



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

DISEÑO DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA UNA STARTUP EN EL
MERCADO DE LAS APLICACIONES IoT/M2M A TRAVÉS DE
TECNOLOGÍA NANOSATELITAL

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

IGNACIA JESÚS NAVARRO LÉPEZ

PROFESOR GUÍA:
CLAUDIO ORSINI GUIDUGLI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ORLANDO CASTILLO ESPINOZA
JUAN ROMERO GODOY

SANTIAGO DE CHILE
2019

DISEÑO DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA UNA STARTUP EN EL MERCADO DE LAS APLICACIONES IoT/M2M A TRAVÉS DE TECNOLOGÍA NANOSATELITAL

El presente trabajo de tesis es parte de una reformulación de la estrategia de la empresa Aurora Space, y tiene como objetivo general diseñar un plan de negocio para la startup en el mercado de la comunicación IoT/M2M a través de tecnología nanosatelital.

Para lograr el objetivo, el trabajo se divide en 4 partes: Análisis interno de la compañía, investigación de mercado (con el objetivo de encontrar alguna(s) oportunidad(es) de negocio para la empresa), diseño de un modelo de negocio a partir de una oportunidad de negocio identificada y evaluación financiera del modelo de negocio propuesto.

La investigación de mercado es realizada en las industrias minera, agrícola y forestal, y gracias a ésta se identifican 22 casos de uso de soluciones de comunicación IoT/M2M a través de tecnología satelital, de los cuales 7 representan una oportunidad de negocio para la organización.

Se decide trabajar sobre la oportunidad “Alerta temprana de incendios”, en base a la que se diseña una solución de monitoreo de temperatura, humedad y anhídrido carbónico de los bosques de pino y eucalipto, por medio de sensores conectados a través de tecnología nanosatelital.

Este servicio está diseñado para ser ofrecido a empresas forestales con plantaciones mayores a las 500 hectáreas dentro del terreno nacional, y tiene un precio de \$7.000 pesos chilenos por hectárea monitoreada durante los primeros 2 años de servicio, y luego el precio disminuye a \$5.000 pesos por hectárea.

La evaluación económica del proyecto entrega un VAN positivo de CLP\$891.872.693 a 5 años y una TIR infinita (dado que no existe inversión inicial de la empresa), concluyendo que es un proyecto rentable y atractivo económicamente.

A mi papá, motivador y referente.

Agradecimientos

A mis padres, Marta y Juan, por todo, pero en particular por darme la oportunidad de estudiar en la universidad, por darme la libertad de cumplir mi sueño de estudiar en la Universidad de Chile, y por todo el esfuerzo y sacrificio que implicó.

A mis 3 hermanas, Meme, Pachi y Clota, por darle siempre ese toque de camaradería, complicidad y locura a mi vida.

A mi tía Yiyi y a la Ocha, por mimarme y porque con su compañía y apoyo me hicieron sentir en casa donde quiera que estuviese. Y a toda la familia López por el apoyo a la distancia.

A la familia Pérez-Ruiz, por recibir en su casa a esta niña del sur y tratarla como un miembro más de la familia. En especial a Pilar, gracias por cuidar de mí como a una hija.

A mis amigos del sur, en especial a Catalina, Cristóbal, Camila, Loreto y Valentina, por el apoyo incondicional, todas las aventuras y por conocerme y aceptarme tal cual soy.

A mis amigos de El Peluka y de Plan Común. En especial a mi amiga Maitane Balsebre, gracias por acompañarme y ser mi partner en este camino, y a toda la familia Balsebre-Cajiao, por su cariño y preocupación. A mi amigo Tomás Ferrer, el único hermano del clan Navarro.

A todos mis amigos de Ingeniería Industrial, en especial a mis amigos  lvaro y Tomás, por apoyarme y estar ahí en el día a día.

A toda la familia del balonmano. A mi entrenador, Sebastián Espoz, un coach dentro y fuera de la cancha. A todas quienes fueron o son mis compañeras de equipo, gracias por mantener vivo el deporte en mi vida, la confianza, la entrega y por todo lo que me enseñaron.

Y a la Universidad y todos los grandes profesores que tuve. A mis profesores Claudio y Orlando, por sus consejos y buena disposición en este último año.

Gracias a todos,
Luli

Tabla de contenido

1. Introducción y descripción del proyecto	1
1.1 Características de la empresa.....	1
1.2 Mercado	2
1.2.1 Historia del mercado satelital	2
1.2.2 Mercado de comunicación nanosatelital	4
1.2.3 Internet of Things	4
1.2.4 Mercado IoT/M2M [8].....	5
1.2.5 Tamaño de mercado IoT/M2M.....	7
1.2.6 Mercado IoT/M2M abordable mediante tecnología satelital [8].....	7
1.2.5 Tamaño del mercado IoT/M2M abordable mediante tecnología satelital	8
1.3 Oportunidad y solución	9
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo General	12
2.2 Objetivos específicos	12
3. Alcances.....	13
4. Resultados esperados	14
5. Marco Conceptual	15
5.1 Empresas pequeñas de base tecnológica	15
5.2 Plan de negocio	15
5.3 Investigación de mercado	16
5.4 Modelo de negocio.....	17
5.4.1 Modelo de negocio para una Startup.....	18
5.5 Evaluación Financiera.....	18
5.5.1 Flujo de caja	19
6. Metodología	20
6.1 Análisis interno de la compañía	21
6.2 Investigación de mercado	21
6.2.1 Datos secundarios	21
6.2.2 Datos primarios.....	21

6.2.3	Identificación y clasificación de casos de uso	22
6.2.4	Jerarquización y priorización	23
6.3	Plan de Marketing	27
6.4	Factibilidad económica.....	28
7.	Análisis interno de la compañía	29
7.1	Fortalezas	29
7.2	Debilidades	29
8.	Investigación de mercado.....	30
8.1	Definición del problema.....	30
8.1.1	Problema de decisión para la empresa.....	30
8.1.2	Problema de investigación de mercados	30
8.2	Investigación exploratoria	31
8.2.1	Datos secundarios: Caracterización de las industrias.....	31
8.2.2	Análisis de datos primarios: Entrevistas en profundidad.....	32
8.2.3	Jerarquización y priorización	36
8.3	Resultados de la investigación de mercado	40
8.4	Conclusiones de la investigación de mercado	40
9.	Modelo de negocio	42
9.1	Contexto y dimensiones del mercado	42
9.2	Versión final del modelo de negocio	42
9.2.1	Problema [23]	42
9.2.2	Solución	44
9.2.3	Métricas clave	46
9.2.4	Ventaja especial.....	46
9.2.5	Segmento de clientes	47
9.2.6	Canales.....	47
9.2.7	Estructura de costes	47
9.2.8	Flujo de ingresos.....	57
9.2.9	Propuesta de valor única	57
10.	Plan de marketing: Alerta temprana de incendios	58
10.1	Plan de marketing estratégico.....	58
10.2	Marketing táctico: Marketing Mix.....	58

10.2.1 Producto	58
10.2.2 Precio.....	58
10.2.3 Plaza.....	59
10.2.4 Promoción.....	59
11. Plan de operaciones.....	60
11.1 Proceso productivo: Construcción e instalación de sensores	60
11.2 Servicio	63
12. Plan de recursos humanos	64
12.1 Descripción de cargos, salarios y sueldos	64
12.1.1 Área técnica.....	64
12.1.1 Área administrativa	64
12.2 Organigrama	65
13. Factibilidad económica	66
13.1 Análisis de factibilidad: Demanda satisfecha	66
13.2 Análisis de factibilidad: Flujo de caja.....	67
13.3 Plan a 3 años	72
13.3.1 Año 1: Prototipado	72
13.3.2 Año 2: Proyecto piloto (500 hectáreas).....	73
13.3.3 Año 3: Implementación de modelo de negocio	73
14. Hallazgos.....	74
14.1 Investigación de mercado	74
14.2 Plan de marketing	75
14.3 Factibilidad económica.....	76
14.4 Hallazgos generales.....	76
14.5 Consideraciones	78
15. Bibliografía.....	80
16. Anexos	82
Anexo a. Entrevista a agentes de la industria agrícola	82
Anexo b. Entrevista a agentes de la industria minería	83
Anexo c. Detalle de entrevistados.....	84
Anexo d. Cálculo de costos de transmisión satelital	85

Anexo e. Flujo de caja.....	87
Anexo f. Versiones preliminares del modelo de negocio.....	89

Índice de tablas

Tabla 1: Análisis de problemas solucionados con aplicaciones IoT/M2M	11
Tabla 2: Definición de escala utilizada según criterio. Parte 1 de 2.	25
Tabla 3: Definición de escala utilizada según criterio. Parte 2 de 2.	26
Tabla 4: Ponderación de cada criterio en puntaje final.....	26
Tabla 5: Componentes específicos del problema de investigación	30
Tabla 6: Número de entrevistas realizadas según perfil, por industria	32
Tabla 7: Entrevistas realizadas a agentes principales.....	33
Tabla 8: Entrevistas realizadas a prestadores de servicios.....	33
Tabla 9: Caracterización de casos de uso identificados.....	35
Tabla 10: Cantidad de casos de uso identificados por categoría e industria.....	36
Tabla 11: Casos de uso abordables por la empresa y oportunidades de negocio	37
Tabla 12: Caracterización de oportunidades de negocio	38
Tabla 13: Matriz de jerarquización	39
Tabla 14: Matriz de priorización	39
Tabla 15: Resultados priorización de oportunidades de negocio	40
Tabla 16: Tiempo de ignición de especímenes de madera	44
Tabla 17: Composición de costos según categoría	48
Tabla 18: Montos costos iniciales.....	49
Tabla 25: Monto de costos fijos independientes.....	50
Tabla 19: Horas hombre asociadas a manufactura de sensor	50
Tabla 20: Descomposición de costos por sensor según cantidad.....	51
Tabla 21: Descomposición de costos por sensor al segundo año.....	51
Tabla 22: Cantidad de datos transmitidos según número de nodos y frecuencia de transmisión	52
Tabla 23: Cantidad de créditos necesarios según cantidad de datos transmitidos	52
Tabla 24: Costo mensual de transmisión satelital según créditos necesitados	52
Tabla 26: Monto de costos fijos dependientes	53
Tabla 27: Costos mensuales por hectárea según cantidad de hectáreas iluminadas	54
Tabla 28. Tarea 2.	60
Tabla 29. Tarea 3.	60
Tabla 30. Tarea 4.	61
Tabla 31. Tarea 5.	61
Tabla 32. Tarea 5	61
Tabla 33. Tarea 6.	62
Tabla 34. Tarea 7.	62
Tabla 35: Estimación de demanda satisfecha en 5 años	66
Tabla 36: Ingresos por ventas y gastos por ventas en 5 años. Parte 1 de 2.....	68
Tabla 37: Ingresos por ventas y gastos por ventas en 5 años. Parte 2 de 2.....	69
Tabla 38: Flujo de caja a 5 años.	70

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Organigrama de Aurora Space	2
Ilustración 2: Cadena de valor mercado IoT/M2M.....	6
Ilustración 3: Diagrama general de metodología	20
Ilustración 4:Funcionamiento de red de sensores y comunicación externa	45
Ilustración 5: Proporción de costos en CMH al iluminar 2000 hectáreas	55
Ilustración 6: Costos por sensor en cantidades bajo 500 unidades.....	56
Ilustración 7: Costos por sensor en cantidades por sobre 1000 unidades	56
Ilustración 8: Ingresos por ventas, gastos por ventas y flujo de caja privada en el tiempo	71

1. Introducción y descripción del proyecto

1.1 Características de la empresa

Aurora Space es una empresa legalmente constituida en Chile como Sociedad por Acciones (SpA) de accionistas privados, que se desenvuelve en el mercado de tecnología satelital.

Las normas más relevantes que la rigen son las de transmisión de telecomunicaciones y uso del espectro radioeléctrico emitidas por la ITU (Unión internacional de telecomunicaciones), más legislaciones específicas de telecomunicaciones de cada país en donde se desarrolle.

Aurora Space se funda como una empresa que ofrece el servicio de construcción de nanosatélites. En un principio, la empresa no tenía una misión y una visión declarada, pero de la información presentada en su página web (hasta el día de hoy) y del discurso de su fundador, se infiere que cuando la empresa fue fundada seguía las siguientes misión y visión:

- Misión: “Aurora Space fue creada para ayudar a desarrollar el futuro de las misiones de satélites pequeños.”
- Visión: “Nuestro objetivo es proveer a proyectos espaciales de conocimiento y de recurso humano altamente calificado para lograr su éxito.”

