones.

1.7.2. Conceptos relacionados a la inspección eléctrica

1. Niveles de tensión

En la distribución eléctrica la tensión es directamente proporcional a la distancia que esta es capaz de recorrer, es decir, entre mayor sea la tensión más distancia puede recorrer esta. Dada esta relación, la tensión eléctrica es variada dependiendo de la red.

Para la red de transmisión se utiliza alta tensión (AT), la cual tiene valores entre 100 y 400 [kV], y puede recorrer más de 200 [km]. Para la red de distribución se utiliza media tensión (MT), la cual tiene valores entre 10 y 60 [kV], y puede recorrer 25 [km]. Por último, en domicilios se utiliza baja tensión (BT), la cual tiene valores de 220[V] y recorre 200 [m].

2. Subestación eléctrica (SSEE)

La subestación eléctrica forma parte de la transmisión y distribución de energía eléctrica. Esta instalación se encarga de modificar los niveles de tensión eléctrica de la línea. Las redes de transporte requieren niveles de tensión entre 100 y 400 [kV] (alta tensión), mientras que las redes de distribución requieren niveles 10 y 70 [kV] (media tensión). La subestación se encarga de las variar la tensión entre dos líneas, ya sea un aumento o disminución de ésta.

3. Inspección de red eléctrica

Una inspección eléctrica garantizará que el cableado de los postes de MT o las torres de AT que proveen con electricidad a las personas y empresas, estén en buen estado de funcionamiento y no representen un riesgo para el suministro eléctrico.

4. KMZ

Es un formato que se utiliza principalmente para guardar datos geográficos dentro de un navegador terrestre, es decir, almacenan ubicaciones de mapas que pueden ser visto por programas como Google Maps, Google Maps para móviles y Google Earth. (Google Developers, s.f.)

5. Vano

Se llama Vano de una conducción aérea a la distancia entre apoyo y apoyo. (Gimenez)

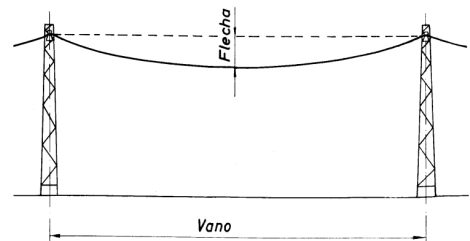


Ilustración 15: Vano de dos estructuras eléctricas

6. Fases y cable guarda

Los cables de guarda son conductores conectados a tierra y colocados sobre los conductores de fase para interceptar descargas de rayos las cuales podrían caer directamente sobre las fases. Por este motivo, al caer el rayo sobre el cable guarda, la corriente es desviada a tierra. (Bustillos Ramirez & Pérez Lisboa, 2015)

7. Conductor y componentes

En la construcción de líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica, se utilizan casi exclusivamente conductores trenzados, los cuales son cables formados por alambres, en capas alternadas, enrolladas en sentidos opuestos. (Bustillos Ramirez & Pérez Lisboa, 2015)

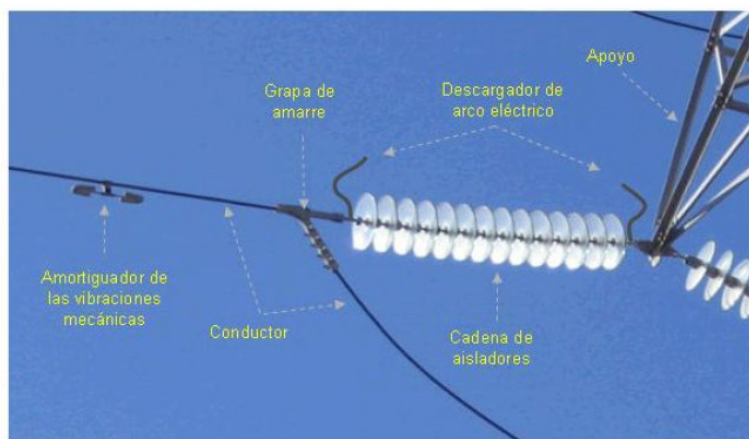


Ilustración 16: Conductor y componentes en línea eléctrica

1.7.3. Equipos para Inspección de Línea de Alta Tensión (AT)

Para poder realizar un proyecto como el solicitado por Transelec, el cual se lleva a cabo a lo largo de más de 12 mil kilómetros de red eléctrica, se deben utilizar equipos que puedan resistir todas las condiciones que se presentan en la operación.

Es por este motivo que, para este proyecto, seleccionó un dron que ya ha sido probado en muchos proyectos, soportando los fuertes vientos que se presentan a los 4500 metros de altura en las minas, las altas temperaturas del desierto y la humedad en zonas costeras. Todas estas condiciones se presentan en el proyecto y el dron elegido es capaz de superar todas estas adversidades de manera excepcional.

Adicionalmente, este dron tiene que poder capturar imágenes y videos de alta resolución, en este caso, este dron tiene la capacidad de hacerlo y de modificarse con otras cámaras y sensores para obtener un mejor resultado.

Todas estas cualidades hacen que el Matrice 300 RTK de la marca DJI, sea el dron idóneo para llevar a cabo un proyecto de esta envergadura.

La elección del tipo de helicóptero se basa en la experiencia que tiene la empresa Ecocopter, empresa hermana de Ecodrones, la cual tiene casi 20 años de experiencia prestando servicios con helicópteros y recomienda para este tipo de proyectos dos helicópteros.

Para este tipo de proyectos, Ecocopter sugiere el uso de dos tipos de helicópteros y la recomendación es el uso del H 145 y B3, ambos con características similares, pero varían en la capacidad del helicóptero y en el precio. Para este proyecto en particular, la capacidad del helicóptero B3 y similares, es más que suficiente para realizar todos los desafíos que se presenten en la operación y tiene un costo menor al helicóptero H 145.

RPA M300RTK

La aeronave Matrice 300 RTK (M300) es la última plataforma de drones industriales del proveedor DJI, el cual se inspira en los sistemas de aviación modernos. Ofreciendo hasta 55 minutos de tiempo de vuelo, capacidades avanzadas de inteligencia artificial, posicionamiento y detección direccional, el M300 establece un estándar completamente nuevo en tanto a rendimiento y confiabilidad.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

- 15 km Transmisión máxima
- Temperatura de funcionamiento de -20 °C a 50 °C
- Batería intercambiable en caliente
- Sistema de transmisión OcuSync Enterprise de triple canal
- Sistema de redundancia integrado
- Inteligencia artificial aplicada a la seguridad y registro de vuelo
- Compatibilidad nativa con sistema de estabilizadores y cámaras
- Carga máxima de 2.7kgs
- Capacidad de montaje de hasta 3 cámaras



Ilustración 17: Imagen referencial dron Matrice 300 RTK

AIRBUS AS 350 B3 / B3e / H125

Helicóptero monomotor fabricado por la compañía AIRBUS y operados por Ecocopter S.A - líder de operaciones aéreas con helicópteros en Sudamérica.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

- Motor Turbomeca Arriel 2B además de un control automático de la turbina (FADEC - Full Authority Digital Engine Control)
- Techo de vuelo 23.000 pies
- Carga colgante 1.400 Kg (máxima a nivel de mar)
- Velocidad crucero 220 Km/ h
- 3 horas de autonomía de vuelo



Ilustración 18: Helicópteros B3 de Ecocopter

1.7.4. Conceptos económicos

a) Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR busca dar con una tasa que permita al VPN llegar a un resultado igual a cero. No existe una fórmula matemática que permita calcular la TIR, por lo que la única manera de encontrarla es bajo prueba y error. Si la TIR excede el rendimiento requerido, la inversión puede ser tomada en cuenta. (OBS Business School, 2021)

b) Método de Periodo de Recuperación

El método de periodo de recuperación determina el tiempo que tomará recuperar la inversión inicial. Otro enfoque para comprender este modelo es verlo como la cantidad de tiempo que tomará llegar al punto de equilibrio.

c) VAN (Valor Actual Neto)

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN) (Economipedia, s.f.)

d) Flujo de Caja

El flujo de caja hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado. (Economipedia, s.f.)

e) VaR (Valor en Riesgo)

El valor en riesgo hace referencia a un método que se utiliza para cuantificar la exposición al riesgo, normalmente de mercado, utilizando las técnicas de estadística tradicional. (Economipedia, s.f.)

Agregar variables aleatoria o percentil 95

1.7.5. Modelo Canvas

El modelo Canvas, es una metodología utilizada para crear modelos de negocio dinámicos y adaptables. Permite a las empresas encontrar nuevas oportunidades para innovar y de esta forma, transformar sus antiguos modelos de negocio e ingresar en nuevos mercados adelantándose a la competencia. (Osterwalder & Pigneur, 2010)

Este modelo utilizar un lienzo para mostrar de manera más amigable las variables que deben ser identificadas para generar el modelo.

A continuación, se muestra el lienzo de modelo de negocio Canvas:

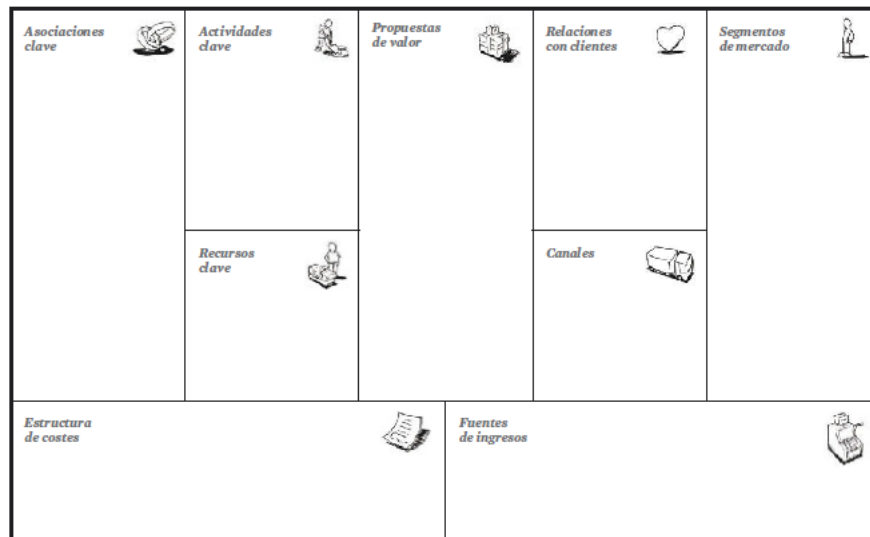


Ilustración 19: Lienzo Modelo de Negocio Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010)

1.8. Metodología

La metodología se define en base a los objetivos específicos, por lo que se detalla en cada uno lo que se realizara.

La administración de proyectos de esta magnitud, tienen que seguir una metodología general para poder ir abarcando cada uno de los objetivos y de esta forma mantener un estándar alto en la evaluación de proyectos. Para este caso en particular, se decide utilizar del libro (Osterwalder & Pigneur, 2010) los conocimientos que se mencionan de la organización profesional, Project Managment Institute (PMI), los cuales se presentan en la ilustración n°14 del marco conceptual.

Los primeros dos objetivos forman parte de la planeación que se muestra en la ilustración n°14 y se describen a continuación:

1. Para el primer objetivo específico, que dice “Plantear las especificaciones del requerimiento de Transelec.”, se va a realizar un estudio comparativo, en el cual se investigará licitaciones anteriores de Transelec, las que se sabe, que contienen toda la información que se necesita.
2. Para el segundo objetivo específico, que dice “Diseñar la solución con el uso de drones, helicópteros y nuevos sensores”, se realizará una comparación entre la información de terreno que se obtenga y la tecnología que posibilite la captura de la red eléctrica.

El tercer punto de la metodología se encuentra en el punto B de la ilustración n°14, la programación, y se describe a continuación:

3. Para el tercer objetivo específico, que dice “Determinar, cuantificar y valorar los requerimientos técnicos y de RRHH”, se deberá cotizar, cuantificar, levantar información, construir una carta Gantt y generar presupuestos.
4. Para el cuarto objetivo específico, que dice “Evaluar la factibilidad del proyecto para Ecodrones”, se decide utilizar la siguiente metodología para guiar la realización del análisis costo-beneficio:

Se trata de una metodología de 7 etapas, de las cuales se realizarán solamente 5 de ellas.

Las 5 etapas se muestran a continuación. (Clase Ejecutiva UC, 2018)

a) Definición del proyecto y caso base

En este paso se define lo que se quiere evaluar, por lo que se debe recopilar la información necesaria y definir la estrategia con que la empresa abarcara el desafío. Entre más complejo sea el proyecto, mayor serán las decisiones estratégicas que se deberán ir tomando.

En esta etapa se debe definir el caso base de la empresa con tal de poder posteriormente valorizar el proyecto considerando la mayor cantidad de variables.

b) Proyectar ingresos y costos

En esta etapa se deben identificar los ingresos y los costos provenientes del caso base.

c) Estimar flujos de caja

En esta parte de la metodología se calculan las utilidades que el proyecto genera para cada periodo, considerando los ingresos, costos y flujos de dinero reales que el proyecto genera.

d) Calcular VAN y TIR

En base a los flujos de caja se calculan la VAN y la TIR, con la finalidad de saber si el proyecto es atractivo para un inversor.

e) Análisis de sensibilidad

Un análisis de sensibilidad sirve para identificar cuáles son los principales factores de riesgo que afectan el resultado del proyecto. Siempre existe la posibilidad de que la evaluación que se realiza en un inicio no se cumpla al 100% y por eso es importante cuáles son los factores que más afectan la rentabilidad del proyecto.

LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS ES UN PROCESO ITERATIVO



Ilustración 20: Metodología de Evaluación de Proyectos

5. Para el quinto objetivo específico, que dice “Diseñar el modelo de negocios para Ecodrones”, se decide utilizar la metodología Canvas. (Osterwalder & Pigneur, 2010).

Esta metodología se caracteriza por definir un modelo de negocio a través de la definición de 9 módulos, los que se enumeran a continuación:

1. Segmentos de mercado
2. Propuestas de valor
3. Canales
4. Relaciones con clientes
5. Fuentes de ingresos
6. Recursos clave
7. Actividades clave
8. Asociaciones clave
9. Estructura de costes

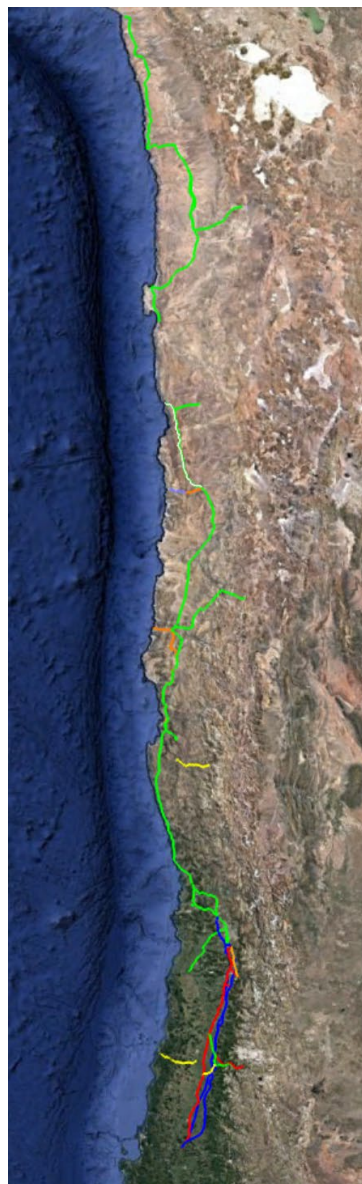
Capítulo 2: Especificaciones de Transelec y diseño de la solución

2.1. Especificaciones de Transelec

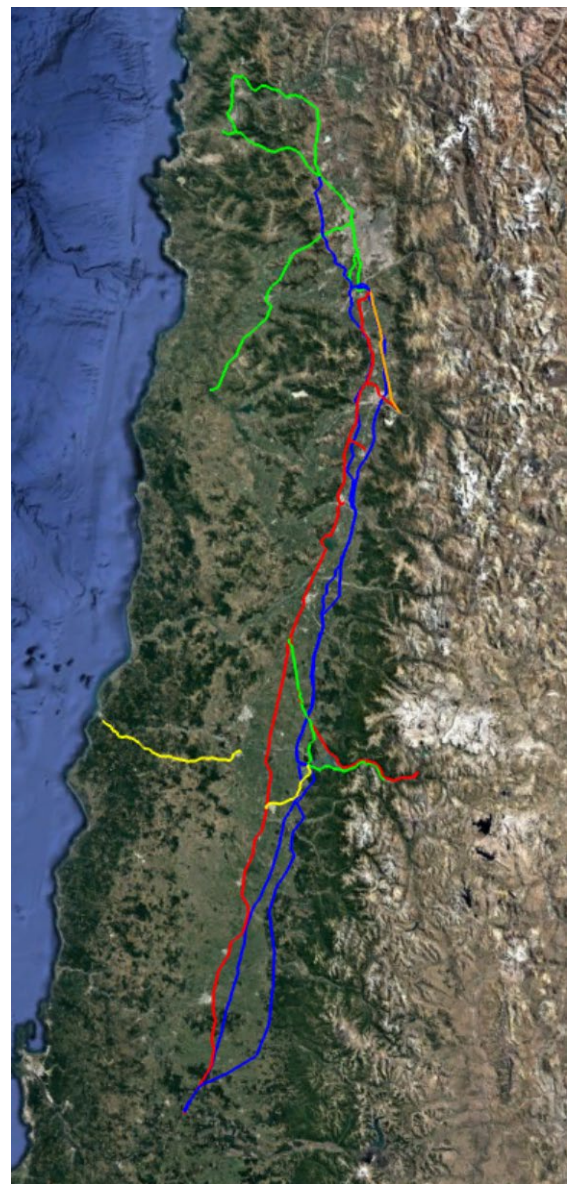
Las inspecciones que solicita Transelec, totalizan 12.516 kilómetros, repartidos en la zona norte y centro de Chile. A continuación, se muestran las líneas de AT que se solicita inspeccionar:



Inspección Zona Norte



Inspección completa



Inspección Zona Central

Ilustración 21: Red Eléctrica Proyecto Transelec



Ilustración 22: Acercamiento
KMZ Zona Norte Chico

Mes Inspección	Norte Grande	Norte Chico	Centro	Centro Sur	Total Mes
Enero	294	36	221	273	824
Febrero	305	502	186	796	1.789
Marzo	136	719	190	424	1.469
Abril	0	828	198	109	1.135
Mayo	81	64	294	258	697
Junio	61	188	192	705	1.146
Julio	87	0	136	187	410
Agosto	305	148	0	91	544
Septiembre	136	675	275	510	1.596
Octubre	0	1.168	365	814	2.347
Noviembre	55	117	209	172	553
Diciembre	0	0	6	0	6
Total general	1.460	4.445	2.272	4.339	12.516

Tabla 2: Kilómetros Mensuales a inspeccionar por zona

El servicio requerido por Transelec es realizar el levantamiento completo de todas las líneas presentadas en las ilustraciones anteriores, las cuales deben ser inspeccionadas utilizando drones y/ o helicópteros.