Actualmente la empresa se dedica a soluciones de hardware para comunicación IoT/M2M, por lo que su misión y visión ha sido redefinida al inicio de este trabajo:

- Misión: “Ser líder en el mercado de comunicación a través de soluciones innovadoras a problemáticas complejas”.
- Visión: “Acercar los beneficios de la tecnología espacial.”

La empresa está compuesta por 4 funcionarios, los cuales se declaran en el organigrama mostrado en la Ilustración 1, y presenta ingresos por USD 100.000 al año en ventas de desarrollos tecnológicos.



*Ilustración 1: Organigrama de Aurora Space
Fuente: Elaboración propia*

Las funciones específicas a grandes rasgos se describen de la siguiente forma: Álex Becerra (CEO) coordina al grupo, agenda reuniones de diversa índole, las cuales buscan conseguir alianzas, mentores, inversionistas y potenciales clientes (con acuerdos a largo plazo). Francisco Anguita (Nuevos Negocios) se encarga de desarrollo y evolución del modelo de negocio de la organización, también ejecuta la evaluación financiera del proyecto y analiza las distintas opciones para levantar inversión de riesgo. Camilo Rojas (Software), realiza el desarrollo de software del proyecto y Carlos González (Tecnología), se encarga del desarrollo de un protocolo de comunicaciones, ambas tareas buscan en conjunto controlar de manera exitosa un nanosatélite espacial, al ser lanzado al espacio.

1.2 Mercado

1.2.1 Historia del mercado satelital

Desde los primeros avances en el área satelital, en la década de los 50 (Sputnik I en 1957 y Vanguard I en 1958), la tecnología satelital ha evolucionado aceleradamente, ofreciendo cada vez más servicios de manera más accesible.

Inicialmente, en sus primeras 2 décadas, los satélites eran diseñados para misiones específicas, para lo cual cada desarrollo era abordado de manera particular teniendo una forma, tamaño, instrumentos, montaje, entre otras cosas específicamente diseñadas para el objetivo de la misión. Es decir, en función de los requerimientos y restricciones de la misión se realizaba el diseño independiente de los subsistemas (energía, comunicaciones, control de altitud, etc.) para luego integrarlos e iterativamente re-diseñarlos. Esta metodología de diseño implicaba un proceso extremadamente costoso, ya que para el diseño de un satélite destinado a una misión distinta se debía modificar en gran medida cada subsistema. Además, la falla de un subsistema podía significar la falla total de la misión. Posteriormente, los subsistemas se fueron diseñando modularmente, lo cual significó una gran reducción tanto en los costos como en las dificultades de diseño.

La mayoría de los satélites desplegados hasta los años 60-70 eran satélites grandes (con excepción de los primeros, Sputnik-1 de 83 kg y 58 cm de diámetro o Vanguard-1, con 1.6 kg y 16 cm de diámetro, por ejemplo) con misiones bien establecidas y respaldadas. En la época, el desarrollo de satélites pequeños era considerado como una actividad infructuosa, principalmente gestionado por radioaficionados.

Posteriormente, el desarrollo de los satélites pequeños se fue extendiendo, gracias a su tecnología más accesible empezó a irrumpir en las áreas gubernamentales, comerciales y universitarias, abriendo el camino para lograr el desarrollo de esta tecnología en forma más abierta.

En 1999 fue desarrollado el estándar CubeSat en la California Polytechnic State University (Cal Poly) en conjunto con el Stanford University's Space Systems Development Lab. Este estándar facilita el acceso al espacio entregando oportunidades de lanzamientos para CubeSats principalmente para el desarrollo en universidades. El diseño básico de un CubeSat consiste en una estructura cúbica de 10 cm de arista (1U). Las restricciones constructivas del CubeSat están asociadas al programa de lanzamiento y se refieren a la masa y a las dimensiones. Inicialmente, el desarrollo de esta alternativa espacial estaba destinada a estudiar el comportamiento de componentes en el ambiente satelital de forma accesible y barata, pero su aplicación se ha extendido ampliamente entre universidades, entidades gubernamentales y comerciales. Más aún, esta tecnología significa una gran oportunidad para países en vías de desarrollo para explotar recursos espaciales, además entregar una herramienta para democratizar el uso del espacio. [1]

Acorde a la clasificación de satélites según peso, la masa del estándar CubeSat varía entre ~0,2 y ~40 kilogramos. Como clasificación de peso paralela, los satélites se dividen en tres grupos: Large (>1000 kg), medium (500 a 1000 kg) y small (<500 kg). SmallSat (o satélite que pertenece a la categoría small) es un término no tan frecuentemente usado, dado que entre SmallSats existen amplias diferencias de tamaño y competencias, por lo que se definen subcategorías dentro de ésta. Aurora Space se desenvuelve en el

mercado de los nanosatélites, los cuales (acorde a la clasificación según masa) varían entre 1 y 10 kilogramos, siendo así subconjunto de la categoría Small. [2]

Aurora Space opera en el mercado de la comunicación (nano)satelital, el cual nace de la necesidad de interconectar lugares remotos de la Tierra, asentando nuevos escenarios de estudio y posibilitando el desarrollo de más aplicaciones. Un satélite puede cubrir, a lo más, un 30% de la superficie terrestre (satélite en órbita GEO), sin embargo, considerando un mayor número de satélites (constelación) se puede alcanzar cobertura mundial, en todo momento. Considerando esto, tuvieron origen sistemas satelitales orientados a servicio de voz, servicio de banda ancha y monitoreo remoto.

1.2.2 Mercado de comunicación nanosatelital

La industria de telecomunicación nanosatelital posee como característica fundamental tener un menor costo que la tecnología satelital, ya que tener en órbita un nanosatélite es menos costoso que un satélite de gran tamaño. El tamaño del mercado, de acuerdo a una estimación de mercado realizada por un practicante que trabajó en Aurora Space, es de 14 billones de dólares por año, cifra dada por la cantidad de información que actualmente se transmite por un satélite de mayor tamaño, pero además puede ser transmitida por nanosatélites. [3]

Los principales actores de la industria son las startups de telecomunicaciones aeroespaciales con IoT (Internet of Things), que corresponden a Aurora Space y su competencia alrededor del mundo. También se destacan los inversores del rubro y las agencias espaciales de Europa y de sus países asociados, junto con escuelas de ingeniería de universidades que también juegan un rol importante en la investigación y mejoramiento de tecnología, para lanzar nanosatélites a un menor costo.

Según pronósticos hechos por Cisco, se espera que para el año 2020 el número de dispositivos conectados a Internet supere los 50 mil millones. Este incremento se debe principalmente al desarrollo de las aplicaciones IoT y las comunicaciones M2M (machine to machine), tecnologías que representan la evolución a la siguiente etapa del Internet. [4]

1.2.3 Internet of Things

El internet ha cambiado la forma de vivir drásticamente, al proveer conectividad con quien sea, cuando sea y donde sea. El Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés) es un paradigma en donde la red existente de sistemas informáticos se conecta a los objetos

del mundo real, como electrodomésticos, vehículos y el ambiente. Los objetos inteligentes pueden comunicarse e interactuar entre sí sin la intervención humana. [5]

En este contexto, las cosas (u objetos) son definidos como una entidad real/física o virtual/digital que existe, se mueve en el espacio-tiempo y es identificable. Los objetos son comúnmente identificados ya sea por un número de identificación asignado o nombre, y son participantes activos en procesos de negocio, de información y sociales, en donde son capaces de interactuar y comunicarse entre ellos y con el ambiente por medio del intercambio de data e información recolectada a través del monitoreo del mismo ambiente, mientras reacciona de manera autónoma a eventos del “mundo real/físico” y lo influencia al iniciar procesos que desencadenan acciones y crean servicios con o sin interacción humana directa [6].

Lo anterior sólo puede ser posible mediante una red dinámica de trillones de “cosas” inalámbricas identificables conectadas entre sí. El internet de las cosas alberga la visión de la computación ubicua y la inteligencia ambiental, lo cual requiere comunicación constante, una gran capacidad de computación entre objetos y la integración de elementos de comunicación continua.

El concepto del paradigma IoT suele confundirse con M2M (machine to machine, máquina a máquina) por estar relacionados entre sí. M2M es un concepto genérico que se refiere al intercambio de información o comunicación en formato de datos entre dos máquinas remotas. [7] Las tecnologías M2M son, entonces, una parte integral del ecosistema de conectividad IoT y son facilitadoras del fenómeno IoT actual.

1.2.4 Mercado IoT/M2M [8]

El mercado IoT/M2M es el mercado de los dispositivos (como sensores), servicios de red/conectividad y gestión de servicios que son generados por la interconexión de cosas (data analytics, aplicaciones de valor agregado, etc.). Todo lo cual se ve representado en la cadena de valor para IoT/M2M, la que se puede clasificar en 7 grandes segmentos:



- Realizado por Aurora Space
- Realizado parcialmente por Aurora Space
- Realizado por terceros

*Ilustración 2: Cadena de valor mercado IoT/M2M
Fuente: Elaboración propia*

1. Manufactura espacial: Proveedores de manufactura, lanzamiento y operación de satélites, subsistemas asociados e infraestructura terrestre que produce señales de comunicación satelital. La única parte que podría ser realizada por Aurora Space es el ensamblado de las partes.
2. Proveedores de servicio de conectividad: Proveedores de servicios de comunicación electrónica, lo cual consiste parcial o completamente en la transmisión de señales en redes de comunicación electrónicas.
3. Proveedores de servicio IoT: Comprende la provisión de una plataforma IoT y/u otros servicios o soluciones de TI relacionados con IoT.
4. Manufactura de Hardware: Manufactura de componentes y módulos que puedan ser integrados a dispositivos IoT/M2M por integradores de sistemas. Aurora Space se ocuparía del diseño de estos componentes.
5. Integradores de sistema: Manufactura de dispositivos para aplicaciones IoT/M2M. Pueden comprar servicios IoT e incorporarlos a sus productos/servicios. Tarea principal de Aurora Space.
6. Proveedores de aplicaciones: Proveedores de softwares y servicios que entreguen valor agregado a las aplicaciones IoT/M2M. Por ejemplo, analistas de datos.
7. Usuarios finales.

1.2.5 Tamaño de mercado IoT/M2M

Las estimaciones del tamaño del mercado IoT son variadas y dependen bastante de las definiciones usadas.

La International Data Corporation (IDC) estimó, en junio de 2018, que el valor del mercado IoT para el año 2022 sería de \$1.2 trillones de dólares, observándose una tasa compuesta de crecimiento anual de 13,6% entre los años 2017 y 2022. [9] Por su parte, Machina Research estima, bajo una tasa compuesta de interés anual de 16%, que el valor de mercado será de \$3 trillones de dólares para el año 2025 y que el número de dispositivos conectados aumentará de 6 billones en 2015 a 27 billones en 2025. [10]

De esto, el 43% de todos los ingresos provendrán de usuarios finales en forma de dispositivos, conectividad y compras de aplicaciones. El 57% restante provendrá de fuentes relacionadas con IoT como el desarrollo de aplicaciones, la integración de sistemas, el alojamiento y la monetización de datos.

1.2.6 Mercado IoT/M2M abordable mediante tecnología satelital [8]

Dentro del mercado IoT/M2M existen distintas tecnologías de comunicación que sirven de mejor manera para cada aplicación y caso. Por ejemplo, para situaciones en donde se necesita una comunicación en un área definida y localizada de corto alcance, existen las tecnologías PAN (personal area network) como el Bluetooth y las tecnologías LAN (local area network) como el WIFI.

Las tecnologías satelitales, en el otro extremo, son las únicas capaces de proveer de cobertura obicua cualquier parte del planeta, incluso en áreas remotas y despobladas como el desierto o el mar. Además, los sistemas basados en satélites son más seguros, más difíciles de interrumpir y más fáciles de implementar que otros sistemas terrestres.

Si bien las soluciones satelitales varían desde un bajo rendimiento y una baja velocidad de datos hasta un mayor ancho de banda y aplicaciones en tiempo real, representan una opción de red de alto costo y alta latencia (suma de retardos temporales producidos por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red). Esto limita su uso a aplicaciones remotas que pueden tolerar la transmisión de mensajes cortos de datos con alta latencia.