Las especificaciones de este servicio se describen a continuación:

Se requiere servicio por la inspección completa y detallada de la totalidad de tramos solicitados. En el servicio, se debe considerar principalmente el estado de la aislación polimérica y el estado del conductor, además del estado de la franja de servidumbre, construcciones, acopios de material combustible, estado de estructuras, aislación, ferretería y balizas. Siguiendo el enfoque de la necesidad de monitorear el estado de la aislación polimérica, se requiere un registro del aislador completo, fotografiado desde dos o más ángulos para lograr una identificación de anomalías efectiva. Así mismo, para el conductor, se debe poner especial atención en las balizas instaladas en los conductores y en los puntos de apoyo de éstos, ya que son elementos que tienen alto impacto en el estado del conductor. Estos vanos principalmente corresponden a quebradas y todos tienen acceso vehicular a estructuras adyacentes de la zona.

Para realizar estas inspecciones y cumplir con los requerimientos propuestos por Transelec, se procede a diseñar una solución que permita realizar todo lo mencionado

anteriormente, cumpliendo con los tiempos y la calidad que exige una empresa como Transelec.

2.2. Solución con Drones, Sensores y Helicóptero

Las soluciones que se le proponen a Transelec para realizar el levantamiento de su red eléctrica dependen de varios factores. Estos factores son el tiempo de traslado desde su residencia a la residencia más cercana a la red eléctrica a inspeccionar, el tiempo de traslado a la red eléctrica a inspeccionar y las condiciones climáticas (lluvia, viento, humedad, neblina), etc. Estos factores son claves para determinar la duración de los turnos por cuadrilla, el rendimiento que tenga cada cuadrilla y los recursos a utilizar en cada zona.

Por esta razón, se decide entregar soluciones similares, pero no idénticas, para cada una de las 4 zonas.

Las 4 zonas descritas en las especificaciones entregadas por Transelec se describen a continuación incluyendo algunas otras variables para tener en cuenta:

- Zona Centro
 - Esta zona en su mayoría contempla red eléctrica en la Región Metropolitana y Quinta Región. Los principales factores por considerar son el tráfico que existe en las grandes ciudades
- Zona Centro Sur:
 - Esta zona contempla red eléctrica en la Región Metropolitana, Región de O'Higgins y Región del Maule. El principal factor por considerar son las lluvias que ocurren principalmente entre mayo y septiembre.
- Zona Norte Grande
 - Esta zona contempla red eléctrica desde la zona norte de la Región de Antofagasta hasta la Región de Arica y Parinacota. Los principales factores por considerar son las altas humedades matutinas de toda la zona costera y los vientos que impiden la operación en las tardes.
- Zona Norte Chico
 - Esta zona contempla red eléctrica desde la zona norte de la Región de Valparaíso hasta la zona sur de la Región de Antofagasta. Los principales factores por considerar son las altas humedades matutinas de toda la zona costera y los vientos que impiden la operación en las tardes.

2.3. Etapas del servicio ofertadas por Ecodrones

Con la finalidad de cumplir las especificaciones definidas por Transelec, se describe las cuatro etapas que contemplan la realización del servicio que propone Ecodrones.

Etapas 1.- Captura Multisensor (Visual) orientada a resolver las necesidades de Transelec

La captura de fotografías, termografías y videos se desarrollará de acuerdo con lo siguiente:

El flujo de fotografías de cada estructura de la línea se hará una a una. Los videos de inspección de los vanos de la línea se tomarán desde la estructura X0 a X1, y así sucesivamente. Cada componente en los vanos se fotografiará por ambos lados, capturando imágenes de buena calidad para observar el estado del conductor.

Se registrará un video por fase, más otro para el cable de guardia, por cada vano de la Línea. Estos videos permitirán observar anomalías como hebras cortadas, elementos extraños y las interacciones de las componentes instaladas en el vano con el conductor, que pudiera estar provocando entre otros efectos, corte de hebras. Se realizarán vuelos en modo trípode a baja velocidad, capturando videos en modo Full HD o 4K, dependiendo del requerimiento de cliente, con una proximidad zoom en detalle al conductor. Así se obtendrá estabilidad y calidad de imagen para realizar las observaciones. Esta técnica fue ocupada con éxito para detectar hebras cortadas en la línea 220 KV Atacama Esmeralda de Antofagasta para Transelec, convirtiéndose en nuestro estándar para líneas AT y MT.

Para lograr la calidad y asegurar la obtención de resultados para la línea, los vuelos de cada fase y cable de guardia, de acuerdo con el procedimiento antes mencionado, implica como trabajo un tiempo equivalente a volar un poco más de 4 veces la cantidad total de km de la línea.

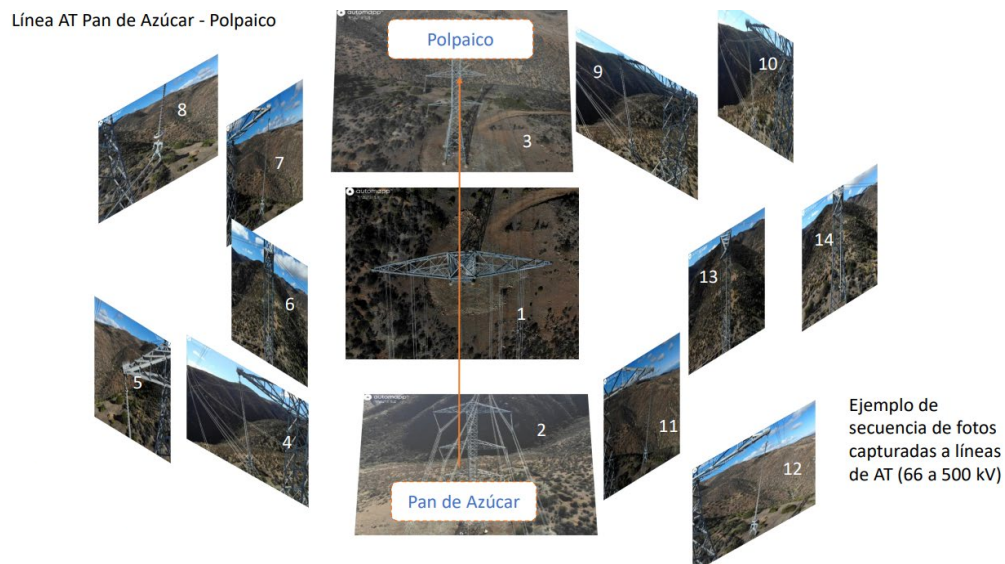


Ilustración 23: Secuencia de captura para levantamiento con dron

Etapa 2: Detección exhaustiva de anomalías y evaluación de su condición y riesgo

La Inspección estará orientada a resolver la problemática de Estructuras, Conductores, Vanos y otros aspectos indicados por Transelec. La evaluación se hará en forma detallada por estructura más vano de acuerdo con tabla de productos.

Los aspectos para inspeccionar y evaluar son:

Para los aisladores se capturarán fotografías que permitirán evaluar:

- a) Estado físico de los aisladores
- b) El estado de limpieza de los aisladores
- c) Aislación con excremento de pájaro
- d) Estado de recubrimiento de silicona a aislación de discos
- e) Posición y estado chavetas
- f) Corrosión en aisladores.

Las fotografías de detalle considerarán, entre otras vistas, las grampas de anclaje.

Para los conductores se capturarán fotografías que permitirán evaluar:

- a) Elementos extraños
- b) Hebras cortadas
- c) Estado físico, otras condiciones
- d) Amortiguadores de vibración de conductores y cable de guardia
- e) Cable de guardia normal.

Las fotografías de detalle considerarán, entre otras vistas, las uniones del conductor en ambos extremos, preformadas en conductor, y apoyo de amortiguadores.

Para la estructura se capturarán fotografías que permitirán evaluar:

- a) Ferretería de cadenas de aislación
- b) Ferretería de conductores
- c) Ferretería cable de guardia.

Para la estructura se capturarán fotografías y videos que permitirán evaluar:

- a) Acopio de materiales en la franja
- b) Construcciones en la franja de servidumbre
- c) Vegetación - árboles ubicados dentro de la franja de servidumbre
- d) Vegetación - árboles ubicados fuera de la franja de servidumbre.

Etapa 3: Geolocalización de los activos y anomalías

En la plataforma Automapp, se crearán los puntos geo-referenciados de cada una de las estructuras, identificadas con su propio número de estructura/poste.

Las fotografías de cada estructura serán cargadas al respectivo punto en la plataforma Automapp, y los videos del tramo E0 a E1 en la estructura E0, y así sucesivamente para el vano $E_i - E_{i+1}$ en la estructura E_{i+1} respectivamente. En las fotografías se indicarán los componentes, y en el caso de que éstas estén instaladas en alguna de las fases o cable de guardia, se mostrará un croquis previo, y cada imagen se etiquetará indicando el tipo de componente, ubicación sobre la Fase en la que está instalada: Derecha, Media o Izquierda, o Superior, Media, Inferior según el tipo de estructuras o postación existente, su posición en el vano, anomalía detectada y condición.

Se asignará como evaluador, un ingeniero eléctrico senior con más de 10 años de experiencia en operación y mantenimiento de líneas eléctricas de transmisión y distribución, y que será el encargado de detectar las anomalías, realizar los comentarios por componentes etiquetando las imágenes con la convención descrita en el punto previo. Complementariamente al trabajo que realizará el evaluador, los videos y fotografías serán procesados para detectar hebras cortadas u otros objetos extraños encontrados en las líneas, usando algoritmos de detección de visión por computadora.

A continuación, se muestra la solicitud del cliente para la detección de anomalías:

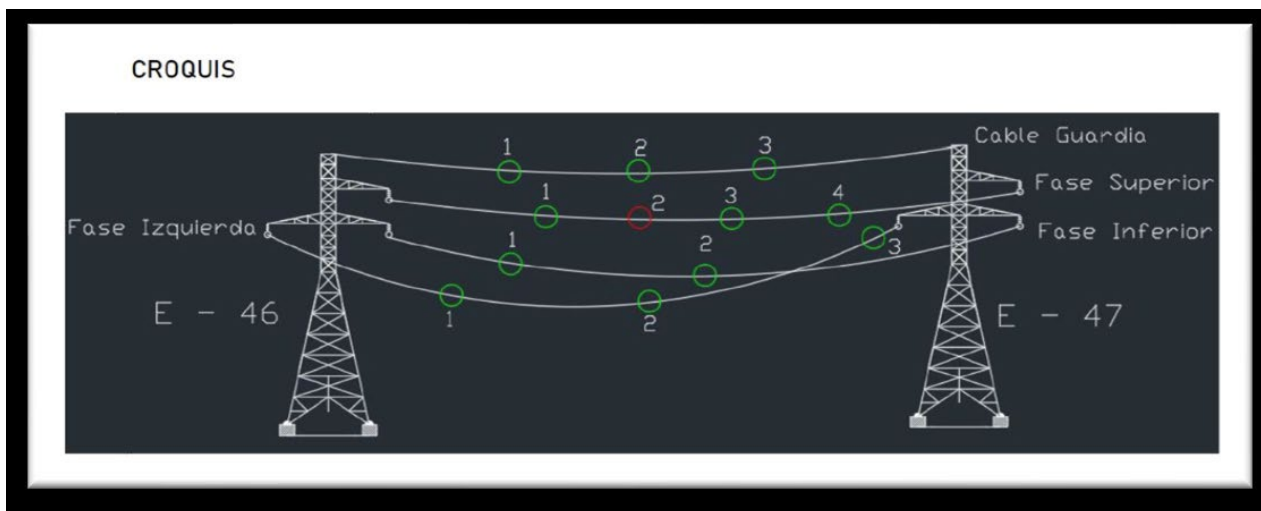


Ilustración 24: Detección de hallazgo de hebras cortadas

Etapa 4: Reportería accionable

La empresa proveerá información durante el desarrollo del servicio a través de la siguiente reportería:

Informe Final: Finalizado cada servicio de inspección y evaluación, se entregará a un informe técnico detallado con la totalidad de las observaciones detectadas durante la inspección y clasificación de anomalías en la evaluación.

Informe PDF por Estructura/poste: Se generará por estructura/poste y su respectivo vano, un informe de evaluación, que contendrá la evaluación realizada a en la plataforma Automapp. En este informe se incluirá fotos de alta resolución de cada uno de los ítems considerados en la revisión, debidamente etiquetadas, además de la evaluación, observaciones de las anomalías y sugerencias.

Planillas Excel: Además de lo anterior, se proveerá a Transelec de una planilla Excel con información de las anomalías y las evaluaciones, para su rápido procesamiento.

Archivos digitales: Se entregará un archivo digital con las imágenes sin editar y videos de la zona inspeccionada.

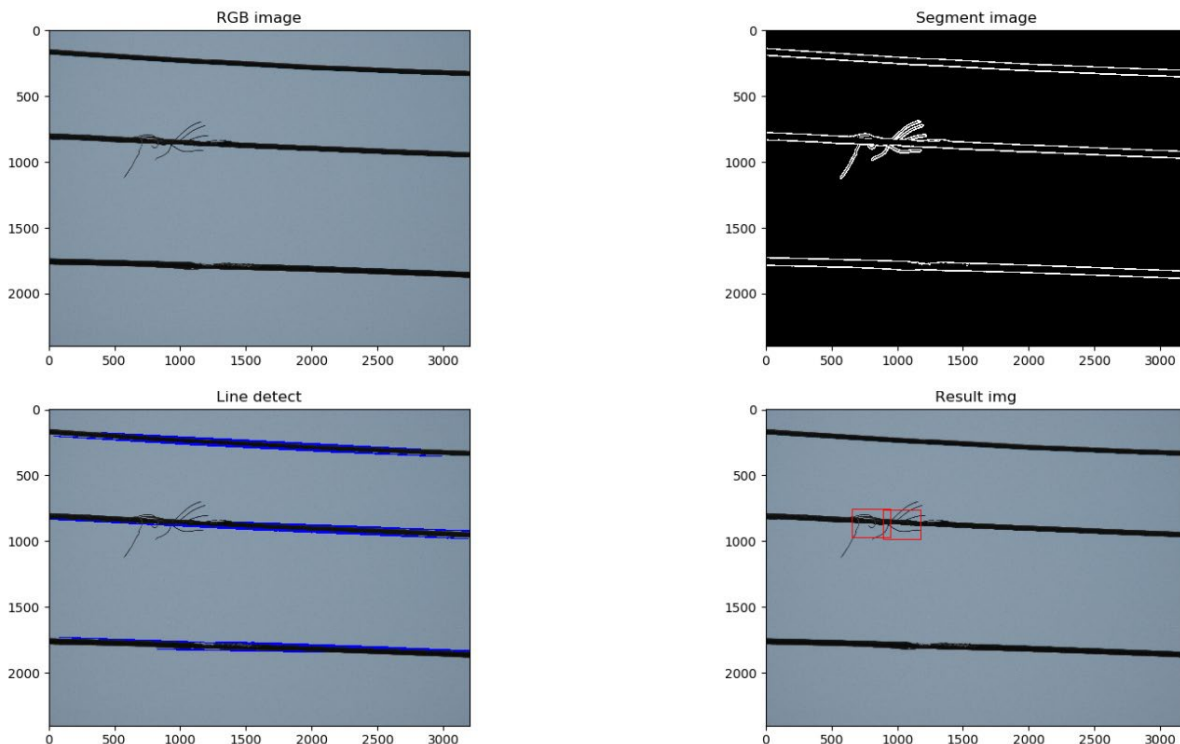


Ilustración 25: IA detectando hebras cortadas

Visualización en Plataforma Automapp: El personal autorizado por Transelec podrá observar las fotografías y videos en la plataforma, acceder en forma visual a las evaluaciones por estructura y vano, con anticipación a la entrega del informe y reportes finales, en la medida que las capturas se vayan subiendo a la plataforma y se vayan evaluando.

Dentro de la oferta, se contempla una capacitación gratuita por video conferencia al personal autorizado Transelec, para acceder a la información de interés en la plataforma. El personal autorizado por Transelec tendrá acceso a la Plataforma Automapp durante todo el período del servicio y hasta un mes posterior a la entrega del último Informe Final.

2.4. Tiempos de entrega

El informe final será entregado en formato .pdf digital, después de haber cargado en plataforma toda la información asociada a una determinada línea, o tramo respectivo, y tendrá 5 secciones.

En la primera, se mostrará un resumen ejecutivo con una “visión global” de los resultados obtenidos, incluyendo un cuadro con la distribución de cantidades de anomalías por condición, ordenadas de mayor a menor prioridad, y gráficos de torta indicando porcentajes de participación de las anomalías por condición.

En la segunda, se mostrará cuadros resumen por anomalías identificándolas una a una por categoría, ordenadas por condición y prioridad, de mayor a menor, indicando componente, estructura/ poste, Fase, posición de la Fase, condición, comentarios y sugerencias. Además, se mostrarán por categoría, y en el mismo orden en que fueron listadas, imágenes de alta resolución debidamente etiquetadas indicando con precisión donde están ubicadas.

En la tercera, se mostrará un resumen de las anomalías detectadas por vano.

En la cuarta, se mostrará un análisis comparado entre inspecciones mensuales, indicando las variaciones entre la inspección actual y las inspecciones pasadas, indicando qué anomalías fueron corregidas, cuales se han agravado, cuantas han mantenido su condición y cuales corresponden a nuevas observaciones, reevaluando el potencial riesgo de falla por corte de conductor u otro tipo de falla operacional. Esto siempre y cuando se tenga la información necesaria.

En la quinta y última, se mostrará las conclusiones y recomendaciones necesarias de acuerdo con la criticidad de cada una de las condiciones detectadas, que puedan generar riesgo de interrupción de suministro u otro tipo de falla operacional más sugerencias relevantes.

Adicionalmente, las imágenes de las anomalías detectadas en el estado del conductor, boca de las grampas de anclaje, uniones de conductor (ambos extremos), prefabricadas en conductor, apoyo de amortiguadores y ambos puntos de apoyo en balizas de

señalización aérea, las cuales tendrán una leyenda que indicará el vano (estructuras), el tipo de anomalía encontrada, y la condición correspondiente.



Ilustración 26: Ejemplo n°1 de hallazgo en plataforma

Para el caso específico de los vanos con balizas de señalización, se mostrará primero una imagen con el esquema del vano, indicando la numeración de las balizas presentes en cada una de las fases. De acuerdo con el esquema, se incluirá las imágenes de todas las anomalías encontradas con una leyenda que identificará el vano, el número de baliza y fase, el tipo de anomalía encontrada y la condición correspondiente.

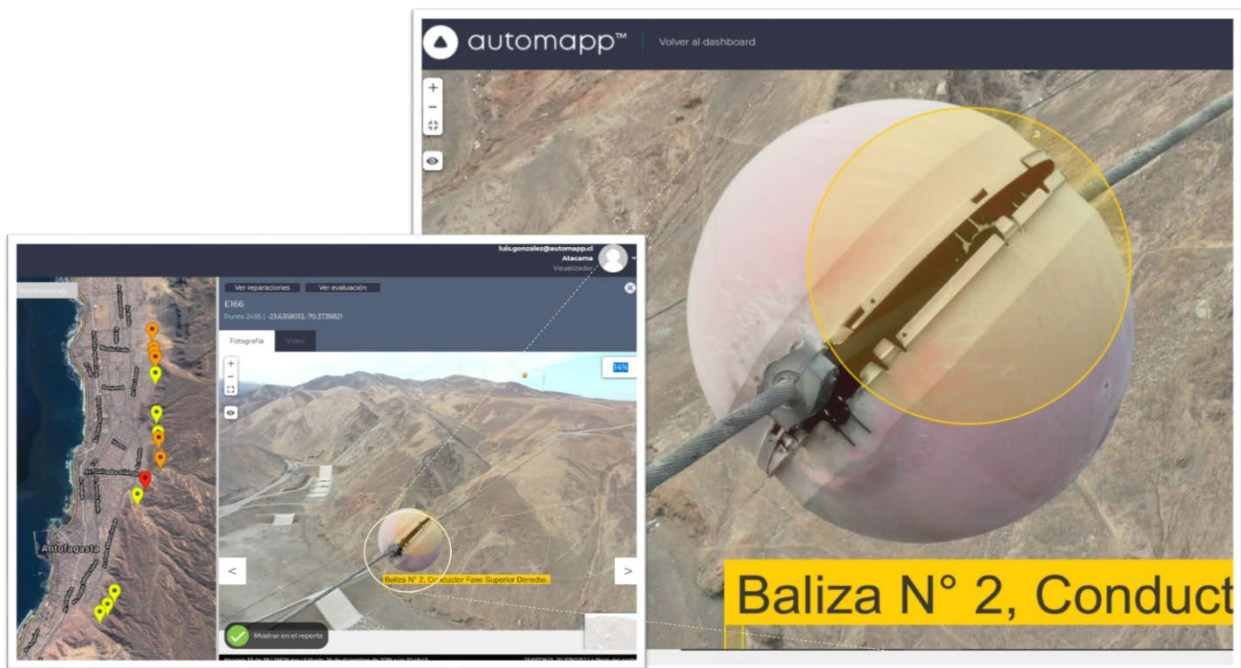


Ilustración 27: Ejemplo n°2 de hallazgo en plataforma

Capítulo 3: Planificación, determinación, cuantificación y valoración de los requerimientos técnicos y de RRHH

Al momento de planificar y desarrollar un proyecto como el de esta memoria, se debe tener un completo entendimiento de los recursos y las personas que se necesitan para poder llevar a cabo un proyecto de esta envergadura.

Por lo mencionado anteriormente, se procede en primer lugar a realizar una carta Gantt, con la finalidad de poder organizar y planificar las inspecciones de las redes eléctricas de Transelec. Luego, ya con esta información definida, se procede a evaluar el proyecto, estimando la cantidad de personas necesarias para la operación, evaluación y análisis de la información capturada, gestión y administración de los diversos procesos y para el control de calidad.

3.1. Creación Carta Gantt

La carta Gantt es un recurso muy conocido que se utiliza en la gestión de una gran variedad proyectos. El principal objetivo de este elemento es poder visualizar una gran cantidad de actividades en una línea de tiempo. En la carta Gantt, cada actividad se representa por una barra que indica el tiempo de inicio, duración y fin de dicha actividad, lo que se indica a través de la posición y longitud que dicha barra tenga.

Para el proyecto que se propone en la presente memoria, se decide realizar no una, sino cuatro cartas Gantt. Esto se debe a la cantidad de zonas existentes y la cantidad de kilómetros de red eléctrica que cada zona contiene. Las cuatro zonas son:

- Zona Central, cuya red eléctrica se extiende por 2.272 kilómetros.
- Zona Centro Sur, cuya red eléctrica se extiende por 4.339 kilómetros.
- Zona Norte Chico, cuya red eléctrica se extiende por 4.445 kilómetros.
- Zona Norte Grande, cuya red eléctrica se extiende por 1.460 kilómetros.

Esto significa que el proyecto de levantamiento para Transelec contempla una cantidad total de 12.516 kilómetros de red eléctrica. Esta cantidad de kilómetros implica tener una gran cantidad de personas en terreno y para poder llevar un mejor control por cada una de las cuatro zonas, se decide trabajar cuatro cartas Gantt de manera independiente.

A continuación, se presenta un extracto de la carta Gantt de la Zona Central:

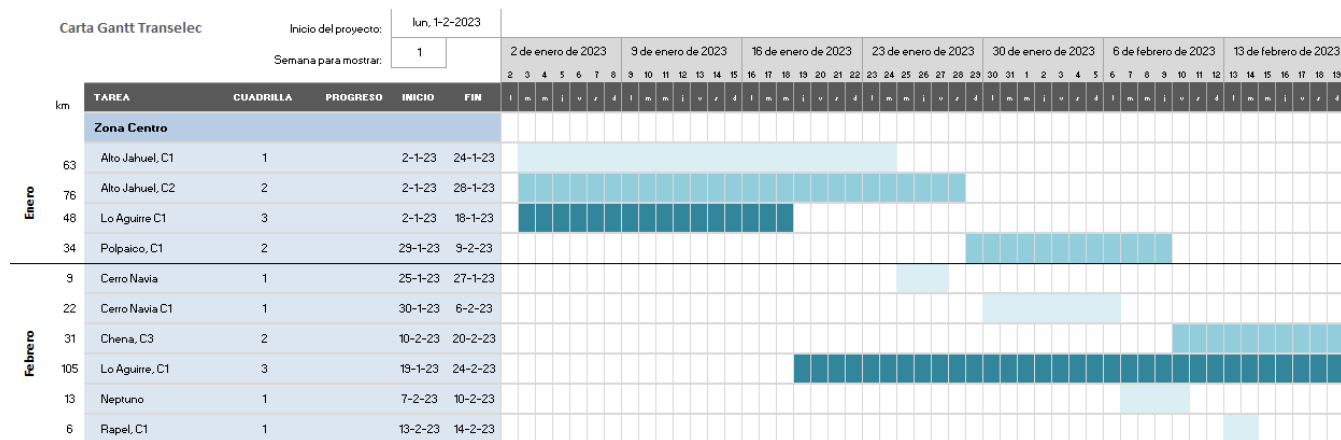


Ilustración 28: Extracto Carta Gantt Zona Centro

La creación de esta carta Gantt comienza con ordenar los alimentadores que deben ser inspeccionados mes a mes a lo largo de cada año para cada zona definida por Transelec. Una vez que se obtiene esta información, se procede a calcular el rendimiento diario de captura para cada una de las zonas. Este rendimiento puede variar ya que depende de varios factores, pero los principales son los descritos a continuación:

- Tiempo de traslado desde la residencia a la línea de alta tensión
 - Distancia
 - Accesos
 - Permisos
- Condiciones climáticas:
 - Viento
 - Precipitaciones
 - Temperatura
 -
- Campo Electromagnético (Interfiere con la conectividad entre el Smart Control y el dron).
- Pájaros
- Personas hostiles en terreno
 - Ataques al operador o asistente
 - Ataques al dron
- Permisos municipales
 - Accesos
 - Control Municipal
- Controles Policiales
- Controles Militares

Posterior al cálculo de los rendimientos por zona, se procede a calcular los días de trabajo que se necesitan para hacer la inspección del alimentador, para luego, cuantificar la cantidad de días de descanso que se le debe asignar a las personas de acuerdo con la cantidad de días trabajados. Una vez definida la cantidad de días que se necesitan para inspeccionar un alimentador, considerando días de trabajo y días de descanso, se procede a completar la carta Gantt.

Debido a las restricciones del cliente, las cartas Gantt se llenan de manera manual, las cuadrillas se van asignando de tal manera que se pueda realizar la inspección durante el mes solicitado por el cliente con un máximo de una semana de retraso según la flexibilidad que permiten los tiempos de captura.

Adicionalmente, se debe considerar que ninguna inspección debe comenzar un domingo. Esto debido a que la ley indica que;” Si trabajas un domingo, la empresa por ley, debe darte un día libre.” y “El día compensatorio que te corresponde por trabajar un domingo, no puede ser cuando tu empleador quiera, por ley debe ser dentro de los siete días siguientes al día trabajado.” (Mi derecho Laboral, s.f.) Por lo descrito anteriormente, es poco conveniente para la empresa, comenzar los trabajos un domingo, dado que, si los trabajos comienzan cualquier otro día, los días de fin de semana son considerados días de descanso.

La carta Gantt generada tiene una cualidad muy particular, la cual consiste en tener no una, sino dos líneas de tiempo. Esto se debe a que los diferentes alimentadores que se deben inspeccionar tienen cada uno un mes definido para ser inspeccionado, con una periodicidad que puede ser una, dos, cuatro o hasta seis veces al año.

Debido a lo mencionado anteriormente, es decir, la cantidad de restricciones de fechas por parte del cliente y debido a que esta memoria es previa a una licitación, no se justifica utilizar ningún método de optimización.

Otras razones por las cuales no se utiliza ningún método de optimización son:

- Los resultados que se obtenga a partir de modelos de optimización, generados a partir de este problema, pueden estar muy lejos de la realidad. Esto debido a que la cantidad de variables exógenas presentes en el problema no permiten llegar a una solución óptima que no varíe día a día, es decir, factores externos que no se pueden controlar y que afectan el desarrollo del proyecto diariamente. Estos factores se enlistan en la página anterior, como factores que afectan el rendimiento en la operación.
- En los proyectos que se realiza y debido a la cantidad de cambios que sucede diariamente, la coordinación del proyecto se realiza semanalmente: primero se realiza el plan general para la semana y luego se realiza planes alternativos, en caso de que no se pueda llevar a cabo la planificación semanal. En

proyectos similares, con clientes como Enel, se realiza una planificación semanal que tiene para cada cuadrilla múltiples planes de contingencia.

Con las cartas Gantt completas y cumpliendo con todos los requerimientos de tiempos que el cliente exige, se procede a trabajar las especificaciones y cuantificación de los recursos técnicos y humanos.

3.2. Especificación y cuantificación de recursos técnicos y humanos.

Para comenzar con las especificaciones y cuantificación de los recursos utilizados en este proyecto se comenzó por realizar 4 cartas Gantt, cada una para una zona en específico. Las cartas Gantt se realizan para poder identificar la cantidad de operadores funcionando en cada zona del país de manera simultánea y los recursos que cada uno de ellos necesitará para poder llevar a cabo esta labor. Cada carta Gantt se desarrolló enfocándose mes a mes en el avance de las inspecciones con la finalidad cumplir con los kilómetros especificados por zona requeridos por el cliente. Adicionalmente, se consideran rendimientos de inspección diferentes para cada una de las 4 zonas, debido a las distancias que se deben recorrer para llegar a los puntos de inspección, días de traslado desde su hogar hasta la zona de inspección, horas posibles de vuelo debido al viento, horas de luz y accesibilidad a las líneas que se deben inspeccionar. Todos estos factores fueron considerados al momento de determinar el rendimiento de cada cuadrilla por zona, para luego determinar la inspección que cada cuadrilla realizaría y la cantidad de cuadrillas necesarias para cumplir con los kilómetros de cada zona por mes.

La manera en la cual se traspasó la información obtenida de las cartas Gantt a la evaluación del proyecto, fue inicialmente con la cuantificación de operadores y asistentes necesarios para llevar a cabo la operación en cada zona. A partir de esto se continuó por definir el tipo de drones que se iba a utilizar en cada zona, que en este caso en particular es el mismo para las cuatro zonas. Una vez ya definida la cantidad de personas y los drones a utilizar en cada zona, se procede a evaluar los costos de captura y los costos de evaluación para toda la información que se captura en terreno.

A continuación, se presenta una figura explicando la función de la carta Gantt y como se obtiene valiosa información a partir de ella.

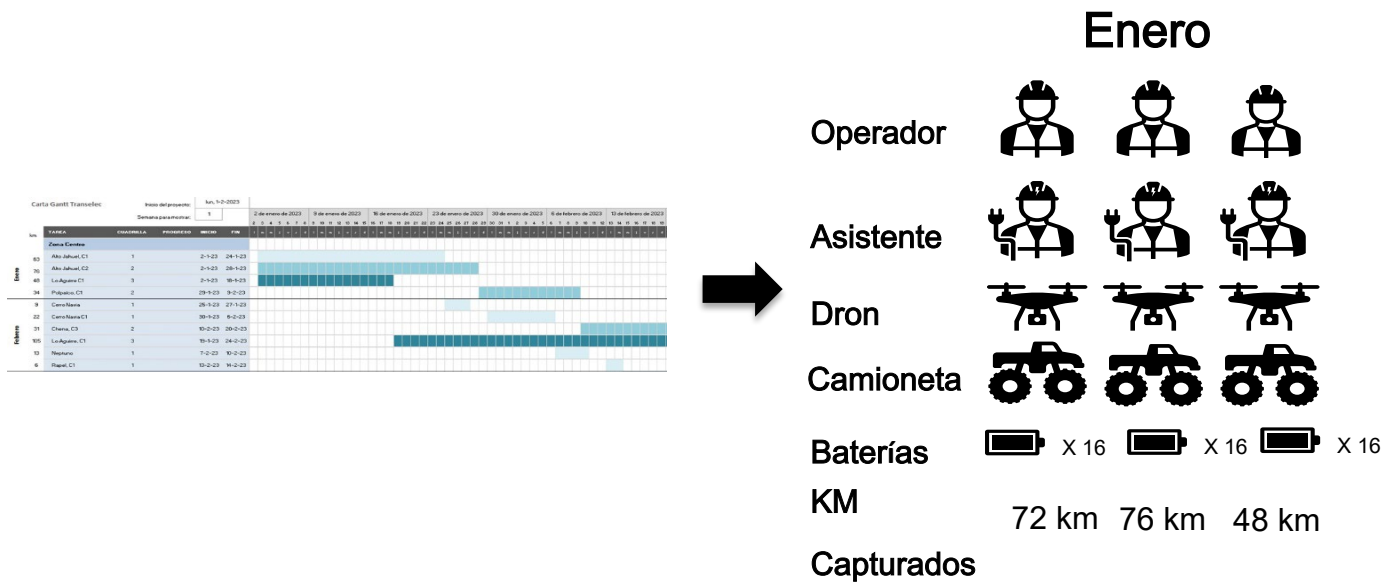


Ilustración 29: Ejemplo de la información que se desprende de la Carta Gantt

Como se puede apreciar en la figura anterior, la cantidad de información que se puede obtener de la carta Gantt es mucha, y no corresponde solamente al mes en el cual se captura una cierta línea de alta tensión, sino que se puede inferir de la misma la cantidad de cuadrillas, camionetas, drones, baterías y otros elementos necesarios para poder llevar a cabo el proyecto.