De lo anterior se desprende que el uso de la tecnología satelital es solo una mejor opción por sobre otro tipo de tecnologías de comunicación en algunas ocasiones, por lo que el mercado IoT/M2M abordable mediante tecnología satelital es un subconjunto del

mercado mencionado hasta ahora. Las aplicaciones que pertenecen a este nicho presentan a lo menos una de estas características:

1. Los dispositivos IoT/M2M se encuentran en áreas remotas (desabastecidas de redes terrestres) o muy dispersas sobre una gran área geográfica (regional o global).
2. Los dispositivos IoT/M2M son móviles, es decir, se encuentran constante y regularmente en movimiento entre zonas geográficas, necesitando una plataforma unificada como solución.
3. Necesidad de redundancia (almacenamiento de mismos datos varias veces) en sitios críticos.
4. Las comunicaciones están basadas en grupos para garantizar la conectividad en muchos dispositivos.
5. La conexión es realizada a través de otras tecnologías de red, pero requiere backhaul (tecnologías usadas para interconectar redes) vía satélite.
6. Requieren un alto grado de seguridad y fiabilidad.

Si bien existen aplicaciones en donde el uso de la tecnología satelital es útil y adecuado, el mercado está limitado por su alto costo (aunque los nanosatélites presentan una gran oportunidad en este ámbito como ya se mencionó anteriormente), el mediano/alto consumo energético, y bajas tasas de transferencia de datos y alta latencia de las tecnologías satelitales existentes.

1.2.5 Tamaño del mercado IoT/M2M abordable mediante tecnología satelital

Machina research estima que los satélites proveen a solo el 5% de todas las aplicaciones IoT/M2M (y solo un 1% de manera exclusiva), siendo las redes celulares las que proveen de comunicación a la mayoría de las aplicaciones. [10]

Sin embargo, la propuesta de valor única que entregan los satélites de ser la única plataforma que puede ofrecer cobertura global, continuará así en el futuro cercano. Northern Sky Research (NRS) proyecta que para el año 2025 habrá 5,97 millones de dispositivos en uso utilizando tecnología satelital, lo que se contrasta con los 3,26 millones de dispositivos que había en uso el 2015. En términos de ingreso NRS proyecta una tasa de crecimiento anual del 6,1%, pasando de \$1,35 billones de dólares en 2015 a \$2,47 billones en 2025. [11]

1.3 Oportunidad y solución

El internet y el creciente mercado IoT han traído consigo la necesidad, conceptualizada cada vez más como básica, de tener conexión a todo momento y en todo lugar. A través de este documento ha quedado al descubierto las oportunidades de negocio que se proyectan a nivel mundial al corto plazo, gracias a los avances y reducción de costos en tecnología satelital. Estos avances presentan potenciales ventajas competitivas muy superiores para las empresas que las implementen, lo cual lleva la competitividad de algunos mercados a nuevas escalas.

Según un estudio del mercado global de las aplicaciones IoT/M2M en telecomunicaciones satelitales realizado por London Economics en agosto de 2017 [8], existen 15 mercados en donde se aplican este tipo de soluciones:

1. Transporte terrestre
2. Marítimo
3. Aeronáutica
4. Petróleo y gasolina
5. Milicia
6. Gobierno civil
7. Autos conectados
8. Consumidores de IoT
9. Redes de retorno IoT (backhaul)
10. Seguridad y vigilancia
11. Agricultura
12. Minería
13. Construcción
14. Energías verdes
15. Servicios públicos

Además de los distintos mercados declarados, se mencionan 11 categorías de casos de uso; en donde se pueden utilizar aplicaciones de comunicación tipo satelital:

1. Seguimiento (localización):
Aplicaciones que utilizan telecomunicaciones para monitorear los datos de ubicación de objetos móviles.
2. Backhaul:
Una aplicación que proporciona el enlace intermedio entre la red de telecomunicaciones central y las subredes pequeñas que pueden distribuir datos en la periferia.
3. Comando y control:
Aplicaciones que utilizan telecomunicaciones para retransmitir comandos procesables entre dispositivos.

4. Seguridad y emergencias - Móviles:
Aplicaciones móviles que utilizan las telecomunicaciones con fines de seguridad, protección y emergencias.
5. Seguridad y emergencias - Fijas:
Aplicaciones fijas que utilizan las telecomunicaciones con fines de seguridad, protección y emergencias.
6. Telemetría de misión crítica:
Aplicaciones de misión crítica que utilizan las telecomunicaciones para monitorear la actividad de los dispositivos, el entorno u otros objetos.
7. Internet y entretenimiento móvil:
Aplicaciones que utilizan las telecomunicaciones para fines de acceso a Internet móvil y / o entretenimiento.
8. Telefonía móvil:
Aplicaciones que utilizan telecomunicaciones para retransmitir telefonía y datos de internet.
9. Telemática y analítica:
Aplicaciones que utilizan las telecomunicaciones para monitorear y luego optimizar el rendimiento de los dispositivos.
10. Telemetría:
Medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.
11. Video:
Aplicaciones que utilizan telecomunicaciones para transmitir datos de video.

Las industrias en las que está interesada Aurora Space son aquellos que requieran conectividad en áreas remotas o poco pobladas (industrias agrícola, minera, marítima y forestal). Esto se debe a que, como se mencionó anteriormente, son estas áreas las que no son cubiertas por redes celulares, lo que lo hace perfecto para tecnología satelital.

Con respecto a los casos de uso, son de interés aquellos que se relacionan con la comunicación a través de sensores (y no imágenes), lo cual es técnicamente su punto fuerte y donde se ve, a priori, una mayor oportunidad de negocio dado un mercado menos saturado.

Así, es como se define la Tabla 1, en cuyas casillas se encuentran las problemáticas que resuelve cada caso de uso, en los distintos mercados de interés, según el estudio global realizado por London Economics.

Categoría	Agrícola	Minera
Seguimiento	Rastreo de animales	Monitoreo de equipos
	Monitoreo de equipos	
Seguridad y emergencias		Alerta de pánico
Telemática y analítica		Optimización de exploración
Telemetría	Manejo pesquero	Lectura de medidor
	Monitoreo ambiental	
	Pronóstico de rendimiento	

*Tabla 1: Análisis de problemas solucionados con aplicaciones IoT/M2M
Fuente: Elaboración propia a partir de estudio de London Economics*

Este trabajo se enmarca en la elaboración de un plan de negocio para la empresa. Aurora Space afirma contar con todas las capacidades técnicas para ofrecer soluciones de primer nivel a problemáticas complejas a través de comunicación satelital, pero carece de una estructura de negocio que le permita ser competitiva. Más aún, teniendo ventajas sustentables, carece aún del diseño que le permita crear valor único para sus clientes. Es por lo anterior que se hace ineludible el diseño de una estrategia competitiva.

La oportunidad que se explotará es analizar las industrias de interés en el mercado chileno para entender qué problemáticas comunicacionales no están siendo resueltas con la oferta actual y podrían ser resueltas con soluciones IoT/M2M a través de tecnología satelital y así poder crear un plan de negocio para la empresa.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar un plan de negocio para la startup Aurora Space, en el mercado de la comunicación IoT/M2M a través de tecnología nanosatelital.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar casos de uso con aplicaciones en la industria chilena y los actores involucrados
2. Definir y dimensionar magnitud de problemas de aplicación de los casos de uso e identificar problemas que justifican inversión satelital
3. Identificar una oportunidad de negocio
4. Diseñar un modelo de negocio asociado a una estrategia comercial
5. Definir estructura de costos
6. Definir fuentes de ingreso
7. Testear definiciones en el mercado
8. Evaluar la factibilidad económica de la empresa

3. Alcances

La investigación de mercado, que tiene como primer objetivo definir casos de uso mundiales con aplicación en la industria chilena, se realizará en las industrias agrónoma, minera y forestal del país.

El modelo de negocio será diseñado a partir de una oportunidad de negocio derivada de la investigación de mercado, por lo que el alcance del modelo será acotado a un caso de uso.

4. Resultados esperados

De las industrias estudiadas se espera encontrar variados casos de uso de las tecnologías de comunicación nanosatelital.

De aquellos, se espera identificar al menos uno que se presente como una oportunidad de negocio para la empresa.

Se espera diseñar un modelo de negocio que defina un precio y estrategia que conviertan la oportunidad identificada en un producto/servicio de interés comercial y validado por sus potenciales clientes.

Se espera que el modelo de negocio diseñado de paso a un plan de marketing que represente un proyecto económicamente rentable.

5. Marco Conceptual

5.1 Empresas pequeñas de base tecnológica

Las empresas pequeñas de base tecnológica se han definido como entidades que tratan de desarrollar y explotar comercialmente una innovación tecnológica que implica una elevada incertidumbre. [12]

El conjunto de empresas que calzan en esta descripción es más bien amplio y heterogéneo, y está compuesto por empresas expertas tecnológicamente en campos altamente especializados, que tienden a ser las primeras en el mercado y no tanto a proteger sus innovaciones, que se especializan en actividades que no requieren un elevado gasto en I+D y que hacen aplicación de tecnologías avanzadas en nichos concretos del mercado en el que operan. [13]

5.2 Plan de negocio

“Un plan de negocio es un documento amplio que ayuda al empresario a analizar el mercado y planear la estrategia del negocio”. [14]

El plan de negocio consta de las siguientes partes:

1. **Definición del mercado:** Define el tamaño y crecimiento de mercado, características del mercado, y estructura del mismo.
2. **Investigación de mercado:** Malhotra define la investigación de mercados como la identificación, recopilación, análisis, difusión y uso sistemático y objetivo de la información, con el propósito de mejorar la toma de decisiones relacionadas con la identificación y solución de problemas y oportunidades de marketing.
3. **Modelo de Negocio:** “Un Modelo de Negocio describe de qué manera una organización o proyecto crea, entrega y captura valor.”
4. **Plan de Marketing:** Representa el conjunto de actividades necesarias para hacer llegar valor al cliente.
 - a. Marketing Estratégico: “Es la estrategia que define, genera y comunica el valor que satisface al cliente”.

- b. **Propuesta de Valor:** La propuesta de valor crea valor para el segmento de clientes mediante una combinación de elementos que atienden las necesidades de dicho segmento. El valor puede ser cualitativo o cuantitativo. [15]
 - c. **Marketing Táctico:** Usa el modelo de las 4p para definir producto, precio, publicidad y plaza. Tiene como objetivo conocer la situación de la empresa para poder desarrollar una estrategia de posicionamiento. La estrategia se puede desarrollar por las siguientes variables:
 - i. **Precio:** Se refiere a la estrategia con la cual se le asigna un precio al producto. Deja en claro por qué se le da ese valor.
 - ii. **Producto:** Hace referencia a todos los procesos que engloba al producto (incluyendo su definición).
 - iii. **Plaza:** Toma en cuenta los canales que atraviesa el producto desde que se fabrica, hasta que lo recibe el cliente.
 - iv. **Promoción:** Son los esfuerzos que se deben hacer para dar a conocer el producto y lograr que el cliente capte valor en éste.
5. **Plan de Operaciones:** De la perspectiva de el plan de operaciones consta de la descripción de los condicionantes externos e internos y su evolución, procesos necesarios para la comercialización del producto, definición de recursos materiales, establecer la infraestructura física adecuada. [16]
6. **Plan de Recursos Humanos:** Consta de dos ítems. Primero la descripción de cargos, salarios y sueldos. Y luego, la propuesta de organigrama para el proyecto a realizar.
7. **Evaluación financiera:** Se utiliza la herramienta del flujo de caja para obtener indicadores financieros (TIR, VAN; IVAN) y para obtener el punto de equilibrio, para así saber en qué condiciones el proyecto es económicamente rentable.
8. **Conclusiones o hallazgos:** Se comentan las variables críticas de éxito y se concluye en base a lo anterior la pertinencia de llevar a cabo el negocio.

5.3 Investigación de mercado

Malhotra define el proceso de investigación de mercados como un “conjunto de seis pasos que define las tareas que deben cumplirse al realizar una investigación de mercados”. Estos 6 pasos son:

1. Definición del problema
2. Desarrollo del enfoque del problema
3. Formulación del diseño de investigación
4. Trabajo de campo
5. Preparación y análisis de los datos
6. Preparación y presentación del informe.

Dependiendo del objetivo de la investigación y del problema, se definen 3 tipos de diseño de investigación:

1. **Investigación Exploratoria:** Busca facilitar una mayor penetración y comprensión del problema que enfrenta el investigador, sirve para proporcionar al investigador un panorama general acerca del fenómeno que se desea investigar.
2. **Investigación Descriptiva:** Tiene como objetivo hacer una descripción de algo, en este caso, características o funciones del mercado. Requiere planeación y estructura previa respecto al Qué, Quién, Cuándo, Cómo, Dónde y Por Qué.
3. **Investigación Causal:** Tipo de investigación concluyente donde el objetivo principal es obtener evidencias respecto a las relaciones de causa y efecto.