Es por esta razón, que el proyecto se inició con la confección de las cartas Gantt, para luego proceder con el costeo completo.

Describiendo la ilustración 26 y lo que se obtiene de ella, se puede observar que para el mes de enero en la Zona Centro se necesita 3 operadores, 3 asistentes, 3 drones, 3 camionetas, 48 baterías y se realiza un total de 196 km de línea de alta tensión. Para las otras zonas se utiliza la misma lógica, sin embargo, existe diferencias tanto en los rendimientos, cómo en las distancias que se necesita recorrer para llegar a la línea de alta tensión, las condiciones climatológicas que existen, los accesos disponibles para acceder a la línea, etc.

A continuación, se muestra una tabla que resume los resultados obtenidos a partir de las cartas Gantt:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Km inspección zona centro	221	186	190	198	294	192	136	0	275	365	209	6
Operadores	3	3	2	2	3	3	2	0	3	4	3	1
Km inspección zona centro sur	273	796	424	109	258	705	187	91	510	814	172	0
Operadores	3	9	6	1	3	6	2	1	5	9	2	0
Km inspección zona norte grande	294	305	136	0	81	61	87	305	136	0	55	0
Operadores	4	5	2	0	1	1	2	4	2	0	1	0
Km inspección zona norte chico	36	502	719	828	64	188	0	148	675	1168	117	0
Operadores	1	8	11	10	4	3	0	3	10	12	7	0
Total Operadores	11	25	21	13	11	13	6	8	20	25	13	1
Total KM	824	1.789	1.469	1.135	697	1.146	410	544	1.596	2.347	553	6

Tabla 3: Resumen de resultado Carta Gantt

En la tabla 3 se puede observar la cantidad de operadores que se requieren por zona y la cantidad de kilómetros que las cuadrillas deben capturar mensualmente por zona. Adicionalmente, se puede apreciar los meses más críticos para la operación, los que se identifican por la cantidad de operadores y drones necesarios para poder llevar a cabo la operación.

3.3. Presupuesto

El presupuesto necesario para llevar a cabo un proyecto de esta magnitud se define como el número de costos necesarios en los que va a incurrir la empresa para poder llevar a cabo el proyecto. En este caso en particular, se decide realizar un presupuesto diferente para cada zona, porque, aunque todas comparten una gran cantidad de costos, se diferencian por ciertos detalles que serán descritos en los costos técnicos y de recursos humanos, utilizados tanto en las etapas de captura como en la evaluación y procesamiento de material.

3.3.1. Costos de captura

Comenzamos definiendo el costo de captura, el cual está compuesto por los costos técnicos, como son el alojamiento y la bencina necesario para llevar a cabo la operación, más los costos de recursos humanos, que consistirían en el operador, el asistente y el supervisor de captura u operaciones.

Costos técnicos

Los costos técnicos de este proyecto son múltiples, por lo tanto, se va a ir desarrollando uno a uno para poder explicar por zonas, cómo varían y los supuestos que se consideraron para esta evaluación.

Alojamiento

El costo relacionado al alojamiento varía mucho según la zona. Esto se debe a que existe algunas, como la Centro, donde este costo puede ser cero, y existen otras como la Norte Chico donde este costo puede pasar a ser uno de los más relevantes de los costos de captura.

En la zona centro este costo es considerado igual a cero, ya que el grueso de los operadores y asistentes de la empresa viven en esta zona. De ahí que este costo no se considera en esta zona.

Zona	Enero			
	Centro	Centro Sur	Norte Grande	Norte Chico
Alojamiento	0	3.300.000	6.160.000	1.540.000
# Operadores y Asistentes	6	6	8	2
\$ diario por alojamiento p/p	0	25.000	35.000	35.000

Tabla 4: Costo de Alojamiento por Zona

Para las otras tres zonas, este costo si se considera, y va tomando una mayor relevancia a medida que nos alejamos de la capital, ya que es ahí donde se encuentran las oficinas de la empresa y, por lo tanto, se hace necesario trasladar a las cuadrillas a la zona de operación. Una razón por la cual no se considera contratar operadores en cada una de las zonas, es debido a dos razones, las capacitaciones y los sueldos que se pagan en cada zona.

Algunas de las razones por la cuales no se considera contratar operadores locales en cada zona, es debido a las capacitaciones necesarias y a los sueldos que se paga en cada zona.

Respecto de estos puntos, el estándar con el cual se trabaja en la empresa es tan alto, que no se permite cualquier tipo de capacitación para sus operadores, y la capacitación que se exige y tiene definida Ecodrones es realizada por un proveedor especializado, que sólo las realiza en la capital y nunca fuera de Santiago. Respecto de los sueldos que los operadores locales solicitan para realizar proyectos de esta índole, particularmente en las Zonas Norte Grande y Norte Chico, éstos son muy altos, debido a la importancia y fuentes de trabajo que ofrece la minería en dichas zonas.

EPP y uniformes

Los costos provenientes de los equipos de protección personal y uniformes ~~se~~ incluyen en un costo fijo promedio mensual, el cual considera un valor estimado por la prevencionista de riesgos de la empresa, quienes la responsable de la seguridad de sus trabajadores y de la presentación en terreno. Es por este motivo, que este valor se estima a partir de los costos mensuales provenientes de proyectos similares realizados por la empresa y la profesional experta en cuestión.

Los equipos de protección personal utilizados en terreno son los siguientes:

- Casco de seguridad
- Zapatos de seguridad dieléctricos con caña
- Antiparras protección UV oscuras
- Gorro con legionario

El uniforme que los trabajadores utilizan en terreno son los siguientes:

- Pantalones dieléctricos con protección UV
- Polera manga larga dieléctricos y con protección UV
- Polerón dieléctricos y con protección UV

Acreditaciones y capacitaciones

Este costo se realiza al inicio de cada proyecto y al inicio de cada año, en caso de que algún proyecto dure más de 12 meses. Las acreditaciones necesarias para prestar servicios a empresas se consideran como un costo debido a que una persona tiene que encargarse de reunir toda la documentación que el cliente necesita para aceptar trabajar con la empresa y las personas que en ella trabajan. En un proyecto como el que se describe en el actual informe, se debe acreditar a los operadores, asistentes, camiones, estándares, equipamiento de los drones y personas relacionadas con la administración del proyecto y de la empresa que presta el servicio. El costo de acreditaciones tiene que contemplar en algunos casos los exámenes médicos que solicite la empresa mandante, lo que en muchos casos corresponde a exámenes ocupacionales y test de alcohol y drogas.

Adicionalmente, existe el costo de capacitaciones, el cual involucra a los operadores y asistentes quienes deben pasar tanto pruebas de seguridad operacional llevadas a cabo por la empresa mandante, como las capacitaciones internas que mantienen vigente al operador y a su respectivo asistente.

Para calcular este costo se considera el máximo de cuadrillas por zona para ser acreditados y capacitados, ya que de esta manera no hay ningún trabajador que no se esté considerando en el proceso.

Traslado cuadrilla

El costo relacionado al traslado de las cuadrillas varía mucho según la zona, esto debido a que solamente se considera traslado de la cuadrilla al lugar de residencia hasta el lugar donde esa cuadrilla debe inspeccionar. Este costo no considera el desplazamiento diario de la cuadrilla para realizar la labor de captura de material. Es por este motivo que este costo no se considera para la Zona Centro, y sí se considera para las otras tres Zonas, y además aumenta directamente proporcional en la medida que se aleja de la capital producto de la distancia que se debe movilizar la cuadrilla desde Santiago hasta el lugar donde está realizando sus trabajos.

Zona	Enero			
	Centro	Centro Sur	Norte Grande	Norte Chico
Traslado cuadrilla	0	1.200.000	4.000.000	800.000
# Operadores y Asistentes	6	6	8	2
\$ traslado cuadrilla	0	100.000	250.000	200.000

Tabla 5: Costo de Traslados de Cuadrillas por Zona

Leasing operativo

El leasing operativo hace referencia al arriendo de vehículo, el cual se utiliza para llevar a cabo la operación, por un cierto período de tiempo. Es un costo muy relevante dentro de los costos técnicos de todas las zonas, ya que además de ser un costo de por sí, conlleva una serie de otros costos que serán descritos a continuación. Para este costo existen dos opciones: un vehículo normal que pueda llevar al operador, asistente y los equipos necesarios para operar, o una camioneta 4x4 que cumpla con la misma función, pero permite realizar trabajos en diferentes terrenos.

Los valores que se obtuvieron para este costo provienen directamente de los proveedores con los cuales actualmente se realiza trabajos, y quienes realizaron cotizaciones para este proyecto, entregando valores aproximados por zona.

Combustible de los vehículos

El costo de la bencina o petróleo está directamente relacionado con los vehículos utilizados en cada zona y con las distancias que se deban recorrer para poder llegar al lugar donde el dron inicia la operación. Las estimaciones que se realizaron para este proyecto se basaron en un proyecto realizado el año 2022 en condiciones y lugares similares a los presentes en este proyecto, por lo tanto, los costos relacionados al uso de bencina son los reales utilizados en la operación. Se considera el rendimiento estándar de cada vehículo que se utilizará para este proyecto y un costo de la bencina promedio para cada año.

Peajes

Este costo se considera dos veces por día ya que en más del 90% de las ubicaciones en donde se realizará trabajos, existe peajes y/o TAG en los caminos por donde se debe transitar. Se considera dos peajes diarios, ya que el primero es en camino a la ubicación de trabajo, en donde se encuentran durante todo el día hasta terminar la jornada, y el segundo es en el camino de regreso hacia su hogar o el lugar de alojamiento en las dependiendo de la zona en donde se encuentren realizando trabajos.

Seguros y permisos

Esta sección considera dos tipos de seguros, siendo éstos el seguro del dron y el seguro del leasing operativo.

Para el seguro del dron se debe considerar un cierto porcentaje del valor total del dron, que varía según cada compañía de seguros. En este caso en particular, el seguro que se tiene por parte de Ecodrones es equivalente al 16% del valor total del dron (este costo de 16%, es inferior al estándar del mercado y se consigue debido a que Ecodrones pertenece al mismo holding de Ecopter y se le entregaron condiciones similares por este motivo). Este costo se calcula en base a la cantidad de drones que se estima para poder llevar a cabo los trabajos en cada zona. Los seguros de dron son un requisito necesario para que los drones que tenga cierta empresa puedan ser utilizados con fines comerciales y se

cumpla con los requerimientos exigidos por la DGAC (Dirección General de Aeronáutica Civil).

El costo proveniente de los seguros del leasing operativo, dependen del tipo de vehículo que se necesite para realizar los trabajos y varía por zona. Por ejemplo, en la Zona Centro se puede utilizar cualquier tipo de vehículo que permita trasladar los equipos, lo que se puede lograr con un sedán o cualquier vehículo de mayor tamaño. En cambio, para las Zonas Norte, se necesita vehículos 4x4 (todo terreno) para poder moverse sin problema por los caminos que dan acceso a las torres de alta tensión los cuales, en su gran mayoría, no están pavimentados.

Seguimientos GPS

El seguimiento con GPS es otro de los costos que se desprenden a partir del leasing operativo. Es un costo que, es de bajo impacto en la evaluación del proyecto porque representa menos del 1% de los costos totales, pero tiene varios beneficios. Partiendo por el control de flota que permite monitorear en tiempo real la seguridad en la operación y mejorar la productividad, a través de una mayor eficiencia que se puede obtener con la información recopilada del seguimiento GPS.

Costos RRHH

El costo de recursos humanos proveniente de los costos técnicos se separa en 3, el operador, su asistente y el supervisor de captura. El operador y su asistente están siempre juntos en terreno, mientras que el supervisor realiza trabajos administrativos, y en caso de que ir a terreno, controla los trabajos que se están realizando.

El operador es el encargado de volar el dron y de llevar a cabo el trabajo en terreno. Es la persona encargada de que se realicen los trabajos, de que el vuelo sea seguro y de cuidar los equipos mientras estos estén siendo utilizados. Tiene otras tareas secundarias como desbloquear zonas de vuelo (el desbloqueo de zonas es un permiso que se le solicita a las DGAC, y se realiza a partir de una revisión previa al vuelo, en la cual se evalúa el pronóstico de las condiciones climáticas, el terreno en donde se volará y la cercanía a aeropuertos, recintos militares y zonas con restricciones de vuelo), actualizar el software de los equipos y cargar la información capturada en la plataforma que se esté utilizando.

El asistente es el encargado de conducir el vehículo de manera segura durante toda la operación, para lo cual tiene que reportar diariamente, antes de iniciar actividad, el estado del vehículo a través de una aplicación desarrollada internamente. En segundo lugar, es el encargado de que los equipos que se utiliza en terreno estén en óptimas condiciones para que el operador los ocupe, para lo cual tiene que ver el nivel de baterías del dron y de los controles inteligentes que se va a utilizar, la carga del paracaídas, el estado de las hélices, etc. Adicionalmente, es el encargado de realizar un chequeo previo al inicio de la operación, de los equipos a utilizar, los EPP que el asistente y el operador utilicen

en terreno y las condiciones existentes en terreno, tales como palomas, viento, cantidad de satélites disponibles para el vuelo, etc.

El supervisor es el responsable de coordinar todas las cuadrillas (compuestas por operador y asistente) para que los trabajos otorgados por el área de operaciones se puedan realizar de manera correcta. Tiene como objetivo minimizar el tiempo de captura a través de la correcta distribución de las cuadrillas. Adicionalmente, tiene que transmitir todas las dificultades operacionales que se vayan presentando, solicitar los recursos necesarios para que no se detenga la operación y pedir los permisos de acceso para que las mismas cuadrillas no pierdan tiempo en terreno.

3.3.2. Costos de Evaluación y Procesamiento

Comenzamos definiendo el costo de evaluación y procesamiento, el cual tiene en primer lugar los costos técnicos, como lo son en este caso la plataforma y la Inteligencia Artificial necesarias para llevar a cabo la evaluación y procesamiento, y en segundo lugar los costos de recursos humanos relacionados con: procesador, evaluador eléctrico, encargado de control de calidad, programador y el supervisor de procesamiento y evaluación.

Costos técnicos

Plataforma

El costo relacionado con la plataforma se da por 2 razones principales. La primera y la más importante, es el costo fijo que se tiene para que esta funcione, lo que se obtiene con varios servidores funcionando de manera paralela. En segundo lugar, están los programadores, quienes solucionan los problemas que se van presentando con el funcionamiento de la plataforma. Los problemas más comunes que solucionan son, falla de herramientas en plataforma, falta de espacio para generar reportes, lentitud en el funcionamiento de la plataforma, información cargada de manera errónea, entre muchos otros problemas.

IA

El desarrollo e implementación de modelos de inteligencia computacional conlleva tanto trabajo humano como cómputo por máquinas, y ambos son asimilados como costos del proyecto.

En la etapa de desarrollo se debe crear un set de datos etiquetados de acuerdo con el problema que se quiera abordar. A modo de ejemplo, para un modelo de detección de hebras cortadas se debe crear un set de datos donde para cada imagen se indique en qué sector se encuentra una hebra cortada. El etiquetado de datos es una tarea repetitiva, la cual debe ser realizada por una o más personas. Luego, los datos son utilizados para entrenar un modelo de inteligencia que aprenda de estos.

En la etapa de producción el modelo debe estar disponible para ser utilizado por clientes. Ecodrones, para disponibilizar el modelo, incluye a éste en la plataforma Auto-mapp la cual ya está asociada a cada usuario. El usuario ve el modelo como una herramienta que puede ser utilizada en cualquier momento del día, esto es posible gracias a que se tiene un computador continuamente funcionando para este propósito, tal como el computador encargado de que la plataforma haga lo propio.

Costos RRHH

Procesador de Imágenes

Luego de que el operador capture la información en terreno y la carga en el servidor online de la empresa, el procesador se encarga de descargar esta información para posteriormente clasificarla y verificar que cada torre de alta tensión tenga toda la información que se le comprometió al cliente ; luego se procesan en un software de desarrollo propio que traspasa las imágenes y videos a la plataforma.

Para este proyecto en particular, se considera más de un procesador en algunas zonas, debido a la capacidad que tiene cada procesador para clasificar las imágenes y posteriormente procesarlas para que se puedan ver y trabajar en la plataforma.

El costo de los procesadores es fijo y no depende de la cantidad de material que tengan que clasificar y procesar en plataforma. Se define tener los procesadores de manera fija mientras dure el proyecto, ya que en caso de que alguna de las zonas tenga mucho material, los procesadores de las otras zonas puedan apoyar y en el caso de que alguna zona no tenga material suficiente para sus procesadores, ellos pueden ayudar en el procesamiento de otras zonas y evitar que se genere un cuello de botella.

Evaluador eléctrico

El costo proveniente de la evaluación que se encuentra en plataforma se da debido a evaluadores eléctricos, es decir, expertos en inspección eléctrica quienes en muchos casos tienen más de 10 años de experiencia en el rubro. Estos expertos se encargan de evaluar la información existente en la plataforma, que fue cargada anteriormente por los procesadores, y buscan cualquier irregularidad en las imágenes capturadas de las torres de alta tensión.

A modo de incentivar a los evaluadores, se les paga por torre evaluada, lo que en base a los años de experiencia y los muchos proyectos que se ha llevado a cabo en ese tiempo, se determinó que esta forma de pagarle a los evaluadores conlleva un mayor rendimiento que el pago fijo de evaluación. Cada torre tiene un valor y a final de mes, se

suma la cantidad total de torres medidas por evaluador y eso se multiplica por el valor definido para la evaluación de una torre, lo que resulta en el sueldo de cada evaluador.

El equipo de evaluadores no se separa por zonas ya que toda la información está en un mismo lugar y lo único que hay que hacer es evaluar todo lo que se encuentre en plataforma.

A continuación, se presenta una tabla con los costos de evaluación para todas las zonas y sus principales factores:

Zona	Febrero			
	Centro	Centro Sur	Norte Grande	Norte Chico
Evaluadores eléctricos	3.281.850	4.054.050	4.365.900	534.600
Postes por km (postes/km)	3,3			
Conductores por km	2			
Costo x poste evaluado	4.500			

Tabla 6: Costos evaluación eléctrica

Control de Calidad

El costo proveniente del control de calidad se da por expertos que revisan tanto el material capturado como el material evaluado. El material capturado se revisa para poder cumplir con el estándar de calidad que se le ofrece al cliente, chequeando la resolución de las imágenes y videos, asegurándose que la cantidad de imágenes y videos sea la correcta y revisando que no existan problemas con la meta data de las imágenes.

Con relación a la evaluación, la persona encargada del control de calidad debe asegurarse que la evaluación realizada por los evaluadores sea correcta y cumpla con todos los requerimientos provenientes del cliente. Esto debe ser realizado de manera muy meticulosa, ya que es el último filtro antes de entregarle la información al cliente.

En caso de existir algún problema con lo que se le entrega al cliente, éste puede rechazar la información recibida y, por consiguiente, no se realiza la facturación por el trabajo realizado.

Programador

El costo por programador se da por tres motivos principales: solicitudes de clientes que deben ser adaptadas, desarrollo de inteligencia artificial con la incorporación de ésta a la plataforma, y la solución de los errores que se presenten en la misma.

El programador es el encargado de realizar reportes personalizados para cada cliente, el cual cumpla con esas especificaciones. Adicionalmente, el programador es el encargado de desarrollar inteligencia artificial, generando los data set con las etiquetas correctas para entrenar los modelos y luego monitorear su aprendizaje, hasta obtener un modelo que se comporte de la manera correcta.

Finalmente, el programador debe solucionar los problemas que vayan apareciendo en la plataforma en la cual trabaje, a modo de ir mejorando tanto la experiencia del cliente como de las personas que trabajan con la plataforma en la misma empresa.

Supervisor de Procesamiento y Evaluación

El supervisor de procesamiento y evaluación es la persona encargada de 3 tareas fundamentales, siendo la primera de ellas, la decisión de recapturar información.

La recaptura de información es un punto crítico en el proyecto completo, ya que es la principal falencia de las operaciones y la razón del por qué se retrasa la operación en todos los proyectos.

Existe un supervisor para cada zona y éste debe informar de la manera más inmediata si se debe realizar recaptura o no. La recaptura se debe a dos motivos: falta de información, la cual puede no haber sido cargada en su totalidad, o no haber sido capturada desde un inicio, y por otro lado la mala calidad de la captura, lo que no permite la correcta evaluación o no cumple con lo ofrecido al cliente. En ambos casos, se debe capacitar nuevamente al operador y asistente, para que no se siga cometiendo errores con la recaptura.

La segunda tarea del supervisor es velar porque se esté llevando a cabo de manera correcta, los diversos procesos que existe para evaluar correctamente la información capturada. Además, debe hacer un seguimiento diario de la cantidad de kilómetros que se está procesando, evaluando y a cuántos se les está haciendo su respectivo control de calidad. Esto se realiza para identificar cuellos de botella y asegurarse de que se esté cumpliendo los plazos comprometidos con el cliente.

La tercera tarea que realiza el supervisor es la de proponer mejoras en el proceso de evaluación o en la captura, mejoras en el tipo de vuelo, método de captura, calidad de las imágenes capturadas, metodologías para traspasar la información, herramientas para un control de calidad más rápido y eficiente, etc.

El rol del supervisor es clave para poder llevar adelante un proyecto de gran envergadura, manteniendo la calidad del producto o servicio que se le ofrece al clientes. Por este motivo, en Ecodrones, la persona con la mayor experiencia en el rubro eléctrico es la que supervisa todo el proceso y la evaluación, y es la que realiza las sugerencias de mejoras para los procesos de los cuales está a cargo los que afectan directamente el rendimiento de su área.

3.3.3. Inversión Inicial

La inversión inicial que requiere este proyecto se separa en dos, la inversión de captura y la de procesamiento.

La inversión de captura corresponde principalmente a la cantidad de drones que se requiere por zona para llevar a cabo la operación.

Como se puede ver en la sección “Especificaciones de Transelec”, la cantidad de kilómetros que debe ser capturada por zona varía mes a mes, lo que significa que cada zona va a requerir una cantidad diferente de drones mensualmente.

Por la razón anteriormente expuesta, la inversión de captura no se calcula por zona, sino que se evalúa para el proyecto completo y así se logra una eficiencia en términos de la cantidad de drones y equipos que se debe considerar en la inversión inicial de captura.

En el siguiente recuadro se puede observar la cantidad de drones que se utiliza mensualmente por zona y la cantidad máxima de drones que se utiliza en una zona.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Max por Zona
Zona Centro													
Drones	3	3	2	2	3	3	2	0	3	4	3	1	4
Zona Centro Sur													
Drones	3	9	6	1	3	6	2	1	5	9	2	0	9
Zona Norte Grande													
Drones	4	5	2	0	1	1	2	4	2	0	1	0	5
Zona Norte Chico													
Drones	1	8	11	10	4	3	0	3	10	12	7	0	12
Total Drones	11	25	21	13	11	13	6	8	20	25	13	1	30
Total KM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 8: Resumen de drones Requeridos Mensualmente por Zona

Se puede observar que se obtiene una eficiencia de 5 drones, ya que si se considera la cantidad de drones que se necesitaría independientemente por zona, sumaría un total de 30 drones para la inversión inicial de captura.

Al observar la cantidad máxima de drones que se utiliza, mes a mes, en todas las zonas, se debería considerar 25 drones, lo que resulta en una eficiencia debido a que los recursos pueden compartirse entre zonas. Esta eficiencia se ve reflejada en la inversión

Ene	
CLP\$ sin IVA	
Inversión inicial	833.797.274
Inversión Operacional	816.897.274
Inversión Zona Centro	137.367.731
Inversión Captura	134.667.731
RGBT	134.667.731
Depreciación	3.740.770
Inversión Procesamiento	2.700.000
RGBT	2.700.000
Inversión Zona Centro Sur	276.155.851
Inversión Captura	272.755.851
RGBT	272.755.851
Depreciación	7.576.551
Inversión Procesamiento	3.400.000
RGBT	3.400.000
Inversión Zona Norte Grande	169.325.443
Inversión Captura	163.925.443
RGBT	163.925.443
Depreciación	4.553.485
Inversión Procesamiento	5.400.000
RGBT	3.400.000
Inversión Zona Norte Chico	248.948.249
Inversión Captura	245.548.249
RGBT	245.548.249
Depreciación	6.820.785
Inversión Procesamiento	3.400.000
RGBT	3.400.000

Tabla 7: Inversión Inicial por Zona

inicial, disminuyéndola en 136MM de pesos, los que representa un gran ahorro al momento de querer llevar a cabo el proyecto.

Los drones que se deben adquirir y la inversión inicial por zona se muestran a continuación:

Zona	Enero			
	Centro	Centro Sur	Norte Grande	Norte Chico
Inversión por zona	108.830.408	244.868.418	136.038.010	217.660.816
# Drones	3	9	5	8
\$ Drone equipado	\$ 27.187.433			

Tabla 9: Inversión de Drones por Zona

La inversión inicial considerada para este proyecto es de 806MM de pesos, pero la mayor parte de esta inversión inicial se debe a la inversión a realizar en los drones y equipos que se necesitan para hacer la captura. La inversión que se requiere para llevar a cabo la captura equivale a un 98% de la inversión inicial total, es decir, casi 792MM de pesos.

Debido al tamaño de la inversión inicial, especialmente en drones y equipos, la depreciación pasa a ser un factor muy relevante al momento de evaluar el proyecto. Es por ello, que solamente se explicará esa depreciación.

Los drones tienen una vida útil estimada de aproximadamente 36 meses, lo que en este caso coincide con la duración del proyecto, por lo tanto, para calcular la depreciación se considera el valor de la inversión inicial por zona y se divide en los 36 meses de vida útil estimada que tienen los drones y equipos. Con esto se obtiene la depreciación, la cual, desde el punto de vista fiscal, reduce el monto sobre el cual se calcula los impuestos que debe pagarse (Ingresos antes de Impuestos).

3.4. Análisis de Riesgo

3.4.1. Matriz de riesgo

Los riesgos existentes en un proyecto de esta envergadura son muchos y muy variados. Por esta razón se hace necesario realizar una matriz de riesgo con la finalidad de poder identificar y tomar medidas preventivas que permitan el correcto funcionamiento de la operación en terreno.

A continuación, se muestra la matriz de riesgo:

Matriz de Riesgo		Impacto		
		Bajo	Medio	Alto
Probabilidad	Alta	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
	Media	Riesgo bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Baja	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo Medio

Amenaza y consecuencia potencial	Probabilidad	Impacto	Valoración Del	Acciones preventivas y de mitigación (plan)
Caída de dron provoca retrasos y riesgo operacional	Baja	Alto	Riesgo Medio	Dron de backup en cada zona y seguro para todos los drones.
Problema de accesos provoca retrasos	Alta	Bajo	Riesgo Medio	Tener planificado para cada cuadrilla un plan b y c.
Precipitaciones provoca retrasos o desvíos	Baja	Bajo	Riesgo Bajo	Ver pronostico y planificar utilizando esa información. Evaluar retraso o suspensión de actividades.
Accidente en traslado que puede afectar la salud de las personas y retrasos	Baja	Alto	Riesgo Medio	Charlas de seguridad semanales y seguimiento GPS para control de velocidad. Evaluar daño o suspensión de actividades.
Contagio COVID afecta la salud de las personas y retrasos	Media	Alto	Riesgo Alto	Tomar precauciones adecuadas, llevar un registro diario de equipos preventivos, vacunación. Evaluar retraso o suspensión de actividades.
Personas hostiles provoca retrasos	Media	Medio	Riesgo Medio	Charlas de seguridad semanales. Evaluar retraso o suspensión de actividades.
Recaptura que genera retrasos en la captura	Alta	Medio	Riesgo Alto	Capacitación para operadores y asistentes en metodología de captura y calidad de esta.
Emergencia de conflictos sociales provoca retrasos o desvíos	Media	Alto	Riesgo Alto	Seguimiento, programación y flexibilidad según variaciones. Evaluar retraso o suspensión de actividades.

Tabla 10: Matriz de Riesgo

Identificar los principales riesgos de la operación permite tomar conciencia de estos y poder capacitar al personal de operaciones para que en caso de adjudicarse la licitación todos estén preparados y se pueda minimizar la probabilidad de que sucedan estos riesgos.

3.5. Ingresos y Costos

La cuenta de Ingresos y costos, también conocida como cuenta de resultados, es un informe financiero que muestra los ingresos y gastos de una empresa durante un periodo de tiempo determinado, normalmente un trimestre, proyecto o año fiscal.

En este caso en particular, en la tabla 8, se hace referencia únicamente a los ingresos y costos del mes de enero. (Tabla de ingresos y costo completa en Anexo A.2)

Los costos que se tienen se distribuyen de igual manera que en la sección 8.3.1 y 8.3.2, pero cada una de esas secciones esta segmentada por zona. De esta forma se tiene el costo de la captura y el costo de procesamiento y evaluación, los que distribuyen normalmente en una razón 3 es a 1, siendo siempre mayor el costo de captura.

Los ingresos operacionales son un tema totalmente diferente, ya que este se determina por diversos factores que ayudan a calcular cuánto se puede cobrar por un cierto producto o servicio, pero finalmente es la empresa la que define cuánto cobrar. En este caso en particular se consideran 3 variables para definir el precio y por consiguiente, el ingreso. (Nagel & Müller, 2016)

Disposición a pagar del cliente

La disposición a pagar de cualquier cliente es el factor más difícil de conocer y no hay una fórmula matemática precisa con la cual se pueda calcular.

En este caso en particular, el factor más relevante para la empresa EcodronesAutomapp, es la disposición a pagar por Transelec. Esto debido a que una de las empresas dueñas de EcodronesAutomapp, participo en una licitación de menor tamaño que el proyecto evaluado en esta memoria, para la inspección eléctrica de la misma empresa para los años 2020 y 2021. Los requerimientos de la licitación no eran idénticos, pero sí similares para una inspección tecnologizada de redes eléctricas de alta tensión. En esta licitación, se logró avanzar hasta la última etapa de dicha licitación, pero se rechazó la oferta en la etapa final debido a que la disposición a pagar por el cliente en dicha oportunidad era menor que el precio ofrecido por la empresa.

Para poder comenzar a estimar la disposición a pagar de la empresa Transelec, se toma el siguiente supuesto:

P&L	Ene
CLPS sin IVA	
Margen Operacional	-118.183.530
Margen AT	-118.183.530
Ingreso Operacional	0
# km entregados	0
# km desfasados pago	0
\$ x km sin IVA	331.000
Costos Operacional	118.183.530
Costos Captura	84.633.530
Zona Centro	16.403.934
Zona Centro Sur	22.979.371
Zona Norte Grande	34.463.837
Zona Norte Chico	10.786.388
Costos Proc y Evaluacion	33.550.000
Zona Centro	8.300.000
Zona Centro Sur	9.600.000
Zona Norte Grande	7.400.000
Zona Norte Chico	8.250.000

Tabla 11: Extracto de Ingresos y Costos para enero

La disposición a pagar por Transelec para las inspecciones eléctricas puede variar con el tiempo, pero será menor o igual al valor ofrecido en la licitación de los años 2020 y 2021 ajustada al año 2022 por inflación y alzas en los costos en la operación o administración que puedan no verse completamente reflejados por la inflación. Por lo tanto, un rango de valores en los que se podría encontrar la disposición a pagar de Transelec es de 8 a 10 UF por kilómetros.

Costo

El costo de un proyecto es una buena referencia del precio mínimo al cual una empresa puede vender un producto o servicio. No es normal que una empresa venda al costo, ya que eso significaría no obtener ninguna ganancia, pero hay ocasiones en las que una empresa está dispuesta a vender un cierto producto o realizar algún servicio para mantener un flujo con el cual la empresa pueda continuar funcionando.

Continuando con una empresa normal, el costo de un proyecto se calcula para saber cuánto gastara la empresa llevando a cabo un cierto proyecto. Una vez que se calculan los costos de un proyecto, la empresa debe definir cuanto espera ganar realizando este proyecto y para eso se define un cierto margen de ganancia, con el cual se obtiene un valor total para dicho proyecto. Ese margen varía mucho con la situación económica mundial y local, las proyecciones de crecimiento del rubro, entre muchos factores.

Los costos del proyecto planteados en esta memoria se pueden ver de manera detallada en la sección de presupuesto 8.3, específicamente en las secciones 8.3.1, 8.3.2 y 8.3.3. En ellas se explican todos los costos que tiene el proyecto los que permiten a Ecodrones-Automapp conocer por adelantado los gastos que se tendrán al tener y disminuye la posibilidad de superar el presupuesto asignado sabiendo al detalle todos los costos que se pueden tener.

Finalmente, el costo del proyecto con Transelec es el que se muestra en la tabla 11 y es el mínimo que la empresa puede cobrar para llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, la empresa lleva años en el rubro y tiene márgenes mínimos establecidos para ciertos proyectos. Por lo tanto, el ingreso mínimo que se calcula a partir del costo es el costo más el margen definido para este rubro. El margen que la empresa define para este rubro es confidencial y por es motivo no se da una cifra exacta de cual es el margen por rubro.

Valor de mercado o servicio sustituto

El valor de mercado de los productos y servicios que ofrece Ecodrones-Automapp es difícil de medir, debido a que la oferta por es muy limitada en el mercado nacional y regional. Sin embargo, el valor de mercado se basa en lo que la competencia o el cliente valore el producto o servicio.

A nivel nacional, se trabaja con un valor por kilómetro para este tipo de inspecciones, el cual se ha ido ajustando según el tipo de requerimiento que cada cliente tenga. Para

poder llegar a un nivel de mercado, el mercado debe seccionarse por rubro para luego poder definir un valor por kilómetro para cada tipo de servicio que se ofrece.

En el rubro de energía en el cual se encuentra Transelec, el valor de mercado es diferente para empresas de distribución, generación y transmisión eléctricas. Esto se debe al tipo de red eléctrica que cada uno tiene, la ubicación de la red, los accesos para poder inspeccionar la red, el tamaño del mercado, etc.

Todos los factores mencionados menos el tamaño de mercado, son proporcionados por el cliente en la licitación y permiten calcular el valor de mercado de manera correcta. El tamaño del mercado para este rubro se calcula en base a la cantidad de kilómetros eléctricos que se puede inspeccionar considerando a todas las compañías que pertenecen a transmisión eléctrica dentro de este rubro.

En este caso, la información que tiene Ecodrones-Automapp del tamaño del mercado es confidencial debido a que se obtuvo en base a información proporcionada por diversos clientes.