5.4 Modelo de negocio

El concepto modelo de negocio fue acuñado por Peter Drucker en 1950 y desde entonces la literatura ofrece variadas definiciones.

Osterwalder y Pigneur definen que un modelo de negocio describe la bases sobre las que la empresa crea, proporciona y capta valor. [15]

Con el fin de describir un modelo de negocio de mejor manera, Osterwalder lo divide en 9 módulos básicos que reflejan la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos. Estos 9 módulos, que cubren las 4 áreas principales de un negocio (clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica), son:

1. Segmentos de mercado
2. Propuesta de valor
3. Canales
4. Relaciones con el cliente
5. Fuentes de ingreso
6. Recursos clave
7. Actividades clave

8. Asociaciones clave
9. Estructura de costes.

5.4.1 Modelo de negocio para una Startup

De acuerdo a Eric Ries, autor de “El método Lean Startup”, un startup es una institución humana diseñada para crear nuevo producto o servicio en condiciones de incertidumbre extrema. Por incertidumbre se refiere a que la empresa se desenvuelve en un mercado nuevo en donde no existen competidores, por lo que hay que diseñar un modelo de negocio con el fin de que el startup logre crear, proporcionar y captar valor en el mercado. [17]

En la misma línea, Steve Blank define a una startup como una organización temporal en búsqueda de un modelo de negocio escalable y replicable. [18]

Ash Maurya, en su libro Running Lean, propone una versión simplificada del business model canvas conocida como “Lean Canvas”, argumentando que el modelo presentado por Osterwalder describe organizaciones exitosas como Apple o Skype una vez que ya eran exitosas, mientras que su versión es una mejor herramienta para startups. [19]

Los 9 módulos del modelo Lean Canvas son:

1. Segmentos de clientes
2. Propuesta única de valor
3. Canales
4. Ventaja injusta
5. Problema
6. Solución
7. Métricas clave
8. Fuentes de ingreso
9. Estructura de costos

5.5 Evaluación Financiera

Este capítulo utiliza la herramienta del flujo de caja para obtener indicadores financieros (TIR, VAN; IVAN), punto de equilibrio (volumen de venta requerido para hacer el negocio económicamente rentable). También se define la tasa de descuento a utilizar y se realiza un análisis de sensibilidad.

5.5.1 Flujo de caja

El Flujo de Caja es un instrumento de evaluación económica que permite a un inversionista determinar la conveniencia de realizar o no un proyecto. Su principal indicador es el valor actual neto (VAN), que representa el valor actual de todos los flujos futuros que generará. El VAN depende fuertemente de dos valores: la tasa de descuento del inversionista y el período de evaluación. El primero tiene que ver con la mejor tasa de uso alternativo del capital, y el segundo con el horizonte temporal del proyecto. Un $VAN < 0$ indica que no se está frente a un proyecto rentable, si el $VAN = 0$ entonces el inversionista es indiferente y si el $VAN > 0$, entonces es conveniente realizarlo. [20]

6. Metodología

Con el fin de diseñar el plan de negocio, el trabajo se divide en 4 capítulos:

1. Análisis interno de la compañía
2. Investigación de mercado
3. Plan de marketing
4. Evaluación económica

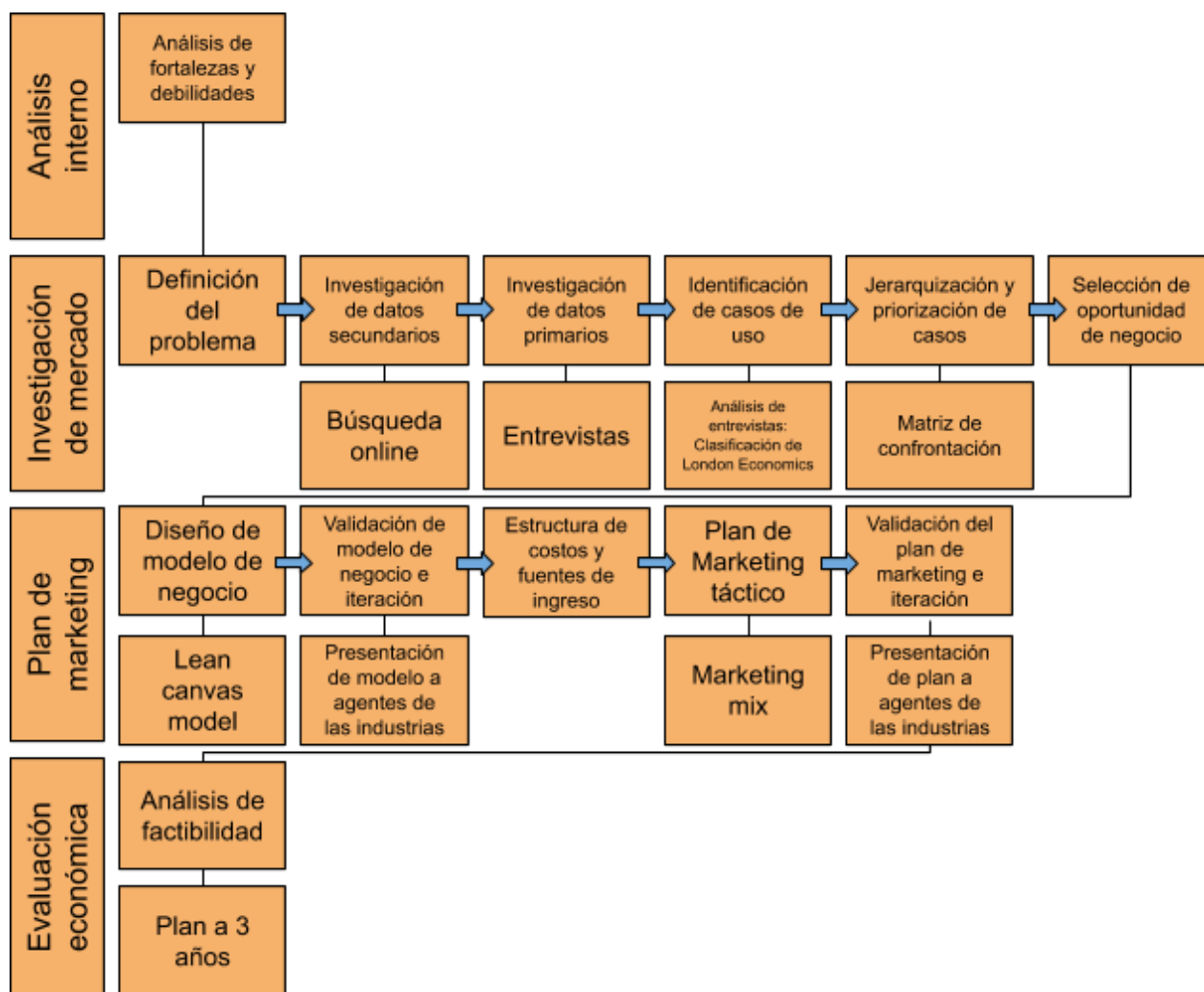


Ilustración 3: Diagrama general de metodología
Fuente: Elaboración propia

6.1 Análisis interno de la compañía

Se utilizan las dimensiones de análisis de ambiente interno de la metodología FODA para caracterizar a la empresa.

El análisis FODA es una herramienta que brinda información acerca de la situación de la empresa. Al obtener información, tanto de las características internas de la empresa (fortalezas y debilidades) como de las características del contexto (amenazas y debilidades), esta herramienta permite trazar una estrategia con pasos a seguir para la organización.

Como se menciona anteriormente, sólo se utiliza la herramienta para la definición de características internas de la compañía, es decir, las dimensiones de fortalezas (F) y debilidades (D), debido a que la caracterización del contexto en el que está envuelta la compañía es abordada mediante la investigación de mercado.

Las fortalezas se definen como las capacidades especiales con las que cuenta la compañía y gracias a las cuales tiene una posición privilegiada frente a la competencia.

Las debilidades se definen como aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia.

Las fortalezas y debilidades declaradas están basadas en información recolectada a través de conversaciones no estructuradas con miembros de la compañía y juicios generados a lo largo del trabajo en conjunto que se ha realizado entre agosto del año 2018 y el mes de julio del año 2019.

6.2 Investigación de mercado

6.2.1 Datos secundarios

Se caracteriza las 3 industrias de interés con el fin de identificar a los agentes importantes.

6.2.2 Datos primarios

Se realizan entrevistas semi estructuradas con el objetivo de identificar casos de uso de soluciones IoT a través de tecnología nanosatelital. Los entrevistados ocupan, en general, un cargo gerencial, o son parte del área de innovación de su organización. Las organizaciones de interés cumplen con uno de los siguientes perfiles:

1. Grandes agentes principales de la industria: Organizaciones que operan dentro de la industria misma, ya sea en forma de producción o de regulación de ésta.
2. Prestadores de servicios y organizaciones externas: Organizaciones proveedoras de servicios a la industria, consultoras especializadas e instituciones generadoras de conocimientos asociados a la industria como institutos y universidades.

En la entrevista los agentes deben mencionar qué casos de uso le son de interés. Para ello, si es que no conciben oportunidades por sí mismos, se les muestra un listado de casos de uso ampliamente utilizados en otros países, y comparten los juicios que se les generan a partir de éstos.

La estructura de las entrevistas se puede ver en anexos.

6.2.3 Identificación y clasificación de casos de uso

Las entrevistas son analizadas mediante el método de teoría fundamentada, el cual consta de 4 pasos [21]:

1. Ordenar notas de campo: Descripciones narrativas reducidas.
2. Codificación: Análisis de párrafos para inferir códigos o idea principal.
3. Categorización: Formación de categorías mediante comparación de códigos.
4. Conclusiones

6.2.3.1 Ordenar notas de campo

Las entrevistas son grabadas y, a partir de la grabación y de las notas tomadas en la entrevista misma, se resume la entrevista en los puntos que son de interés para la investigación.

6.2.3.2 Codificación

Se identifica, en base al resumen de la entrevista, cuales situaciones o problemáticas mencionadas por el agente cumplen con las características de un caso de uso de interés (cuya definición se encuentra al final del capítulo 1.3). Identificados todos los casos de uso mencionados en cada entrevista, se analiza si existen coincidencias de casos de uso entre entrevistas y así se reconocen cuales casos de uso son mencionados en mayor medida.

6.2.3.3 Categorización

Una vez identificados y analizados todos los casos de uso mencionados, se categorizan, asignando cada caso de uso a una de las 11 categorías declaradas en el capítulo 1.3.

Además, tras ser clasificados en su categoría respectiva, son divididos en los que representan una oportunidad de negocio para la empresa y los que no. Las oportunidades de negocio serán aquellos casos de uso que:

- debido a sus requerimientos técnicos, exigen una solución que puede ser desarrollada fácilmente por la empresa; ya sea porque ya se han realizado trabajos de la índole en el pasado dentro de la empresa, o porque adquirir las competencias nuevas requeridas no es una labor costosa
- y que, además, haya sido un caso de uso nombrado por más de un entrevistado o que haya sido un problema particularmente importante para quien lo nombró.

6.2.3.4 Conclusiones

Una vez identificadas cuáles son las oportunidades de negocio, se elige una de éstas sobre la cual construir el modelo de negocio.

Para escoger sobre cuál oportunidad de negocio se trabajará, se utiliza una metodología de jerarquización y priorización de las oportunidades.

6.2.4 Jerarquización y priorización

Para tomar una decisión de manera fundamentada sobre la oportunidad de negocio a explotar, se utiliza un método de jerarquización a través de una matriz de criterios de decisión y luego una matriz de confrontación como método de priorización.

6.2.4.1 Matriz de jerarquización

La matriz de jerarquización de oportunidades de negocio propuesta evalúa de 1 a 5 las oportunidades, entorno a los 7 criterios definidos a continuación:

1. Económico: Potencial económico que se ve en la industria particular del caso. El principal indicador observado es el PIB ajustado a cada oportunidad.
2. Técnico: Dificultad técnica para diseñar y llevar a cabo la solución. Se solicita al Gerente General de Aurora Space que evalúe las oportunidades en este criterio.
3. Impacto para la empresa: ¿Qué tan importante es para la empresa el proceso involucrado en el caso de uso? Se evalúa si la solución impacta directamente al proceso productivo principal de la empresa o a procesos complementarios.