Por último, el valor de mercado que se considera para este proyecto es un valor promedio debido a que Transelec es la empresa con la mayor cantidad de kilómetros de red eléctrica para transmisión en el país. Teniendo más de un 25% de los kilómetros totales del mercado. Es por este motivo en particular, que el valor de mercado para una empresa de este tamaño no puede escaparse del valor de mercado que Transelec y el resto de las empresas tienen como referencia.

El precio por kilómetro que se determinó en base a lo mencionado anteriormente es de 8,7UF para las inspecciones eléctricas de Transelec.

Capítulo 4: Evaluación de la factibilidad del proyecto

4.1. Flujos Ingresos

La única fuente de ingresos proviene de la inspección de redes eléctricas. Esta consiste en la captura de la información en terreno, la evaluación de esta información y finalmente la reportabilidad.

El ingreso varía mensualmente debido al valor por kilómetro de inspección eléctrica, que para esta evaluación se fijó en 8,7 UF por kilómetro. Además, fluctúa según la cantidad de kilómetros que se inspeccionan.

A continuación, se puede observar la tabla de flujo de ingresos:

	Unidad	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sept-23	oct-23	nov-23	dic-23
Ingresos Mensuales	\$MM	\$0	\$237	\$515	\$423	\$327	\$201	\$330	\$118	\$157	\$460	\$676	\$161

Tabla 12: Flujo de Ingresos

Los ingresos anuales totales son de \$600 millones de pesos.

4.2. Flujo de egresos

Los flujos de egresos o costos se dividen en costos operacionales y administrativos.

4.2.1. Flujo de costos operacionales

Los costos operacionales se pueden subdividir en dos tipos de costos: aquellos que derivan de la captura de información en terreno, lo que considera cuadrillas, vehículos de transporte, alojamientos, drones, entre otros elementos; y los costos de procesamiento y evaluación de la información capturada, lo que considera procesadores, evaluadores, supervisores, inteligencia artificial, etc.

Los costos operacionales corresponden a un total de 1.870 millones de pesos, lo que representa más del 85% del costo total del proyecto, sin considerar la inversión inicial.

A continuación, se muestra los flujos de costos operacionales mensuales, dividido por los tipos de costos mencionados y las zonas a inspeccionar:

	Unidad	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sept-23	oct-23	nov-23	dic-23
Costos Operacional	\$MM	\$118	\$236	\$234	\$160	\$131	\$135	\$92	\$106	\$194	\$248	\$168	\$47
Costos Captura	\$MM	\$84	\$184	\$169	\$104	\$84	\$94	\$48	\$72	\$149	\$185	\$101	\$14
Zona Centro	\$MM	\$16	\$16	\$11	\$11	\$16	\$16	\$11	\$1	\$16	\$21	\$16	\$6
Zona Centro Sur	\$MM	\$23	\$62	\$44	\$9	\$23	\$42	\$16	\$10	\$35	\$62	\$16	\$3
Zona Norte Grande	\$MM	\$34	\$40	\$18	\$2	\$10	\$10	\$18	\$34	\$17	\$2	\$10	\$2
Zona Norte Chico	\$MM	\$11	\$66	\$95	\$81	\$35	\$26	\$3	\$27	\$81	\$100	\$58	\$3
Costos Proc y Eval	\$MM	\$33	\$52	\$66	\$56	\$47	\$41	\$44	\$34	\$46	\$64	\$67	\$33
Zona Centro	\$MM	\$8	\$8	\$8	\$8	\$8	\$9	\$8	\$7	\$5	\$9	\$11	\$8
Zona Centro Sur	\$MM	\$10	\$18	\$24	\$15	\$10	\$15	\$19	\$11	\$12	\$21	\$20	\$9
Zona Norte Grande	\$MM	\$7	\$12	\$11	\$8	\$7	\$8	\$8	\$9	\$11	\$8	\$7	\$7
Zona Norte Chico	\$MM	\$8	\$14	\$22	\$26	\$22	\$9	\$10	\$8	\$17	\$25	\$30	\$9

Tabla 13: Flujo de Costos Operacionales

4.2.2. Flujo de Costos Administrativos

Los costos administrativo se pueden subdividir en tres tipos de costos: costos de arriendos, costos técnico administrativo y costos de RRHH administrativos.

Los costos de arriendo son aquellos que derivan de las oficinas que se requieren para el proyecto y la bodega que se utiliza para almacenar los drones y equipos del proyecto.

Los costos técnicos administrativos son aquellos que derivan de los correos y licencias necesarias para que todas las personas puedan realizar sus respectivas labores.

Finalmente, los costos de RRHH administrativos refieren a aquellos gastos asociados a remuneraciones del personal técnico y administrativo involucrado.

A continuación, se muestra los flujos de costos administrativos mensuales, dividido por los tipos de costos mencionados y su detalle:

	Unidad	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sept-23	oct-23	nov-23	dic-23
Egresos Administrativos	\$MM	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26
Costos Arriendos	\$MM	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3
Oficina	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Bodega	\$MM	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1
Costo técnico Administrativo	\$MM	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1
Licencias G-Suite	\$MM	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1
Costos RRHH Administrativos	\$MM	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22
Project Manager	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Prevencionista de Riesgo	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Administrador de Oficina	\$MM	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1
Ingeniero Medioambiental	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Lider de Operaciones	\$MM	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3
Líder Calidad de Evaluaciones	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Jefe Pilotos	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Gerente Producto	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Gerente Digital	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2
Gerente General	\$MM	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3
Gestor de Permisos	\$MM	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1
Recursos Humanos	\$MM	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2

Tabla 14: Flujo de Costos Administrativos

4.3. Flujo de caja del proyecto

Para la evaluación económica de este proyecto se considera la depreciación de los drones y sensores en un plazo de 3 años y la tasa de impuesto de primera categoría del 27%. Además, la tasa de interés para el préstamo es de un 4,89% anual.

	Unidad	Año 0	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sept-23	oct-23	nov-23	dic-23
Ingreso	\$MM		\$0	\$237	\$515	\$423	\$327	\$201	\$330	\$118	\$157	\$460	\$676	\$161
Costo	\$MM		-\$118	-\$236	-\$234	-\$160	-\$131	-\$135	-\$92	-\$106	-\$194	-\$248	-\$168	-\$47
Ganancia Bruta	\$MM		-\$118	\$1	\$281	\$263	\$196	\$65	\$238	\$12	-\$38	\$211	\$508	\$114
Costo administrativo	\$MM		\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26	\$26
Ganancia (pérdida) de actividades	\$MM		-\$144	-\$25	\$255	\$237	\$170	\$39	\$212	-\$14	-\$64	\$185	\$482	\$88
Intereses	\$MM		-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4	-\$4
Depreciación	\$MM		\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22
Ganancia (pérdida) antes de impuesto	\$MM		-\$170	-\$51	\$228	\$211	\$143	\$13	\$186	-\$40	-\$90	\$159	\$456	\$61
Impuestos	\$MM		\$0	\$0	\$62	\$57	\$39	\$3	\$50	\$0	\$0	\$43	\$123	\$17
Depreciación	\$MM		\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22	\$22
Ganancia (pérdida) después de impuesto	\$MM		-\$148	-\$29	\$189	\$176	\$127	\$31	\$158	-\$18	-\$68	\$138	\$355	\$67
Flujo de Caja Operativa	\$MM		-\$148	-\$177	\$12	\$187	\$314	\$346	\$503	\$485	\$417	\$555	\$910	\$976
Inversión Inicial	\$MM	\$809												
Capital de Trabajo	\$MM		-\$177											
Amortizaciones	\$MM		-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28	-\$28
Flujo de caja del proyecto	\$MM		-\$176	-\$232	-\$71	\$78	\$177	\$181	\$312	\$266	\$170	\$281	\$608	\$648

Tabla 15: Flujo de caja del proyecto

El horizonte del proyecto es a 3 años, manteniéndose constante en todo el periodo los kilómetros a inspeccionar, mientras que los ingresos y los costos se ajustan según el valor de la UF. Por este motivo y por simplicidad, se realiza únicamente el flujo de caja del primer año.

Se puede observar que, a partir del cuarto mes, se comienza a tener un flujo de caja positivo, finalizando el año con un 648 millones de pesos.

Aun cuando se ve como un proyecto muy rentable, en la sección de análisis de sensibilidad se presentan los riesgos que pueden afectar el éxito del proyecto y cuáles son los principales factores que podrían no hacerlo rentable.

4.4. Cifras de mérito (VAN y TIR)

A partir del flujo de caja realizado se calcularon dos cifras de mérito relevantes para comprender la factibilidad de este proyecto desde el punto de vista de un inversionista. Así el VAN calculado para el proyecto sería de 101 millones de pesos, lo que implica que el proyecto sería atractivo para un inversionista.

Por otro lado, respecto a la TIR, esta representa un 46% lo que reafirma el atractivo del proyecto para un inversionista.

Estos valores no son definitivos, ya que en la sección análisis de riesgo, se ven los principales factores que pueden hacer menos atractivo el proyecto para los inversionistas.

4.5. Estado de resultado

En función de los flujos calculados en las secciones anteriores, se realizó el ejercicio de estado de resultado, que se muestra a continuación:

	Unidad	2023
Ingreso	\$MM	\$3.604
Costo	\$MM	\$1.870
Ganancia Bruta	\$MM	\$1.735
<hr/>		
Costo administrativo	\$MM	\$315
Ganancia (pérdida) de actividades	\$MM	\$1.420
<hr/>		
Intereses	\$MM	\$50
Depreciación	\$MM	\$265
Ganancia (pérdida) antes de impuesto	\$MM	\$1.105
<hr/>		
Impuestos	\$MM	\$394
Ganancia (pérdida) después de impuesto	\$MM	\$976
<hr/>		
Ganancia (pérdida)	\$MM	\$976

Tabla 16: Estado de Resultado

La ganancia bruta corresponde a los ingresos provenientes de la operación y los costos asociados a la captura, evaluación y reportería de la información solicitada por el cliente. Este monto asciende a 1.735 millones de pesos para el año 2023.

La ganancia de actividades tiene un único costo asociado, siendo este el costo administrativo. Por lo que el nuevo monto considerando este costo asciende a 1.420 millones del mismo año.

La ganancia antes de impuesto considera intereses y depreciaciones de activos, por lo que el nuevo monto asciende a los 1.105 millones de pesos del mismo año.

Los impuestos pagados ese año corresponden a 394 millones de pesos, por lo que las ganancias después de impuesto ascienden a 976 millones de pesos.

Finalmente, el estado de resultado muestra una ganancia para el año 2023 de 976 millones de pesos para el año 2023.

4.6. Análisis de Sensibilidad

4.6.1. Metodología Análisis de Sensibilidad (Contreras & Cruz, 2006)

Esta metodología comienza definiendo un caso base, en este caso en particular se utiliza la evaluación de proyecto del año 2023 para el proyecto Transelec.

A partir del caso base, se definieron los factores de riesgo del proyecto, los cuales corresponden a los costos que pueden variar a lo largo del proyecto. Una vez identificados los factores de riesgo, se procede a definir un precio base, mínimo y máximo para cada uno de estos. Con estos valores ya definidos, se calcula el peor escenario para cada costo al 95% de confianza, utilizando la distribución triangular.

La fórmula utilizada para este cálculo se muestra a continuación:

$$\text{Precio peor escenario} = V_{max} - \sqrt{(1 - P) * (V_{max} - V_{Base}) * (V_{max} - V_{Min})}$$

Siendo V_{max} el valor máximo, V_{Base} el valor base, V_{min} el valor mínimo y P la probabilidad. El precio del peor escenario se calcula para cada factor de riesgo y generalmente es un valor mayor ya que representa un costo para el proyecto.

Posteriormente se estima una matriz de correlación entre todos los factores de riesgo, considerando 3 posibles valores de correlación: Alta (0,75), media (0,45) y baja (0,15).

Con las correlaciones ya definidas, se calcula el peor escenario del VAN con respecto al caso base, variando un factor de riesgo a la vez. Para obtener el VaR individual, se le resta al VAN del caso base, el VAN obtenido utilizando el peor escenario para el factor de riesgo.

Una vez calculado los peores escenarios, se procede a calcular el VaR del proyecto lo que resulta de la siguiente formula:

$$VaR = \sqrt{VI^T * \Omega * VI}$$

Siendo VI el vector de los factores de riesgos individuales y Ω la matriz de correlación.

Por último se calcula el porcentaje de seguridad, el cual resulta del cociente entre el VAN obtenido utilizando el peor escenario para el factor de riesgo y el VAN del caso base. Este porcentaje representa que porcentaje del VAN está asegurado ante un alza en el costo correspondiente al factor de riesgo. Este porcentaje se utiliza para identificar cuáles son los factores de riesgo de mayor relevancia para el proyecto.

4.6.2. Resultados del Análisis

La metodología utilizada para hacer el análisis de sensibilidad para esta evaluación de proyecto resultó en la identificación de 24 factores de riesgo, los que se pueden observar en la tabla n°17.

Una vez ya definido los factores de riesgo y su valor/ costo base, se procede a definir una correlación entre todos los factores de riesgo, se debe definir un precio base y un porcentaje de aumento y de caída para el valor base de cada uno.

Los factores de riesgo, su precio base, porcentaje de aumento, porcentaje de caída y peor valor con un 95% de confianza, se pueden observar a continuación:

ID	Factor de Riesgo	Precio a Usar	Precio Base	Aumento %	Caída	Peor Valor 95%
FR1	Alojamiento Zona Centro Sur	\$ 25.000	\$ 25.000	11,5%	0,0%	\$ 27.232
FR2	Alojamiento Zona Centro Norte	\$ 35.000	\$ 35.000	11,5%	0,0%	\$ 38.125
FR3	\$ EPP y Uniformes	\$ 100.000	\$ 100.000	11,5%	0,0%	\$ 108.929
FR4	Costo Traslado Cuadrilla Zona Centro Sur	\$ 100.000	\$ 100.000	11,5%	0,0%	\$ 108.929
FR5	Costo Traslado Cuadrilla Zona Norte Grande	\$ 250.000	\$ 250.000	11,5%	0,0%	\$ 272.321
FR6	Costo Traslado Cuadrilla Zona Norte Chico	\$ 200.000	\$ 200.000	11,5%	0,0%	\$ 217.857
FR7	Leasing	\$ 900.000	\$ 900.000	32%	0,0%	\$ 1.123.601
FR8	Leasing Zona Norte	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	32%	0,0%	\$ 1.498.135
FR9	Combustible	\$ 1.200	\$ 1.200	50%	-40%	\$ 1.620
FR10	Costo Operadores	\$ 1.700.000	\$ 1.700.000	11,5%	0,0%	\$ 1.851.785
FR11	Costo Asistentes RPA	\$ 900.000	\$ 900.000	11,5%	0,0%	\$ 980.357
FR12	Costo Supervisor Captura Zona Centro	\$ 850.000	\$ 850.000	11,5%	0,0%	\$ 925.892
FR13	Costo Supervisor Captura Otras Zonas	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	11,5%	0,0%	\$ 1.633.928
FR14	Precio Plataforma (\$)	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000	11,5%	0,0%	\$ 1.524.999
FR15	Precio IA (\$)	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	5%	0,0%	\$ 1.558.229
FR16	Precio IA (\$) 2	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	5%	0,0%	\$ 3.116.459
FR17	Procesadores de Imágenes	\$ 650.000	\$ 650.000	11,50%	0,0%	\$ 708.035
FR18	Costo Evaluador eléctrico	\$ 4.500	\$ 4.500	33%	0,0%	\$ 5.665
FR19	Costo Quality Assurance	\$ 700.000	\$ 700.000	11,50%	0,0%	\$ 762.500
FR20	Costo Supervisor Proc y Eval RGBT	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	11,50%	0,0%	\$ 1.089.285
FR21	Programador	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000	11,50%	0,0%	\$ 1.633.928
FR22	Costo Seguros Automotrices	\$ 100.000	\$ 100.000	11,50%	0,0%	\$ 108.929
FR23	Costo Precios GPS (\$/#)	\$ 15.000	\$ 15.000	0,00%	0,0%	\$ 15.000
FR24	Precio Por Cobrar	\$ 8,7	\$ 8,7	11%	-26%	\$ 7,8

Tabla 17: Factores de Riesgo

Una vez ya definida toda la información, se procede a calcular un escenario pesimista para el VAN y el VaR para cada factor de riesgo, obteniendo un porcentaje de seguridad para cada uno. Este porcentaje de seguridad hace referencia a la variación que tendría VAN, si con un 95% de confianza, se cumpliera el alza en el valor base de dicho factor de riesgo.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada factor de riesgo:

ID	Factor de Riesgo	VAN	VaR	% Seguro
Caso Base	Caso Base	\$ 101.322.792		
FR1	Alojamiento Zona Centro Sur	\$ 97.883.800	\$ 3.438.992	96,6%
FR2	Alojamiento Zona Centro Norte	\$ 91.933.459	\$ 9.389.333	90,7%
FR3	\$ EPP y Uniformes	\$ 99.228.469	\$ 2.094.323	97,9%
FR4	Costo Traslado Cuadrilla Zona Centro Sur	\$ 99.986.846	\$ 1.335.946	98,7%
FR5	Costo Traslado Cuadrilla Zona Norte Grande	\$ 100.968.603	\$ 354.189	99,7%
FR6	Costo Traslado Cuadrilla Zona Norte Chico	\$ 97.504.716	\$ 3.818.076	96,2%
FR7	Leasing	\$ 87.937.473	\$ 13.385.319	86,8%
FR8	Leasing Zona Norte	\$ 79.618.561	\$ 21.704.231	78,6%
FR9	Combustible	\$ 81.206.454	\$ 20.116.339	80,1%
FR10	Costo Operadores	\$ 81.186.637	\$ 20.136.156	80,1%
FR11	Costo Asistentes RPA	\$ 91.310.879	\$ 10.011.913	90,1%
FR12	Costo Supervisor Captura Zona Centro	\$ 100.613.961	\$ 708.831	99,3%
FR13	Costo Supervisor Captura Otras Zonas	\$ 97.570.158	\$ 3.752.634	96,3%
FR14	Precio Plataforma (\$)	\$ 96.652.848	\$ 4.669.944	95,4%
FR15	Precio IA (\$)	\$ 100.721.184	\$ 601.608	99,4%
FR16	Precio IA (\$) 2	\$ 99.147.352	\$ 2.175.440	97,9%
FR17	Procesadores de Imágenes	\$ 96.932.951	\$ 4.389.842	95,7%
FR18	Costo Evaluador eléctrico	\$ 66.411.580	\$ 34.911.213	65,5%
FR19	Costo Quality Assurance	\$ 96.128.352	\$ 5.194.440	94,9%
FR20	Costo Supervisor Proc y Eval RGBT	\$ 97.987.118	\$ 3.335.675	96,7%
FR21	Programador	\$ 97.437.337	\$ 3.885.455	96,2%
FR22	Costo Seguros Automotrices	\$ 100.138.313	\$ 1.184.480	98,8%
FR23	Costo Precios GPS (\$/#)	\$ 101.322.792	\$ -	100,0%
FR24	Precio Por Cobrar	\$ -176.279.859	\$ 277.602.651	-174,0%
	VaR Total (95%)	\$ 337.568.957	-233%	

Tabla 18: Resultados Análisis de Sensibilidad

Analizando los resultados obtenidos presentes en la tabla n°18, se puede apreciar que hay 5 factores de riesgo principales, siendo el más relevante el “Precio a Cobrar”.

Este factor de riesgo es el principal, ya que es el único que por sí solo puede hacer que el VAN sea negativo. El precio por cobrar puede variar el VAN en 277 millones de pesos, esto debido a que los ingresos del total del proyecto se deben al precio por kilómetro que se fije al inicio del proyecto, el cual puede estar entre las 7.4 y 10 UF por kilómetro.

El segundo factor de riesgo es el “costo evaluador eléctrico”, el cual puede afectar al VAN hasta en 35 millones de pesos. Esto se debe a que el valor que se le paga a cada evaluador eléctrico por evaluar la información de una torre de alta tensión tiene una tendencia al alza de un 33%. Este factor sumado a la cantidad de estructuras que existen en el proyecto se traduce en que el costo total de los evaluadores eléctricos, quienes significan más de un 20% de los costos totales del proyecto, sean el segundo factor de riesgo más relevante.

El tercer factor de riesgo es “Leasing Zona Norte”, el cual contiene a dos zonas, la zona norte grande y norte chico. Este factor de riesgo está directamente relacionado al costo significativo que el Leasing en estas dos zonas significa el alza que ha tenido este costo los últimos años.

El cuarto y quinto factor de riesgo tienen un porcentaje de sensibilidad idéntico, pero por motivos muy diferentes. Los factores de riesgo son “Combustible” y “Costo Operadores”, ambos con un efecto sobre el VAN levemente superior a los 20 millones de pesos.

El factor de riesgo “Combustible”, es un riesgo que siempre se debe tener en cuenta, especialmente con las alzas que ha tenido este producto durante el último año. Es un factor de riesgo que se ve afectado por eventos globales como las guerras, un ejemplo de esto sería la existente entre Ucrania y Rusia.

El factor de riesgo “Costo Operadores”, es un riesgo que afecta a todas las zonas por igual, debido a que los sueldos de los operadores son similares entre todas. Este riesgo es el principal costo operacional, representando más del 15% de los costos de todo el proyecto y teniendo una leve alza en años anteriores debido a la escasez de operadores, la cual ha disminuido en los últimos meses por el interés que se ha generado por el rubro.

Todos los factores de riesgo son importantes, por este motivo se realizó el cálculo de sensibilidad para todos, pero el principal foco y los esfuerzos de la empresa, tienen que estar en los factores que presenten un mayor riesgo al éxito del proyecto.

Capítulo 5: Modelo de Negocio

5.1. Modelo de Negocio Canvas

El lienzo del modelo de negocio Canvas es una gran herramienta que ayuda a entender un modelo de negocio de una manera directa y estructurada. El uso de este lienzo permite conocer a los clientes, qué propuestas de valor se ofrecen a través de qué canales y cómo esto le genera ingresos a la empresa. En este caso en particular, se utilizar el lienzo del modelo de negocio para comprender el modelo de Ecodrones-Automapp. (Osterwalder & Pigneur, 2010)

A continuación, se presenta el lienzo del modelo de negocio Canvas esta propuesta de valor:








<p>Socios Clave </p> <ul style="list-style-type: none"> - Ecocopter - Bbosch - Heliboss - Empresa leasing operativo 	<p>Actividades Clave </p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificación de la inspección - Inspección en Terreno - Evaluación y reportería eléctrica 	<p>Propuesta de Valor </p> <p>Realizar inspecciones tecnológizadas de las líneas eléctricas a través del uso de drones y helicópteros, disminuyendo los tiempos de las inspecciones, aumentando la calidad y el alcance de estas.</p>	<p>Relación con Clientes </p> <p>Demo de los productos que realizamos por el costo o gratis.</p> <p>Licitaciones</p> <p>Mostrar nuevos productos que sean innovadores para el cliente</p>	<p>Segmentos De Clientes </p> <ul style="list-style-type: none"> - Empresas de Transmisión Eléctrica - Empresas de Distribución Eléctrica - Empresas de Generación Eléctrica - Empresas de Mantenimiento de líneas Eléctricas - Empresas Mineras
<p>Estructura De Costos </p> <ul style="list-style-type: none"> - Sueldos - Gestión y desarrollo de la plataforma - Oficinas y bodegas - Leasing operativo y bencina - Alojamientos - Seguro de drones 		<p>Fuente De Ingresos </p> <ul style="list-style-type: none"> - Inspecciones eléctricas - Ingresos por licencia de software Automapp 		

Ilustración 30: Modelo de Negocios Canvas

Segmento de mercado

Los clientes en este segmento son específicos y todos tienen un aspecto en común, mantener su línea eléctrica o la de su cliente sin fallas en el suministro eléctrico.

Existen varios tipos de empresas y se pueden agrupar en 3 grupos como se indica a continuación:

- Generadores de electricidad, transmisores de electricidad y distribuidores de electricidad.
- Mantenedores de redes eléctricas.
- Mineras

El primer grupo forma parte de una red eléctrica completa, ya que existen empresas que generan electricidad, otras que transmiten dicha electricidad a las ciudades o fábricas, y las que distribuyen la energía a las personas para su consumo.

Este es el grupo con la mayor cantidad de kilómetros en sus líneas eléctricas, por lo que son un foco importante para la empresa.

El segundo grupo corresponde a las empresas que prestan el servicio de mantención de redes eléctricas, estas empresas son las que solucionan los problemas identificados en la inspección, es decir, arreglan los hallazgos encontrados con los drones y helicópteros.

Estos clientes no tienen como activo líneas eléctricas, pero al ser los mantenedores de estas, tienden a ofrecer el servicio de inspección y mantenimiento. Al ser empresas de mantenimiento, subcontratan los servicios de inspección de otras empresas especializadas y de esta manera se adjudican la gran mayoría de las licitaciones que exigen inspección y mantenimiento de líneas eléctricas.

El tercer grupo corresponde al de empresas mineras. No todas las mineras tienen líneas eléctricas propias, pero las más grandes en Chile si las tienen y en grandes extensiones.

Las empresas mineras son un cliente muy importante pero muy complejo, por este motivo, su disposición a pagar es la mayor del mercado y los hace un cliente muy deseado para este modelo de negocios.

Propuesta de valor

La propuesta de valor para este modelo de negocios es la siguiente:

“Realizar inspecciones tecnologizadas de las líneas eléctricas a través del uso de drones y helicópteros, disminuyendo los tiempos de las inspecciones, aumentando la calidad y el alcance de estas.”

El valor que le genera esta propuesta a los clientes es la tecnología que se le está incorporando a la manera tradicional de hacer las inspecciones, las que actualmente son pedestres. Está tecnologización de las inspecciones permite obtener una mejor calidad, a través de la mejora en la resolución de las imágenes capturadas en terreno, las cuales permiten una mejor evaluación. La mejoría se debe a que, con mayor resolución, los evaluadores eléctricos y la inteligencia artificial, pueden detectar una mayor cantidad de hallazgos, lo que resulta en un entregable mejor y más completo para el cliente.

Adicionalmente, esta tecnología permite realizar inspecciones en un menor tiempo en comparación a la opción pedestre. También, aumenta el alcance debido a la movilidad y velocidad de captura que tiene un dron y un helicóptero en comparación con una persona. Estas características agregan valor a los clientes porque permiten reportar ágilmente acerca de los distintos incidentes observados en sus instalaciones.

Canales

Los canales para llegar y relacionarse con los clientes son los siguientes. Equipo comercial, el cual está encargado de gestionar las interacciones con los clientes, mediante mails y llamados telefónicos, con la finalidad de dar a conocer los servicios ofrecidos, responder preguntas, facilitar la venta de estos y entregar soporte post venta. Página web de la empresa, con información de los servicios ofertados, sus beneficios y testimonio de clientes, junto con la información de contacto del equipo comercial. Finalmente se tiene presencia en ferias y exposiciones de Energía y Minería, las cuales atraen empresas del segmento de mercado, abriéndose la oportunidad de dar a conocer los servicios, sus beneficios y precios.

Los servicios que presta Ecodrones son dos, inspecciones y el software Automapp. Las inspecciones son un servicio que se presta en terreno y la información recolectada a partir de este servicio se entrega a través de la plataforma Automapp. La plataforma Automapp es un servicio que puede adquirirse por sí solo o puede ser incorporado al servicio de inspecciones, la forma en la cual se entrega dicho servicio es a través de un portal de acceso que lo único que requiere es internet para ingresar ser utilizado.

Relación con cliente

La relación con clientes para este modelo de negocios se puede representar con los siguientes dos fundamentos:

- Captación de clientes
- Fidelización de clientes

La captación de clientes se da a través de demostraciones de los productos que tiene la empresa, principalmente con levantamiento de un tramo corto de red eléctrica o de una presentación del tipo de vuelo en terreno con ejemplos de los resultados obtenidos. Estas demostraciones se realizan al costo o en algunos casos gratis dependiendo de su magnitud.

Una vez que ya se acuerda con el cliente, se procede a la etapa de la relación con el cliente, donde el principal objetivo es fidelizar. Esto se logra ofreciendo nuevos productos, más innovadores, que solucionen problemáticas que el cliente describe o que proyectos con similares características hayan presentado. En caso de ofrecer el producto más básico en inspección eléctrica, imágenes RGB, existen productos como imágenes térmicas o videos de hebras cortadas o Lidar, que son herramientas mucho más sofisticadas y muy utilizadas para los problemas de mayor criticidad que se encuentran en las líneas eléctricas.

Fuentes de ingresos

Existen dos tipos de fuentes de ingreso.

El primer tipo de ingreso es por la venta de la licencia del software Automapp, la cual tiene pagos anuales y semi anuales. La licencia tiene diferentes valores según la cantidad de herramientas que el cliente determine.

Algunos ejemplos son:

- Carga de imágenes RGB
- Carga de imágenes térmicas
- Carga de videos de alta resolución
- Formularios personalizados para evaluación eléctrica
- Inteligencia artificial para analizar y evaluar la información en plataforma

Todas estas herramientas permiten que el cliente pueda tener una mejor gestión de los recursos que se capturan en terreno, pero entre mayor sea la cantidad de herramientas que solicite el cliente, mayor será el valor de la licencia anual.

El mayor ingreso viene derivado del servicio de inspecciones eléctricas, las cuales son el fuerte de la compañía. El precio depende de la cantidad de kilómetros de línea eléctrica a inspeccionar y la zona geográfica en la que se encuentran, dado que requieren de distintos recursos según geografía. Adicionalmente, cada inspección puede requerir los mismos productos que se mencionan como herramientas en la plataforma, es decir, imágenes RGB, imágenes térmicas, etc.

Cada tipo de inspección tiene un cierto valor dependiendo del cliente, el rubro al cual pertenezca el cliente y la dificultad de la inspección solicitada.

Los métodos de pago para la licencia de la plataforma son dos, un pago anual o pagos mensuales. Los pagos en términos de las inspecciones se realizan una vez que se haya entregado el reporte final y este sea aceptado por el cliente, esto en caso de que las inspecciones sean por un periodo de tiempo igual o menor a 3 meses.

Para las inspecciones de mayor duración, los ingresos son mensuales en base al avance de las inspecciones y los entregables que se acuerdan con los clientes.

Recursos claves

Los recursos claves para ejecutar el modelo de negocios planteado son, en primer lugar, recursos físicos, que consideran los drones y helicópteros, puesto que son la herramienta con la cual se monitorea y se capta el estado de las líneas eléctricas. Sin estos elementos, al no contar con las imágenes, se imposibilita cumplir con la propuesta de valor y entregar cualquier tipo de hallazgo al cliente, razón por la cual se considera el recurso más importante del modelo.

En segundo lugar, se encuentran tanto operadores y asistentes como los evaluadores eléctricos, asociados a los recursos humanos del modelo. Este personal es fundamental para en primera instancia poder implementar el uso de los drones o helicópteros y así captar todo lo necesario en terreno al momento de realizar la inspección. Luego, una vez que ya se cuenta con todos los insumos, el evaluador juega un rol clave para realizar los análisis e interpretar cada hallazgo que se presente de manera correcta. En esta línea, el evaluador también genera los reportes con el informe de cada situación para presentarlo al cliente.

Por último, es indispensable contar con una plataforma que permita dar visualización a los usuarios de sus instalaciones con cada comentario de la inspección. Si bien existen diversas formas de mostrar la información, al ser una conexión directa con cada

empresa que se trabaja, es muy importante contar con una posibilidad ágil y fácil de manejar para que cada una pueda ver y analizar los resultados en todo momento sin un mayor conocimiento tecnológico.

Actividades claves

Las actividades claves del modelo de negocios planteado se pueden subdividir en tres etapas, la planificación, que considera la etapa previa a la implementación del proyecto, la inspección, haciendo referencia a las visitas a terreno y captura de la información y la etapa de evaluación, correspondiente al análisis de los hallazgos encontrados en la fase previa.

Dado que el modelo implica un alto nivel de personalización en cada proyecto, adaptándose a las necesidades y condiciones particulares de cada cliente, la planificación adquiere mucha relevancia, específicamente en el estudio y la elaboración de una propuesta para el cliente que satisfaga sus requerimientos y expectativas.

El siguiente paso es la inspección en terreno, etapa que considera todo lo relacionado con la captura de las imágenes de las líneas eléctricas, implicando en los casos más sencillos el arribo del personal con los drones, el vuelo de estos y la toma de fotografías de alta resolución. En casos de dificultad de acceso esta etapa considera los vuelos en helicóptero y la logística que los mismos viajes implican.

Por último, existe un proceso de evaluación de los hallazgos, donde un analista identifica y describe todas situaciones que se aprecian en las imágenes obtenidas, generando el reporte final de cada uno de ellos para entregarlos al cliente, ya sea como reporte o a través de la plataforma.

Asociaciones claves

Las principales asociaciones para un buen funcionamiento del modelo de negocios son las siguientes:

- Ecocopter

Esta empresa pertenece al mismo holding de Ecodrones y presta servicios con helicópteros, los que son necesarios para poder cumplir con la propuesta de valor que se presenta. Es un socio clave al momento de prestar servicios con helicópteros ya que permite tener disponibilidad y un mejor precio. (Ecocopter, s.f.)

- Bbosch

Bbosch es una empresa que realiza mantenimiento eléctrico, proyectos de ingeniería de alta precisión y fabricación de estructuras metálicas industriales. Es un socio estratégico debido a su presencia en todas las regiones del país, lo que permite tener bodegas con los equipos necesarios en cada región y facilita el recurso humano de asistente en la operación de inspección tecnológica. (Bbosch, 2022)

- Heliboss

Empresa distribuidora de drones y equipamiento de drones, prestan servicio de mantención y de repuestos. Debido a la cantidad de drones que se deben adquirir para sostener el modelo de negocios y la necesidad de tener un servicio ágil en caso de presentar fallas en los equipos para poder continuar con las labores de la manera más pronta posible. (Heliboss Enterprise Dealer Chile, 2021)}

- Empresa de Leasing Operativo de vehículos

El leasing operativo de vehículos para un proyecto de gran envergadura es fundamental, esto debido a la relevancia que tiene en la operación y en los costos. Tener como socio clave a una empresa que pueda proveer este tipo de servicios, tiene como principal beneficio una disminución en los costos y la opción de poder reaccionar ante un aumento brusco de la demanda por inspecciones, las que necesitan de vehículos para que la operación pueda funcionar.

Adicionalmente, este socio estratégico permite poder reaccionar a problemas que se van presentando día a día en la operación, facilitando un vehículo de reemplazo o un servicio técnico que permita restaurar la operación de la manera más rápida posible.