4. Social: Beneficio a comunidades que se ven afectadas por los procesos de producción de la empresa.
5. Inversión: Nivel de inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto. En este criterio, las oportunidades son evaluadas por el Gerente General.
6. Competencia: Existencia de soluciones sustitutas en el mercado actual. Se evalúa que tan saturado se encuentra el mercado actual según lo declarado por los entrevistados y según la investigación de datos secundarios.
7. Transversalidad: ¿La solución al caso de uso es extrapolable a otras industrias? El desarrollo de la solución, y los conocimientos asociados a éste, son extrapolables a otras situaciones o replicables en otras industrias.

Para normalizar la evaluación de las oportunidades de negocio, se define la escala a utilizar en cada criterio mostrada en las Tablas 2 y 3.

	Económico	Técnico	Impacto	Social
1	El PIB del proceso en el que está involucrado es menor 0.5%	No se tiene conocimientos técnicos sobre dispositivos para solucionar el problema o del problema en sí	El problema afecta a un proceso de poca relevancia	El problema no tiene relación o impacto en la sociedad o comunidades aledañas
2	El PIB del proceso en el que está involucrado esta entre 0.5% y 2%	Se posee algún grado de conocimiento sobre el problema mas no sobre dispositivos	El problema afecta un proceso secundario en baja medida	Se aporta a la solución de un problema que tiene algún impacto en la sociedad o comunidades aledañas
3	El PIB del proceso en el que está involucrado se encuentra entre 2% y 5%	Se posee algún grado de conocimiento sobre dispositivos que resuelvan el problema	El problema afecta un proceso secundario de manera significativa	Se aporta de manera significativa a la solución de un problema que tiene algún impacto en la sociedad o comunidades aledañas
4	El PIB del proceso en el que está involucrado se encuentra entre 5% y 9%	Se ha trabajado con dispositivos que pudieran resolver el problema	El problema afecta el proceso productivo principal de la empresa, pero en baja medida	Se aporta a la solución de un problema que tiene un impacto directo en la sociedad o comunidades aledañas
5	El PIB del proceso en el que está involucrado es mayor a 9%	Se han realizado trabajos para la resolución de problemas similares	El problema afecta de manera directa y de manera significativa el proceso productivo principal de la empresa	Se aporta de manera significativa a la solución de un problema que tiene un impacto directo en la sociedad o comunidades aledañas

*Tabla 2: Definición de escala utilizada según criterio. Parte 1 de 2.
Fuente: Elaboración propia*

	Inversión	Competencia	Transversalidad
1	Se necesita mucha inversión ya sea en materiales, conocimiento u horas hombre	La demanda ha sido satisfecha por soluciones de la misma tecnología	La solución no se puede ocupar en otras industrias
2	Puede haber materiales de bajo precio, pero la integración requiere gran inversión	La demanda ha sido satisfecha por otro tipo de soluciones	La solución es parcialmente aplicable en una de las otras industrias
3	Los materiales son costosos en comparación con otros materiales para los problemas restantes (de este análisis) pero con integración moderada	La demanda ha sido satisfecha, pero no de manera satisfactoria	La solución es parcialmente aplicable en las otras industrias
4	Los materiales son de bajo precio y fácil integración	La demanda ha sido satisfecha, pero de manera mediocre	La solución es extrapolable a una de las otras dos industrias
5	Se necesita poca inversión pues el dispositivo está listo	La demanda no ha sido satisfecha	La solución es extrapolable a las otras dos industrias

*Tabla 3: Definición de escala utilizada según criterio. Parte 2 de 2.
Fuente: Elaboración propia*

Luego de evaluar cada oportunidad de negocio en los respectivos criterios, se calcula un promedio ponderado de cada oportunidad, en el cual cada criterio pondera de la siguiente forma:

Criterio	Económico	Técnico	Impacto en la empresa	Competencia	Nivel de inversión	Transversalidad	Impacto social
Ponderación	0.18	0.18	0.16	0.17	0.17	0.1	0.04

*Tabla 4: Ponderación de cada criterio en puntaje final.
Fuente: Elaboración propia*

Los valores de las ponderaciones fueron asignados junto con el Gerente General de la empresa para alinear el análisis a los intereses de la organización.

Para simplificar el análisis y la presentación de resultados, se asigna un número a cada oportunidad de negocio a modo de ID.

6.2.4.2 Matriz de priorización

Tras analizar las oportunidad de negocio en cada uno de los criterios y asignarles un puntaje, se les enfrenta entre ellas, asignando un puntaje de 1 a una oportunidad que genera el juicio de ser mejor que la otra a la cual se está enfrentando, 0 si es que son comparables y no se priorizaría una por sobre la otra y -1 si es que se está enfrentando a una oportunidad que genera el juicio de ser superior.

Este análisis dará como resultado en qué orden de prioridad se explotarán las oportunidades de negocio identificada. Aquella que se encuentre en la primera prioridad será la oportunidad sobre la cual se diseñe el modelo de negocio.

La matriz de priorización debiese ser, en términos metodológicos, realizada por la empresa. En este trabajo se presentan resultados de una matriz de priorización realizada por Ignacia Navarro (autora de este trabajo), por lo que se recomienda mantener en consideración lo anterior si es que se decide utilizar los resultados obtenidos en este trabajo.

6.3 Plan de Marketing

Una vez seleccionada la oportunidad de negocio con la cual trabajar, se utiliza la herramienta Lean Canvas, para diseñar el modelo de negocio y la propuesta de valor.

En adición, se diseña el plan de marketing táctico mediante el análisis Marketing Mix, definiendo las 4p: Precio, producto, plaza y promoción.

Para llevar a cabo lo anterior, primeramente se profundiza en los requerimientos de la industria en general y del problema en particular. Para ello, se realiza una entrevista a un ingeniero forestal.

La información recopilada es utilizada para diseñar el modelo de negocio. En esta tarea se trabaja en conjunto con (1) el Gerente General de la empresa, con el objetivo de apoyar desde una perspectiva técnica y aportar a la mirada estratégica de la empresa, y con (2) un ingeniero forestal, para proporcionar una mirada técnica desde la industria de interés y los procesos asociados.

Una vez definido el modelo de negocio, éste es validado con potenciales clientes e iterado conforme a sus reacciones.

Además, se presenta el modelo a otros agentes relevantes de la industria y se repite el proceso de iterar con respecto sus impresiones.

Validado el diseño de solución y modelo de negocio, se define el Marketing Mix junto con el Gerente General de la empresa y un ingeniero forestal y se valida con agentes de la industria.

6.4 Factibilidad económica

Con el modelo de negocio validado, se calcula el VAN del proyecto en un horizonte de 5 años.

Para calcular los flujos de ingreso y de costos por ventas, se utiliza una demanda cubierta inicial de 500 hectáreas, con un índice de crecimiento anual de 3, por lo que la cantidad de hectáreas que están siendo monitoreadas al año 5 son 60.500.

7. Análisis interno de la compañía

7.1 Fortalezas

1. Recursos humanos bien capacitados: Los estudios y experiencias del equipo los convierten en programadores altamente capaces, lo que les permite desarrollar sistemas de comunicación satisfactorios. Gracias al desarrollo de estos sistemas, se tiene habilidades de aplicación de telemetría.
2. Calidad total del producto: Ser un grupo de trabajo pequeño permite un diseño de solución altamente flexible, lo que facilita la customización de la solución.
3. Innovación en tecnología: Propio del perfil de un emprendimiento de base tecnológica, los integrantes de la empresa están en constante proceso de incorporación y aplicación de nuevos conocimientos.

7.2 Debilidades

1. Visión estratégica: La empresa no cuenta con una misión, visión, objetivos y/o metas bien definidas; conversadas entre los miembros del equipo o que se alineen entre ellas.
2. Recursos humanos no multidisciplinarios: La empresa cuenta con capacidades y fortalezas mayormente homogéneas entre quienes la componen, con mayor foco en lo práctico y de corto plazo, postergando la visión estratégica. Además, los sistemas de comunicación diseñados son capaces de tomar datos de alto valor potencial, pero la empresa no cuenta con analistas de datos, perdiendo la oportunidad de generar ese valor.
3. Bajo control interno: Baja capacidad de gestión de recursos humanos del equipo, lo lleva a una operación subóptima.
4. Visión de negocio: La empresa no cuenta con una visión de negocio que explote, desde un punto de vista económico, el potencial valor que podría generar. Además, carece de protocolos de trato al cliente.

8. Investigación de mercado

8.1 Definición del problema

8.1.1 Problema de decisión para la empresa

La necesidad de una investigación de mercado para este trabajo surge de la decisión estratégica de la creación de un negocio que ataque un mercado potencial dentro de las comunicaciones IoT/M2M el cual no esté siendo cubierto por la oferta actual debido a que se requiere comunicación (nano)satelital para abordarlo.

8.1.2 Problema de investigación de mercados

Para facilitar el entendimiento del problema de investigación, éste es planteado como pregunta: ¿Existe un mercado para las comunicaciones IoT/M2M a través de tecnología satelital en las industrias agrícola, minera y/o forestal?

8.1.2.1 Componentes específicos del problema de investigación

El problema de investigación de mercado se detalla en mayor profundidad en la Tabla 6.

Objetivo	Componentes	Hipótesis
Probar (in)existencia del mercado	¿Cuál es la magnitud de los problemas no solucionados por las tecnologías actuales?	Justifican inversión satelital
	¿Se presentan en grandes o pequeñas compañías?	Grandes compañías
	¿Se pueden clasificar de la misma manera que en el análisis de London Economics?	Si

Tabla 5: Componentes específicos del problema de investigación
Fuente: Elaboración propia

8.2 Investigación exploratoria

8.2.1 Datos secundarios: Caracterización de las industrias

8.2.1.1 Industria agrícola

De acuerdo a los registros oficiales del censo nacional agropecuario del año 2007 (INE), que incorpora a todas las explotaciones agrícolas y pecuarias por sobre 0,1 hectáreas y las forestales mayores de 5 hectáreas, el universo total alcanza a 301.376 explotaciones. Estas unidades se estructuran sobre una superficie total de 51.695.732 hectáreas.

Chile destaca por el pequeño tamaño promedio de sus unidades agrícolas. Poco menos de tres cuartos de las explotaciones (73,4%) son de un tamaño inferior a 20 hectáreas, mientras que el 19% se ubica entre 20 y 100 hectáreas, y el 7,6% presenta tamaños superiores a 100 hectáreas. Sin embargo, en relación con la superficie agrícola, el 93% de ella se encuentra en este último segmento de tamaño: mayores de 100 hectáreas, mientras que sólo el 2,4% del total se encuentra distribuido en las propiedades menores de 20 hectáreas físicas. [22]

8.2.1.2 Industria forestal

La superficie chilena cubierta de bosques, en el año 2017, representó el 23,3% del territorio nacional con 17,6 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente 3,08 millones (4,07%) corresponden a plantaciones forestales. [23]

Las más grandes empresas forestales chilenas corresponden a Arauco y Empresas CMPC, con ventas de US\$5.238,3 M y US\$2.676,0 M en 2017 respectivamente, ambos aumentando sus ingresos con respecto al año anterior. [24]

El consumo industrial de madera en trozas, también para el año 2017, fue de 45.769.732 m³ ssc (metro cúbico sólido sin corteza). [25]

8.2.1.3 Industria minera

El año 2017, la producción de cobre en Chile alcanzó a 5,56 millones toneladas métricas finas y la producción de yodo alcanzó a 17.976 toneladas, lo que posiciona al país como primer productor de estos minerales a nivel mundial. Asimismo, la producción de molibdeno y de compuestos de litio lo posiciona como segundo productor mundial de estos recursos.

La exportación nacional de cobre fue de US\$33.852MM para ese año, lo que equivale al 49,6% de las exportaciones anuales totales del país.

Las empresas más importantes de la industria son Codelco, Escondida, Antofagasta PLC y Angloamerican, con ventas anuales por US\$14.641,6 millones, US\$6.364,4 millones, US\$4.749,0 millones y US\$3.103,7 millones, respectivamente. [26]

8.2.2 Análisis de datos primarios: Entrevistas en profundidad

8.2.2.1 Entrevistas realizadas

Se realizaron 15 entrevistas, 5 de cada industria. La proporción entre los perfiles de entrevistado se resume en la Tabla 7.