Estructura de costos

Dentro de los costos asociados al modelo se encuentran los sueldos del personal, incluyendo tanto a operarios, administrativos y analistas, todos necesarios para poder llevar a cabo las actividades claves. Por otra parte, se aprecian los gastos asociados a la infraestructura que se requiere, donde en el ámbito operativo se consideran el alojamiento para las inspecciones en terreno en las zonas lejanas y las bodegas para guardar todos los implementos. Y en el ámbito de análisis y planificación, se incurre principalmente en el arriendo de oficinas.

Otras consideraciones para este ámbito son los desarrollos de la plataforma, donde constantemente se debe realizar mantenciones y mejoras para mantener un servicio de visualización de primer nivel. Por último, existen egresos operativos como la bencina para el transporte de personal y equipos y también el pago de seguros para los drones en caso de accidentes o pérdida de uno de ellos.

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

Para concluir todo el trabajo realizado a lo largo de esta memoria, la cual tiene como objetivo determinar la factibilidad técnica y económica de realizar el levantamiento de las redes eléctricas de Transelec utilizando drones y helicópteros, se realizó una evaluación de proyecto y se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Los requerimientos de Transelec para este proyecto hacen necesario que se tenga que definir 4 zonas de inspección para el total de las líneas y estas tengan que ser inspeccionadas en paralelo para poder cumplir con los tiempos solicitados.

Debido a las ubicaciones de las redes eléctricas y a su extensión, no se puede realizar una inspección únicamente con drones, hay que utilizar helicópteros equipados para poder realizar el 100% de las inspecciones ya que no hay accesos que permitan acercarse lo suficiente a la línea eléctrica que debe ser inspeccionada volando drones.

Se logra determinar, cuantificar y valorar a los 25 drones y más de 100 personas necesarias para poder llevar a cabo el proyecto, considerando todos los equipos para el correcto funcionamiento de la captura de la información, la evaluación de esta y la reportaría que se le debe hacer al cliente. Además, se logran identificar todos los costos asociados a los tres procesos mencionados, la inversión inicial que supera los 800 millones de pesos y definir el valor por kilómetro en base a: la disposición a pagar del cliente, los costos del proyecto y el valor de mercado del servicio que se está ofreciendo. Obteniendo un valor de 8,7 UF por kilómetro inspeccionado, el cual incluye su respectiva evaluación y reportaría.

Se diseña el modelo de negocio para Ecodrones con la propuesta de valor “Realizar inspecciones tecnologizadas de las líneas eléctricas a través del uso de drones y helicópteros, disminuyendo los tiempos de las inspecciones, aumentando la calidad y el alcance de estas”.

A partir de la definición del modelo de negocio para este tipo de proyectos, se recomienda tener principal foco en los socios clave. Esto debido a las eficiencias operacionales que se pueden obtener, tanto en costo como en rendimiento operacional. Considerando que los costos de captura operacional son cercanos al 60% de los costos totales del proyecto, tener un socio como Heliboss para la compra de drones, un socio como Ecopter para los servicios que requieran helicópteros, un socio como Bbosch que facilite asistente y bodegas en ubicaciones clave y un socio para el leasing operativo de los vehículos necesarios, permitirían disminuir considerablemente los costos.

Finalmente, la principal conclusión que se obtiene a partir de esta memoria es la factibilidad del proyecto que se plantea. Es factible llevar a cabo el proyecto planteado por Transelec.

Se cumple con proponer una solución viable, que permita la realización de la captura de información, su respectiva evaluación y la reportabilidad de la misma, a un valor que permita a la empresa tener rentabilidad del proyecto considerando las principales variables que pueden afectar al proyecto.

Como resultado del análisis de sensibilidad realizado, se obtuvieron los 5 factores de riesgo que más pueden perjudicar el VAN. De estos 5 factores, solamente uno de ellos puede hacer que el VAN sea negativo manteniendo todos los otros factores de riesgo invariables durante el proyecto, este factor es “Precio a cobrar” al cliente.

Debido a este resultado que se obtuvo a partir del análisis de sensibilidad, se recomienda enfocar todos los esfuerzos en poder fijar un precio mayor o igual a 8,7 UF por kilómetro de inspección de redes eléctricas. Logrando ese precio, el peor escenario que se podría tener considerando la mayor alza estimada en todos los factores de riesgo, el VAN pasaría de ser 101 a -10 millones de pesos, lo que para un escenario de riesgo conservador es un resultado positivo. Especialmente si se considera que es un proyecto que tendría un ingreso anual de aproximadamente 3.600 millones de pesos.

Como segunda recomendación a partir del factor de riesgo “Leasing Operativo” y el modelo de negocio generado, se recomienda tener un socio estratégico para poder disminuir los costos y asegurar disponibilidad en las diferentes zonas del país, ya que este es uno de los pocos factores de riesgo que se puede controlar con el correcto socio estratégico.

La recomendación final para Ecodrones basado en todo el trabajo realizado considerando la carta Gantt, la definición de los tipos de inspección, los rendimientos por zona, la cantidad de cuadrillas y drones por zona, los riesgos operativos que se presentan en la matriz de riesgo, la evaluación económica, el análisis de sensibilidad y los resultados obtenidos. Se recomienda hacer una propuesta a Transelec por la inspección completa de máximo dos zonas y no de todo el proyecto inicialmente, con el objetivo de realizar de la mejor manera posible estas dos zonas y luego poder seguir abarcando otra zona ya con un conocimiento mayor de cómo es realizar la inspección en una zona completa. Adicionalmente, se recomienda que la primera zona que se inspeccione sea la zona centro, debido a que es la zona donde se encuentra actualmente la empresa y es la zona con los menores costos debido a las sinergias que, por ejemplo, los alojamientos generan en esta zona para Ecodrones.

Bibliografía

Bbosch (2022). Obtenido de <https://www.bbosch.cl/compania/>

Brandessence Market Research And Consulting Private Limited . (21 de Septiembre de 2021). Obtenido de <https://www.prnewswire.com/news-releases/at-12-27-cagr-drone-market-size-to-hit-usd-40-9-bn-in-2027-says-brandessencemarket-research-301381269.html>

Bustillos Ramirez, A. C., & Pérez Lisboa, V. J. (17 de Mayo de 2015). *Sector electricidad*. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/12443/introduccion-a-las-lineas-de-transmision-de-energia-electrica/>

Chile Atiende. (s.f.). Obtenido de <https://www.chileatiende.gob.cl/instituciones/AU004>

Clase Ejecutiva UC . (16 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.claseejecutiva.uc.cl/blog/articulos/evaluacion-de-proyectos-paso-a-paso/>

CNE, (. d. (2017) *NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE SERVICIO PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN*.

Comisión Nacional de Energía, C. (2017). *NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE SERVICIO PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN*. Obtenido de https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/06/Norma-T%C3%A9cnica-de-Calidad-de-Servicio-para-Sistemasde-Distribuci%C3%B3n_vf.pdf

Contreras, E., & Cruz, J. M. (2006). *No más VAN: el Value at Risk (VaR) del VAN , una nueva metodología para*. Santiago.

Ecocopter. (s.f.). Obtenido de <https://ecodrones.cl/ecocopter-la-firma-de-helicopteros-de-eduardo-ergas-busca-nuevos-horizontes/>

Economipedia. (s.f.). Obtenido de <https://economipedia.com>

Gimenez, D. C. (s.f.). *Geocities*. Obtenido de http://www.geocities.ws/tecno_sanpablo/apuntes/Tec/tec-m3.pdf

Google Developers . (s.f.). Obtenido de <https://developers.google.com/kml/documentation/kmzarchives?hl=es>

Heliboss Enterprise Dealer Chile . (2021}). Obtenido de <https://heliboss.cl/4/quienes-somos>

Kenley, R., & Seppänen, O. (2010). *Location-Based Management for Construction: Planning, Scheduling and Control*. Abingdon, Inglaterra: Spon Press.

Mi derecho Laboral. (s.f.). Obtenido de <https://www.miderecholaboral.cl/>

Nagel, T. T., & Müller, G. (2016). *The Strategy and Tactics of Pricing*. Routledge.

OBS Business School. (24 de Abril de 2021). Obtenido de <https://www.obsbusiness.school/blog/van-y-tir-dos-herramientas-para-la-viabilidad-y-rentabilidad-de-una-inversion#:~:text=Las%20siglas%20VAN%20corresponden%20al,en%20recuperar%20su%20inversi%C3%B3n%20inicial>.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Generación de modelos de negocio*. Centro Libros Papf.

Rodó, P. (08 de Noviembre de 2020). *Economipedia.com*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-gantt.html#:~:text=El%20diagrama%20de%20Gantt%20es,independiente%20dentro%20de%20un%20proceso>.

Schroeder, R. G., Goldstein, S. M., & Rungtusanatham, M. J. (2011). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos* McGraw-Hill.

Transelec. (s.f.). Obtenido de <https://www.transelec.cl/>

Anexo A

A.1. Costos Zona Centro

Costos Técnicos	6.433.934	6.229.334	4.544.974	4.290.894	6.460.214	6.231.494	4.404.014	597.374	6.165.374	8.192.574	6.333.614	2.421.094	62.304.886
Alojamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# Operadores y Asistentes	6	6	4	4	6	6	4	0	6	8	6	2	
\$ diario por alojamiento p/p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EPP y Uniformes	600.000	600.000	400.000	400.000	600.000	600.000	400.000	0	600.000	800.000	600.000	200.000	5.800.000
# Operadores y Asistentes	6	6	4	4	6	6	4	0	6	8	6	2	
\$ EPP y Uniformes	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	
Acreditaciones y capacitaciones	1.800.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.800.000
# Operadores y Asistentes	8												
\$ Acreditación	100.000												
\$ Capacitación	100.000												
# Drones	4												
\$ Acreditación Drones	50.000												
Leasing Operativo	2.700.000	2.700.000	1.800.000	1.800.000	2.700.000	2.700.000	1.800.000	0	2.700.000	3.600.000	2.700.000	900.000	26.100.000
# Camionetas	3	3	2	2	3	3	2	0	3	4	3	1	
\$ mensual por camioneta	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	
Bencina	871.560	786.960	597.600	503.520	897.840	789.120	536.640	0	783.000	1.135.200	831.240	228.720	7.961.400
Km Traslado diario (km)	100	100	100	100	100	100	100		100	100	100	100	
Rendimiento Camioneta (km/l)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
\$ Combustible sin Iva (\$/l)	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	
TAG	1.320.000	1.200.000	920.000	760.000	1.320.000	1.200.000	840.000	0	1.140.000	1.600.000	1.260.000	380.000	11.940.000
Tags Diarios (#)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
\$ TAG (\$/#)	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	
Estacionamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estacionamiento diario (#)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
\$ Estacionamiento (\$/#)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	
Seguros y Permisos	897.374	897.374	797.374	797.374	897.374	897.374	797.374	597.374	897.374	997.374	897.374	697.374	10.068.486
# Drones	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Seguros Drones	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	149.343	
# Camionetas	3	3	2	2	3	3	2	0	3	4	3	1	
Seguros Automotrices	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	
Seguimiento GPS	45.000	45.000	30.000	30.000	45.000	45.000	30.000	0	45.000	60.000	45.000	15.000	435.000
GPS (#)	3	3	2	2	3	3	2	0	3	4	3	1	
Precios GPS (\$/#)	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	

Ilustración 31: Costos técnicos de Captura

Costos RRHH	9.970.000	9.850.000	6.970.000	6.810.000	9.970.000	9.850.000	6.890.000	850.000	9.790.000	12.850.000	9.910.000	3.830.000	97.540.000
Viatico	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
Operadores RPA	5.760.000	5.700.000	3.860.000	3.780.000	5.760.000	5.700.000	3.820.000	0	5.670.000	7.600.000	5.730.000	1.890.000	55.270.000
Costo Empresa Unit	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000	
Costo Viatico	220.000	200.000	230.000	190.000	220.000	200.000	210.000	220.000	190.000	200.000	210.000	190.000	
# Operadores	3	3	2	2	3	3	2	0	3	4	3	1	
Asistentes RPA	3.360.000	3.300.000	2.260.000	2.180.000	3.360.000	3.300.000	2.220.000	0	3.270.000	4.400.000	3.330.000	1.090.000	32.070.000
Costo Empresa Unit	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	
Costo Viatico	220.000	200.000	230.000	190.000	220.000	200.000	210.000	220.000	190.000	200.000	210.000	190.000	
# Operadores	3	3	2	2	3	3	2	0	3	4	3	1	
Supervisor Captura RGBT	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	10.200.000
Costo Empresa Unit	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	850.000	
# Operadores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Ilustración 32: Costos de RRHH de Captura

Costos Proc y Evaluación	8.100.000	8.381.850	7.912.100	7.971.500	8.040.300	9.465.900	8.001.200	6.519.600	5.100.000	9.183.750	10.520.250	8.342.750	97.539.200
Costos Técnicos	2.900.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	18.300.000
Costo Plataforma	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	16.800.000
Licencia (#)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Precio Plataforma(\$)	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000
Costo IA	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	18.000.000
Licencia (#)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Precio IA(\$)	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Costos RRHH	5.200.000	6.981.850	6.512.100	6.571.500	6.640.300	8.065.900	6.601.200	5.119.600	3.700.000	7.783.750	9.120.250	6.942.750	79.239.200
Procesador de Imágenes	1.300.000	1.300.000	650.000	650.000	1.300.000	1.300.000	650.000	650.000	0	1.300.000	1.300.000	1.300.000	11.700.000
Costo Empresa Unit	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000	650.000
# Procesadores	2	2	1	1	2	2	1	0	2	2	2	2	1
Evaluador Electrico	0	3.281.850	2.762.100	2.821.500	2.940.300	4.365.900	2.851.200	2.019.600	0	4.083.750	5.420.250	3.192.750	33.739.200
Postes por km (postes/km)	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Conductores por km	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Costo x poste evaluado	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500
Quality Assurance	1.400.000	1.400.000	2.100.000	2.100.000	1.400.000	1.400.000	2.100.000	2.100.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000	2.100.000	20.300.000
Costo Empresa Unit	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
# QA	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3
Supervisor Proc y Eval RGBT-MT	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	12.000.000
Costo Empresa Unit	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
# QA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Programador	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	18.000.000
Costo Empresa Unit	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
# QA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Ilustración 33: Costos técnicos y de RRHH Procesamiento y Evaluación

A.2. Flujo de Ingresos y Egresos

P&L	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	2023
CLP\$ sin IVA													
Margen Operacional	-118.183.530	36.406.190	357.510.740	325.984.620	244.362.440	94.919.220	287.404.570	29.320.690	-14.784.970	279.819.310	608.736.440	137.441.200	2.268.936.923
Margen AT	-118.183.530	36.406.190	357.510.740	325.984.620	244.362.440	94.919.220	287.404.570	29.320.690	-14.784.970	279.819.310	608.736.440	137.441.200	2.268.936.923
Ingreso Operacional	0	272.744.000	592.159.000	486.239.000	375.685.000	230.707.000	379.326.000	135.710.000	180.064.000	528.276.000	776.857.000	185.029.000	4.142.796.000
# km entregados	0	824	1.789	1.469	1.135	697	1.146	410	544	1.596	2.347	559	12.516
# km desfasados pago	0	824	1.789	1.469	1.135	697	1.146	410	544	1.596	2.347	559	12.516
\$ x km sin IVA	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000	331.000
Costos Operacional	118.183.530	236.337.810	234.648.260	160.254.380	131.322.560	135.787.780	91.921.430	106.389.310	194.848.970	248.456.690	168.120.560	47.587.800	1.873.859.077
Costos Captura	84.633.530	184.101.410	168.681.610	103.739.730	84.567.810	94.187.330	47.653.330	71.700.810	148.770.570	184.706.090	100.667.610	14.036.650	1.287.446.477
Zona Centro	16.403.934	16.079.334	11.514.974	11.100.894	16.430.214	16.081.494	11.294.014	1.447.374	15.955.374	21.042.574	16.243.614	6.251.094	159.844.886
Zona Centro Sur	22.979.371	61.798.771	43.895.371	9.200.171	22.973.971	42.081.691	16.022.971	9.534.011	34.865.091	61.818.211	16.019.371	2.844.091	344.033.093
Zona Norte Grande	34.463.837	40.204.717	18.181.357	2.246.717	10.075.437	9.809.037	17.641.597	33.669.117	17.125.357	2.246.717	9.940.317	2.246.717	197.850.927
Zona Norte Chico	10.786.388	66.018.588	95.089.908	81.191.948	35.088.188	26.215.108	2.694.748	27.050.308	80.824.748	99.598.588	58.464.308	2.694.748	585.717.572
Costos Proc y Evaluacion	33.550.000	52.236.400	65.966.650	56.514.650	46.754.750	41.600.450	44.268.100	34.688.500	46.078.400	63.750.600	67.452.950	33.551.150	586.412.600
Zona Centro	8.300.000	8.581.850	8.112.100	8.171.500	8.240.300	9.665.900	8.201.200	6.719.600	5.300.000	9.383.750	10.720.250	8.542.750	99.939.200
Zona Centro Sur	9.600.000	17.704.050	24.120.600	14.546.400	9.868.650	14.781.300	18.719.250	11.026.950	12.301.350	21.223.500	20.337.900	9.454.200	183.684.150
Zona Norte Grande	7.400.000	11.765.900	11.279.250	8.119.600	6.750.000	7.952.850	7.655.850	8.691.950	11.279.250	8.119.600	6.750.000	6.916.750	102.681.000
Zona Norte Chico	8.250.000	14.184.600	22.454.700	25.677.150	21.895.800	9.200.400	9.691.800	8.250.000	17.197.800	25.023.750	29.644.800	8.637.450	200.108.250

Ilustración 34: Ingresos y Costos Operacionales del Proyecto