	Agrícola	Forestal	Minera	Total
Agentes principales	3	2	3	8
Prestadores de servicios	2	3	2	7
Total	5	5	5	15

*Tabla 6: Número de entrevistas realizadas según perfil, por industria
Fuente: Elaboración propia*

Las Tablas 7 y 8 resumen la industria, institución y cargo al que pertenece cada uno de los entrevistados.

Perfil	Industria	Institución	Cargo
Agentes principales	Agrícola	SAG	Jefe División Control de frontera.Ex Subdirector.
		SAG	Ingeniero División Protección Agrícola
		SAG	Jefe de oficina Villarrica. Excoordinador regional Araucanía
	Forestal	CONAF	Jefe Sección de Análisis y Predicción de Incendios
		Arauco	Jefe de protección de incendios forestales
	Minera	CODELCO	Gerente de mina M.H.
		CODELCO	Director recursos hídricos
		CODELCO	Sub gerente de Operaciones TICA

Tabla 7: Entrevistas realizadas a agentes principales
Fuente: Elaboración propia

Perfil	Industria	Institución	Cargo
Prestadores de servicios	Agrícola	CMM	Encargada de proyecto Copernicus Chile
		China Fruit Solutions	Ex Socio Consultor
	Minera	M4TS Mining support	Gerente General
		Komatsu Reman Chile	Jefe de Innovación
	Forestal	CSW consultores ambientales	Gerente General
		Universidad de Chile	Académico
		OTEC C&S	Director

Tabla 8: Entrevistas realizadas a prestadores de servicios
Fuente: Elaboración propia

El anexo c presenta a cada entrevistado en mayor detalle.

8.2.2.2 Casos de uso identificados

Tras las entrevistas realizadas se identificaron 22 casos de uso, los cuales caben en 4 de las 11 categorías definidas. La Tabla 10 presentan los casos de uso identificados por industria, sus potenciales clientes y la competencia encontrada que resuelve la problemática actualmente. De manera agregada, se agrupar la cantidad de casos de uso identificados en la tabla 11.

Categoría	Industria	Caso de uso	Cliente	Competencia
Seguimiento	Agrícola	Seguimiento de camiones	Empresas transportistas	
		Seguimiento de containers	Empresas navieras: MSC, MAERSK, NyR	
		Seguimiento de ganado:Alerta de robos	Empresas agrícolas	
	Forestal	Seguimiento de camiones	Forestales: Arauco, Mininco, CMPC	GPS track
	Minera	Seguimiento de camiones		
Seguridad y emergencias	Minera	Monitoreo de deformación de suelo	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	
Telemetría	Agrícola	Detección temprana de plagas	SAG y empresas agrícolas: Frusan, Dole, Hortifrut, Copefrut, Garcés, Prize, Subsole	
		Catastros agrícolas (trazabilidad)	SAG	
		Monitoreo de signos vitales en containers	Empresas navieras: MSC, MAERSK, NyR	
		Monitoreo de cosecha: heladas, humedad, temperatura.	Empresas agrícolas: Frusan, Dole, Hortifrut, Copefrut, Garcés, Prize, Subsole	
		Monitoreo y trazabilidad del ganado	Empresas agrícolas.	
	Forestal	Alerta temprana de incendios: mediante cámara termal	Forestales: Arauco, Mininco, CMPC	Besalco Planet.com
		Alerta temprana de incendios mediante detección de humo	Forestales: Arauco, Mininco, CMPC	Firehawk Firewatch Entel
	Minera	Monitoreo de conducto de relaves	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	
		Monitoreo de conducto hídrico	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	
		Monitoreo de levantamiento de polvo en caminos	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	
Monitoreo de PM10		Mineras: CODELCO; BHP; AMSA		
Telemática/analítica	Forestal	Ruteo de camiones	Forestales: Arauco, Mininco, CMPC	
	Minera	Ruteo de camiones	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	
		Monitoreo de tranque de relaves	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	
		Monitoreo para mantención de equipos (pala)	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	
		Monitoreo de impacto ambiental	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA	

Tabla 9: Caracterización de casos de uso identificados
Fuente: Elaboración propia

	Agrícola	Forestal	Minera	Total
Seguimiento	3	1	1	5
Seguridad y emergencia			1	1
Telemetría	5	2	4	11
Telemática/ Analítica		1	4	5
Total	8	4	10	22

*Tabla 10: Cantidad de casos de uso identificados por categoría e industria
Fuente: Elaboración propia*

8.2.3 Jerarquización y priorización

Las competencias actuales de la empresa se basan en la creación e implementación de hardware diseñado a la medida de los problemas del cliente, con el fin de tomar datos de interés; la empresa no cuenta con un área dedicada a análisis de datos y/u optimización de procesos. Por aquello, y dados los datos obtenidos, se decide descartar del desarrollo futuro del proyecto la categoría “Telemática/analítica”. Además, dado que sólo existe un caso de uso en la categoría de “Seguridad y emergencia”, ésta también es descartada.

Así, los casos de uso se reducen a 17 y se resumen en la Tabla 11.

	Seguimiento	Telemetría
Agrícola	Seguimiento de camiones	Detección temprana de plagas
	Seguimiento de containers	Catastros agrícolas
	Seguimiento de ganado	Monitoreo de signos vitales en containers
		Monitoreo de cosecha: heladas, humedad, temperatura.
		Monitoreo y trazabilidad del ganado
Forestal	Seguimiento de camiones	Alerta temprana de incendios (Fuego)
		Alerta temprana de incendios (Humo)
Minera	Seguimiento de camiones	Monitoreo para mantención de equipos (pala)
		Monitoreo de conducto de relaves
		Monitoreo de conducto hídrico
		Monitoreo de levantamiento de polvo en caminos
		Monitoreo de PM10

*Tabla 11: Casos de uso abordables por la empresa y oportunidades de negocio
Fuente: Elaboración propia*

De estos 17 casos, se encuentran destacados aquellos que fueron mencionados por más de un agente o que representa una problemática de especial interés para el agente que lo mencionó. Estos 8 casos de uso destacados en la Tabla 12 son lo que se considera de ahora en adelante como “oportunidades de negocio”.

Dado lo parecidas que son las oportunidades de negocio “Alerta temprana de incendios mediante detectores de temperatura” y “Alerta temprana de incendios mediante detectores de humo”, se decide unificarlas en una única oportunidad de negocio llamada “Alerta temprana de incendios”.

Así, las oportunidades de negocio se reducen a 7 y se muestran y caracterizan en la Tabla 12.

ID	Oportunidad	Categoría	Descripción	Requerimientos	Clientes
1	Seguimiento de camiones	Seguimiento	Monitoreo de localización de camiones con trayectos regionales transnacionales desde la cosecha al puerto.	Cada 3 horas	Empresas transportistas
2	Seguimiento de containers	Seguimiento	Monitoreo de localización de containers de puerto a puerto.	Cada 5 horas	Empresas navieras: MSC, MAERSK, NyR
3	Signos vitales en containers	Telemetría	Monitoreo de signos vitales (variables físicas) dentro del container.	Cada 1 hora Generación de alarmas ante datos fuera de norma.	Empresas navieras: MSC, MAERSK, NyR
4	Plantaciones: Heladas, humedad y t°	Telemetría	Monitoreo de variables físicas que impactan en la cosecha.		Arauco, CMPC, Masisa, Mininco
5	Alerta temprana de incendios	Telemetría	Monitoreo de temperatura y composición del aire en el bosque.	Cada 2 horas Generación de alarma ante datos fuera de la norma.	Arauco, CMPC, Masisa, Mininco
6	Monitoreo de conducto hídrico	Telemetría	Monitoreo de conducto hídrico bajo tierra. Prevención de fugas.	Minuto a minuto	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA
7	PM10	Telemetría	Monitoreo de movimiento regional de material particulado	Cada 1 hora	Mineras: CODELCO; BHP; AMSA

*Tabla 12: Caracterización de oportunidades de negocio
Fuente: Elaboración propia*

8.2.3.1 Jerarquización

La Tabla 13 muestra los resultados de la matriz de jerarquización evaluando los 7 criterios de jerarquización detallados en la Tablas 2 y 3.

Criterio / ID	Económico	Técnico	Impacto en la empresa	Competencia	Nivel de inversión	Transversalidad	Impacto social	Total
1	3	5	2	2	3	5	1	3.15
2	5	5	2	3	3	5	1	3.68
3	5	3	3	4	1	3	1	3.11
4	3	4	5	2	3	3	4	3.37
5	3	4	5	4	4	5	5	4.12
6	5	1	2	4	1	4	5	2.85
7	5	3	5	3	3	5	5	3.96

Tabla 13: Matriz de jerarquización
Fuente: Elaboración propia

8.2.3.2 Priorización

Teniendo mayor claridad sobre las oportunidades de negocio tras el análisis realizado con la matriz de jerarquización, la Tabla 14 resume los resultados al enfrentar cada oportunidad de negocio entre ellas.

	1	2	3	4	5	6	7	Suma
1	0	1	-1	-1	-1	1	-1	-2
2	-1	0	0	-1	-1	1	-1	-3
3	1	0	0	-1	-1	1	-1	-1
4	1	1	1	0	-1	1	0	3
5	1	1	1	1	0	1	1	6
6	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-6
7	1	1	1	0	-1	1	0	3

Tabla 14: Matriz de priorización
Fuente: Elaboración propia

8.3 Resultados de la investigación de mercado

Tras observar los resultados de las matrices de jerarquización y priorización, se obtiene el orden prioritario mostrado en la Tabla 15.

Prioridad	ID	Oportunidad de negocio
1	5	Alerta temprana de incendios
2	7	Monitoreo de PM10
	4	Plantaciones: Heladas, humedad y temperatura
4	3	Signos vitales en containers
5	1	Seguimiento de camiones
6	2	Seguimiento de containers
7	6	Monitoreo de conducto hídrico

*Tabla 15: Resultados priorización de oportunidades de negocio
Fuente: Elaboración propia*

Como la oportunidad de negocio en primera prioridad es n°6 Alerta temprana de incendios, es ésta la oportunidad elegida y, en el capítulo 9, se desarrollará un plan de marketing entorno a esta oportunidad.

8.4 Conclusiones de la investigación de mercado

Se concluye que sí existe interés por este tipo de soluciones por parte de los agentes que son parte de las tres industrias analizadas.

Se cumple la hipótesis de que las principales compañías interesadas (y potenciales clientes) son grandes empresas, pero no necesariamente son agentes principales de alguna de las industrias analizadas: Nótese, por ejemplo, el resultado de grandes empresas navieras como potenciales clientes, en la industria agrícola.

Las empresas navieras son agentes principales de la industria marítima, la cual fue caso de análisis en el estudio de London Economics, pero que no fue considerada en este trabajo. La presente investigación de mercado evidencia la interdependencia de estas industrias y genera un llamado a las empresas a no limitar la definición de sus clientes sólo a los agentes propios de la industria, y a diseñar modelos de negocio de manera más astuta.

Además, las tres oportunidades de negocio de mayor prioridad, y más particularmente las dos primeras (“Alerta temprana de incendios” y “Monitoreo de PM10”), están

directamente relacionadas al monitoreo y cuidado del medio ambiente, mostrando la tendencia de las empresas a interesarse y hacerse cargo de esta problemática universal, lo que está abriendo diversas oportunidades de negocio.

Si bien, tal como se explicó anteriormente, la prioridad número uno resultante lleva un sesgo asociado dada la metodología utilizada, es un resultado altamente satisfactorio tanto para la estudiante como para la empresa.

9. Modelo de negocio

9.1 Contexto y dimensiones del mercado

Las plantaciones forestales representan el 4% del territorio nacional y corresponden a 3 millones de hectáreas. De aquellas, aproximadamente 2 millones de hectáreas son plantaciones de pino insigne y eucalipto globulus. 1.5 millones de estas hectáreas pertenecen a las grandes empresas forestales chilenas como Mininco, Arauco, CMPC y Biobio. [23]

Se puede asumir, de manera razonable, que de un bosque productivo de pino se producen 400m³ de madera por hectárea; a un valor de USD\$50 por metro cúbico (asumiendo venta de madera por trozo y no productos de mayor valor agregado como muebles), el valor económico de una hectárea se traduce en USD\$20.000 (~CLP\$15.000.000).

Por el otro lado, si quisiéramos avaluar bosques no productivos (menores a 10-12 años), su valor sería, a lo menos, su costo de reposición, el cual es de USD\$700-800 por hectárea (~CLP\$525.000).

Para dimensionar los costos asociados al combate de incendios, el arriendo de un helicóptero oscila entre los USD\$380 mil y los USD\$500 mil mensuales y, en temporada de incendios, se arrienda a USD\$3 mil la hora.

9.2 Versión final del modelo de negocio

A continuación, se muestra la versión final del modelo de negocio, el cual, tal como se muestra en la metodología, fue sufriendo iteraciones a medida que éste iba siendo validado y modificado, gracias a juicios de agentes de interés. En el Anexo f se encuentran las dos versiones previas y porqué fueron modificadas.

9.2.1 Problema [23]

Un incendio forestal es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que tiene a su paso.

El 99,7% de los incendios se inician ya sea por descuidos o negligencias en la manipulación de fuentes de calor; por prácticas agrícolas o por intencionalidad, incluso delictiva. Es decir, es certero declarar que el origen de los incendios recae en la acción humana.

La vegetación chilena es particularmente sensible al fuego y el daño que provoca un incendio no sólo es su quema y destrucción, también afecta al suelo, la fauna, ciclo del agua y, en ocasiones, hasta las propias personas.

Cada temporada de incendios (desde el 1 julio hasta el 30 de junio del año siguiente), en promedio, 52.000 hectáreas son quemadas, con valores extremos de entre 10.000 y 101.000 hectáreas. El mayor daño corresponde a praderas y matorrales y, en menor medida, a arbolado natural y plantaciones forestales, principalmente pino insigne.

En Chile operan dos sistemas de protección contra incendios forestales claramente definidos. Uno está constituido por la acción del sector forestal privado, donde grandes empresas forestales, como CELCO, Forestal Mininco, MASISA, Bosques Cautín, protegen con sus propios recursos más de un millón y medio de hectáreas de plantaciones forestales, principalmente desde la Región del Maule a la de La Araucanía. El segundo está constituido por la acción del Estado, la cual se centra en la Corporación Nacional Forestal (CONAF) que, en su calidad de servicio forestal nacional y entre sus variadas acciones, gestiona un Programa de Manejo del Fuego para la protección contra incendios forestales en el resto del país.

Los principales sistemas de protección y alerta temprana de incendios utilizados por las empresas forestales son: vigilancia humana por medio de torres de vigilancia, y monitoreo de imágenes satelitales, las cuales tienen una frecuencia de, en el mejor caso, 4 horas, y que carecen de una resolución a la altura de las expectativas.

Asumiendo que solo un 10% de las superficies quemadas en promedio al año corresponden a bosques forestales de pino o eucalipto, las pérdidas económicas de éstas alcanzan los CLP\$78 mil millones anualmente.

A continuación, se muestran requerimientos técnicos del problema, los cuales justifican la posterior propuesta de solución.

9.2.1.1 Punto de ignición de la madera

El punto de ignición de la madera es aquel punto de temperatura en donde la madera se enciende y depende de un grupo de variables, entre ellas, la especie de árbol con la que se esté trabajando.

Tiempo a la ignición de especímenes de madera								
Madera	Temperatura a la que no hubo ignición a los 40 min. [°C]	Minutos de exposición a una llama piloto antes que sucediera la ignición						
		180 °C	200 °C	225 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C
Pino palustre	157	14,3	11,8	8,7	6,0	2,3	1,4	0,5
Roble rojo	157	20,0	13,3	8,1	4,7	1,6	1,2	0,5
Alerce americano	167	29,9	14,5	9,0	6,0	2,3	0,8	0,5
Alerce deciduo occidental	157	30,8	25,0	17,0	9,5	3,5	1,5	0,5
Abeto noble	187	-	-	15,9	9,3	2,3	1,2	0,3
Abeto oriental	180	-	13,3	7,2	4,0	2,2	1,2	0,3
Secuoya	157	28,5	18,5	10,4	6,0	1,9	0,8	0,3
Abeto de Sitka	157	40,0	19,6	8,3	5,3	2,1	1,0	0,3
Tilo americano	167	-	14,5	9,6	6,0	1,6	1,2	0,3

Tabla 16: Tiempo de ignición de especímenes de madera

Fuente: National Bureau of Standards (en la actualidad National Institute for Standards and Technology (NIST))

9.2.1.2 Disposición de los árboles

En un principio se plantan entre 1.100 y 1.500 plantas por hectárea. Luego se realiza el raleo (tala forestal en el que se derriban los peores árboles para darle más espacio a los mejores especímenes). Así, aunque depende de la técnica de raleo ocupada, la disposición de los árboles en los bosques es, por lo general, uniforme y ordenada.

Además, se debe tomar en cuenta que en los bosques de pino insigne la presencia de sotobosque (vegetación formada por matas y arbustos que crece bajo los árboles de un bosque) es muy baja comparada con la de otras especies.

Por lo anterior, los únicos obstáculos que se presentan como dificultad real para la señal en un bosque de pino, son las ramas más bajas de los árboles, las cuales van siendo cortadas a medida que crece el árbol para no crear nudos en el tronco (los cuales disminuyen el valor comercial de la madera).

9.2.1.3 Topografía: Disposición de las hectáreas

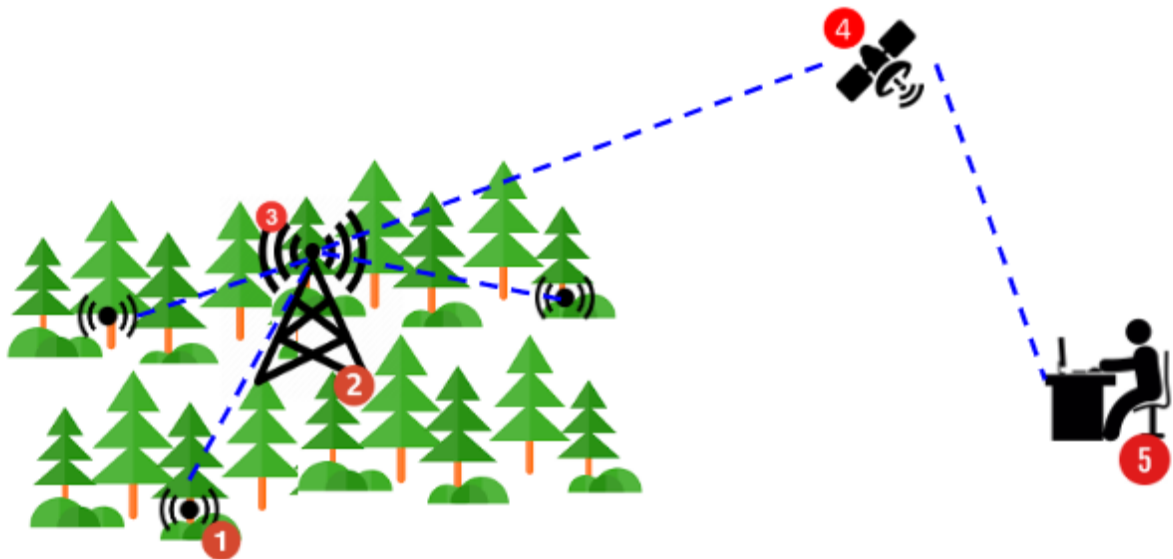
Se considera la mayor dificultad para lograr buena conectividad en un bosque. La mayor parte del bosque chileno se encuentran en la zona cordillerana, lo que implica una topografía intrincada. Los bosques de la zona de Cholguán, Yungay, se caracterizan por una topografía llana.

9.2.2 Solución

Monitoreo del bosque minuto a minuto a través de sensores de humedad, temperatura y anhídrido carbónico, los cuales están conectados a una red privada de comunicación instalada en las inmediaciones del bosque.

La red, a su vez, utiliza comunicación satelital para conectar la red privada de sensores con todos los agentes de interés (jefe de protección de incendios, brigada de incendios, etc). El hecho de que la red esté conectada a través de tecnología satelital permite asegurar la transmisión de datos sin importar dónde se encuentren los agentes o qué tan apartado se encuentre el bosque.

La Ilustración 4 muestra el funcionamiento de la red.



*Ilustración 4:Funcionamiento de red de sensores y comunicación externa
Fuente: Elaboración propia*

1. Sensor de monitoreo
2. Antena: Obra civil asociada a la instalación del Gateway. Dependiendo del cada caso particular (topografía, densidad del bosque, sotobosque, etc), podrá ser un poste de 2 metros de altura o una torre de 30 metros de altura.
3. Gateway: Dispositivo de unificación de datos
4. Nanosatélite
5. Agente de empresa forestal (jefe de brigada de incendios, por ejemplo).

Las tres variables monitoreadas por el sensor están asociadas a cierto rango de magnitud en el cual se consideran normales.

Se envían datos fuera de la red de comunicación privada únicamente si es que los sensores detectan un incendio, enviando una señal de alarma a la unidad pertinente. Los sensores generan esta alarma si se cumple uno de los siguientes dos casos:

1. Dos de tres de las variables toman valores por fuera de su rango de normalidad (predefinido).
2. Dos sensores contiguos muestran al menos una de sus variables fuera de los rangos de normalidad.

Los sensores son dispuestos en el fuste del árbol, en altura, anclados en el perímetro de éste. Su recubrimiento es robusto y de color café, disminuyendo la posibilidad de actos vandálicos.

La batería de los sensores tiene una vida útil de 3 años.

9.2.3 Métricas clave

Las métricas se dividen según su naturaleza: de operación o de servicio.

9.2.3.1 Indicadores clave para la operación

1. Sensores por hectárea: 0.5
2. Hectáreas por antena: 0.1
Se estima que en bosque que en bosque de alta densidad cada gateway tiene un alcance de entre 500 y 1500 metros a la redonda. Los cálculos están realizados bajo un alcance de 500 metros a la redonda (el caso más desfavorable).
3. Frecuencia de monitoreo: 1 muestreo por minuto
4. Tiempo de instalación: 1 hora por sensor

9.2.3.2 Indicadores clave en torno al servicio

1. Índice de sensores efectivos: $0.95 <$
2. Proporción de bosque iluminado: $0.85 <$

Los parámetros de los indicadores clave en torno al servicio deben ser testeados en la fase de prototipado y los valores son únicamente referenciales. Además, tanto los indicadores operacionales como de servicio pueden verse modificados de manera obligada por la topografía del lugar o los requerimientos particulares del cliente.

9.2.4 Ventaja especial

Alta competencia técnica en el diseño de solución.

La empresa ha desarrollado una red de contactos y alianzas en la industria forestal, relevantes para la interacción con clientes y ajustabilidad de la solución.

Los sensores están diseñados y programados de manera tal que éstos no transmiten datos a menos que encuentren variables fuera de los parámetros de normalidad. Así mismo, la red privada no transmite datos al exterior a menos que se cumplan uno de los dos casos de alerta. Este diseño permite optimizar el uso de batería de cada sensor y disminuye de manera significativa el costo de transmisión de datos satelital, el cual es una de las principales barreras para el uso de este tipo de tecnologías.

9.2.5 Segmento de clientes

Empresas forestales con plantaciones de pino o eucalipto, que sean propietarios de bosques por sobre las 500 hectáreas, en el territorio chileno.

Dentro de este segmento se encuentra: Arauco, Bio-bio, CMPC, Masisa y Mininco

9.2.6 Canales

El segmento de clientes escogido está bien definido y es acotado. Tal como se demuestra en la sección 9.2.5, los potenciales clientes son completamente identificables, lo que permite un acercamiento directo a ellos.

El principal canal de ventas es directamente a ellos mediante reuniones, además de una oficina como punto de ventas y reuniones ubicada en la ciudad de Santiago.

.

9.2.7 Estructura de costes

Los costos se dividen en 4 categorías, nombradas en la Tabla 17. Más adelante se describe cada categoría, los costos que la componen y se declara el monto asociado a cada uno. Luego, un resumen de costos.

Costos iniciales	Costos fijos		Costos variables	
	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos
Prospección	Servidor	Oficina	Sensores	-
Instalación		Materiales de oficina	Software	
Prueba		Gastos básicos	Comunicación	
Antena		Secretaria	Supervisor*	
Gateway			Camioneta*	
Equipo de comunicación			Combustible*	
			Viático*	
			Gastos administrativos*	
			Reposición de baterías	

*Se duplican al alcanzar una demanda acumulada de 30 mil hectáreas.

*Tabla 17: Composición de costos según categoría
Fuente: Elaboración propia*

9.2.7.1 Costos iniciales

Corresponden a costos en los que se incurre sólo una vez al principio de cada proyecto de instalación. Son pagados por el cliente en su totalidad. Están compuestos por 4 ítems:

1. Prospección: Visita al terreno en el cual se instalarán los sensores para determinar posible ubicación de ellos, ubicación del gateway y forma de extracción de datos.
2. Instalación: Instalación de los sensores en el bosque y comprobación de conectividad.
3. Prueba: Prueba de la red completa una vez instalados todos los sensores.
4. Antena: Obra civil en donde se debe instalar el gateway.
5. Gateway: Dispositivo de unificación de datos.
6. Equipo de comunicación (satelital): Dispositivo terrestre para establecer comunicación satelital.

La Tabla 18 muestra los montos de dinero asociado a cada costo inicial.

Costos Iniciales				
n° de has	500	2000	6500	20000
Prospección	\$300,000	\$480,000	\$480,000	\$480,000
Instalación	\$1,666,667	\$6,666,667	\$21,666,667	\$66,666,667
Prueba	\$120,000	\$300,000	\$300,000	\$300,000
Subtotal	\$2,086,667	\$7,446,667	\$22,446,667	\$67,446,667
Antenas	\$13,500,000	\$54,000,000	\$175,500,000	\$540,000,000
Equipo satelital	\$269,500	\$269,500	\$269,500	\$269,500
Gateways	\$17,850,622	\$71,402,488	\$232,058,087	\$714,024,882
Subtotal	\$31,620,122	\$125,671,988	\$407,827,587	\$1,254,294,382
Total	\$33,706,789	\$133,118,655	\$430,274,253	\$1,321,741,049

*Tabla 18: Montos costos iniciales
Fuente: Elaboración propia*

Como se infiere de la tabla, los costos iniciales dependen del número de hectáreas a iluminar. Además, dependen directamente de algunos de los indicadores operacionales definidos en el capítulo 9.2.3.

En la tabla se muestran los costos al instalar los gateways en antenas tipo poste de dos metros de altura con un costo de CLP\$2.700.000 por antena.

9.2.7.2 Costos fijos directos

1. Servidor: El costo asociado al servidor es independiente de otras variables y de un valor de CLP\$20.000 mensual.

9.2.7.3 Costos fijos indirectos

1. Al alcanzar las 6.500 hectáreas acumuladas iluminadas (al año 3 según pronóstico de demanda, ver capítulo 13. Factibilidad económica), se hace factible – y necesario- la instalación de una oficina, la cual comprende la totalidad de los costos fijos independientes de la cantidad de hectáreas. Además, desde que se tiene iluminadas de manera acumulada 2000 hectáreas (año 2 según flujo de caja – capítulo 13), se incorporan gastos de administración, que corresponde al pago de sueldo a un ingeniero industrial (a cargo del negocio) y un ingeniero eléctrico senior a cargo del área técnica).

La Tabla 19 muestra el monto asociado a cada ítem.

Costos fijos independientes	Valor mensual (CLP)
Oficina	\$400,000
Gastos básicos	\$100,000
Materiales de oficina	\$50,000
Secretaria	\$600,000
Gastos administrativos	\$3,000,000
Total	\$3,150,000

Tabla19: Monto de costos fijos independientes
Fuente: Elaboración propia

9.2.7.4 Costos variables directos

1. Sensores:

Si bien la instalación de los sensores es parte del costo inicial y es pagado por el cliente, los sensores son pagados por Aurora Space y su costo será amortizado en 24 meses gracias a la mensualidad que pague por el servicio el cliente. Es por eso por lo que los sensores y el trabajo de software asociado se considera un costo mensual que dura 24 meses.

Las Tablas 20 y 21 muestran los costos asociados a los componentes de cada sensor (en dólares convertidas a pesos chilenos a CLP\$750 por dólar) y las horas hombre asociadas a su ensamble, construcción de carcasa, prueba en laboratorio y empaquetamiento de cada uno, dependiendo de la cantidad de sensores que se manufacturen.

HH		
Ensamble	-	-
Carcasas	-	-
Prueba	0.5	-
Empaquetamiento	2	-
Total	3	-
Sueldo ing jr	1200000	-
Valor HH	HH/sensor	Costo HH/sensor
6666.666667	3	20000

Tabla 2019: Horas hombre asociadas a manufactura de sensor
Fuente: Aurora Space

	/100	/500	/1000
Humedad	\$1.82	\$1.53	\$1.43
Temperatura	\$0.57	\$0.48	\$0.43
Gas	\$33.85	\$33.85	\$33.85
MCU + LoRa	\$13.57	\$11.87	\$10.47
Antena	\$7.08	\$7.08	\$7.08
Batería	\$5.95	\$5.95	\$5.95
Placa	\$5.00	\$5.00	\$5.00
Case	\$30	\$30	\$30
Misc mec	\$15	\$15	\$15
Misc elec	\$10	\$10	\$10
Total costos USD	\$122.84	\$120.76	\$119.21
Total costos CLP	\$92,130	\$90,570	\$89,408
Costo HH	\$20,000.00	\$20,000.00	\$20,000.00
Costo total CLP	\$112,130.00	\$110,570.00	\$109,407.50

Tabla 21: Descomposición de costos por sensor según cantidad
Fuente: Aurora Space

Para el año dos se asume que habrá una mejora operativa, y que los operadores se demoraran la mitad en la construcción de cada sensor, por lo que el costo total del sensor disminuye, tal como lo muestra la tabla:

	/100	/500	/1000
Humedad	\$1.82	\$1.53	\$1.43
Temperatura	\$0.57	\$0.48	\$0.43
Gas	\$33.85	\$33.85	\$33.85
MCU + LoRa	\$13.57	\$11.87	\$10.47
Antena	\$7.08	\$7.08	\$7.08
Batería	\$5.95	\$5.95	\$5.95
Placa	\$5.00	\$5.00	\$5.00
Case	\$30.00	\$30.00	\$30.00
Misc mec	\$15.00	\$15.00	\$15.00
Misc elec	\$10.00	\$10.00	\$10.00
Total costos USD	\$122.84	\$120.76	\$119.21
Total costos CLP	\$92,130.00	\$90,570.00	\$89,407.50
Costo HH	\$10,000.00	\$10,000.00	\$10,000.00
Costo total CLP	\$102,130.00	\$100,570.00	\$99,407.50

Tabla 22: Descomposición de costos por sensor al segundo año
Fuente: Aurora Space

2. Comunicación:

Los costos mensuales que no dependen del costo asociado a la amortización de la compra de sensores en 24 meses son la transmisión de datos fuera de la red. Estos dos costos deben ser pagados mensualmente por Aurora Space con el fin de mantener el servicio ofrecido al cliente.

Con el objetivo de saber si todos los sensores están funcionando de manera satisfactoria en el tiempo, la red emitirá al exterior lo que se llama un “heart beat” con frecuencia de 48 horas. Así, si Aurora Space no recibe datos desde alguno de los sensores a través del “heart beat”, sabe que podría tratarse de un sensor en mal estado y envía a su supervisor (revisar costos fijos dependientes del número de hectáreas) a revisarlo. El envío de estos datos representa un costo dependiente del número de hectáreas iluminadas y del índice de sensores por hectárea.

El tipo de servicio de comunicación satelital elegido es con un sistema de crédito., por un total de \$291.087 CLP mensuales por cada 500 hectáreas, en donde se debe tener disponible un nivel de crédito mensual para costear el envío de datos, el cual es cobrado según tamaño de mensaje y el número de mensajes enviados.

Las tablas 23, 24 y 25 explican el paso a paso de cómo se calcularon los costos por envío de datos, según número de sensores (o nodos) y frecuencia de envío.

Total de transmisión por mes (bytes), tamaño de mensaje: 100 bytes						
	Frecuencia transmisión (horas)					
Número de nodos	1	2	4	12	24	48
250	18000000	9000000	4500000	1500000	750000	375000

Tabla 23: Cantidad de datos transmitidos según número de nodos y frecuencia de transmisión
Fuente: Aurora Space

Créditos necesarios, bytes por crédito: 50 bytes, costo crédito: CLP\$38.8						
	Frecuencia transmisión (horas)					
Número de nodos	1	2	4	12	24	48
250	360000	180000	90000	30000	15000	7500

Tabla 24: Cantidad de créditos necesarios según cantidad de datos transmitidos
Fuente: Aurora Space

Costo mensual de envío por satélite (CLP)						
	Frecuencia transmisión (horas)					
Número de nodos	1	2	4	12	24	48
250	13972176	6986088	3493044	1164348	582174	291087

Tabla 25: Costo mensual de transmisión satelital según créditos necesitados
Fuente: Aurora Space

Se muestra el cálculo en base a 250 nodos porque este número corresponde a la cantidad de sensores instalados en 500 hectáreas según el índice de sensores por hectárea declarado.

- Supervisor: Como parte del servicio de monitoreo, se incluye un supervisor de profesión técnico forestal y capacitado en temas de comunicación, cuyo rol es monitorear in situ el correcto funcionamiento de la red de comunicación. La tabla 26 muestra los montos asociados a esta parte del servicio.

Costos fijos dependientes	Valor mensual (CLP)
Supervisor	\$1,000,000
Camioneta	\$458,333
Combustible	\$375,000
Viático	\$330,000
Total	\$2,163,333

*Tabla 20: Monto de costos fijos dependientes
Fuente: Elaboración propia*

Se consideran costos dependientes de la cantidad de hectáreas ya que se estima que un supervisor tiene la capacidad de monitorear, a lo más, 30 mil hectáreas, por lo que cuando el negocio sobrepase las 30 mil hectáreas acumuladas iluminadas, estos costos se duplican, contratando a un segundo supervisor.

La camioneta se arrienda mensualmente. El costo de combustible está calculado para una camioneta que rinde 10 km por litro, a \$600 pesos el litro de petróleo y recorriendo 75 mil km al año.

- Reposición: La vida útil de las baterías de litio que componen cada sensor es de 3 años, mientras que de los demás componentes del sensor es de 12. Aurora Space se responsabiliza por el costo asociado a la reposición de las baterías, el cual es de CLP\$8.898 por cada hectárea iluminada.

9.2.7.5 Resumen de costos y análisis

La estructura de costos está analizada en base a la unidad “costo mensual por hectárea”. Este costo es calculado incorporando todos los costos mencionados anteriormente, a través del cálculo matemático que representa a cada uno.

$$CMH = \frac{CostoVariableDirecto * Demanda}{24} * X_t + \frac{CostoFijo}{DemandaAcumulada} + \frac{CostoVariable}{DemandaAcumulada} * Y_{DA}$$

Ecuación 1: Calculo de Costo Mensual por Hectárea

Con

$$X_t = \begin{cases} 1 & \text{si } t < 25 \text{ meses} \\ 0 & \text{si no} \end{cases}$$

y

$$Y_{DA} = \begin{cases} 2 & \text{si } DemandaAcumulada \geq 30.000 \text{ hectáreas} \\ 1 & \text{si no} \end{cases}$$

La Tabla 27 muestra el costo mensual por hectárea (CMH) durante los primeros 24 meses (en donde se está tomando los costos de los sensores instalados). CMH adm es la incorporación de costos administrativos (3 millones de pesos chilenos) desde el segundo año de operación.

La Tabla 27 también muestra los costos fijos mensuales por hectárea (CFMH) que son los costos mensuales por hectárea luego de pasados los primeros 24 meses, cuando ya no se tiene el costo de compra de los sensores. Se puede apreciar como disminuyen los costos luego de los primeros dos años de operación.

Año	Hectáreas iluminadas	Hectáreas iluminadas acumuladas	CFMH	CMH, 24 meses	CMH adm 24 meses
1	500	500		\$3,540	\$9,023
2	1500	2000		\$4,327	\$5,902
3	4500	6500	\$510		\$4,056
4	13500	20000	\$166		\$3,502
5	40500	60500	\$91		\$3,359

Tabla 21: Costos mensuales por hectárea según cantidad de hectáreas iluminadas
Fuente: Elaboración propia

Se observa lo alto que sería el CMH si es que se incorporasen los costos administrativos, la oficina y supervisor en el primer año (\$9,023).

La proporción de los costos que componen el costo mensual por hectárea depende de las hectáreas acumuladas que se estén iluminando en un momento particular y de la cantidad de meses que lleve el proyecto funcionando (el CMH disminuye después de los primeros 24 meses y se convierte en CFMH).

La Ilustración 5 muestra la proporción de la composición del CMH, en donde se observa que los costos mensuales dependientes representan el grueso de los costos, lo que clarifica por qué el CMH es tanto mayor al CFMH en la Tabla 27.

Proporción de costos en CMH al iluminar 2000 hectáreas

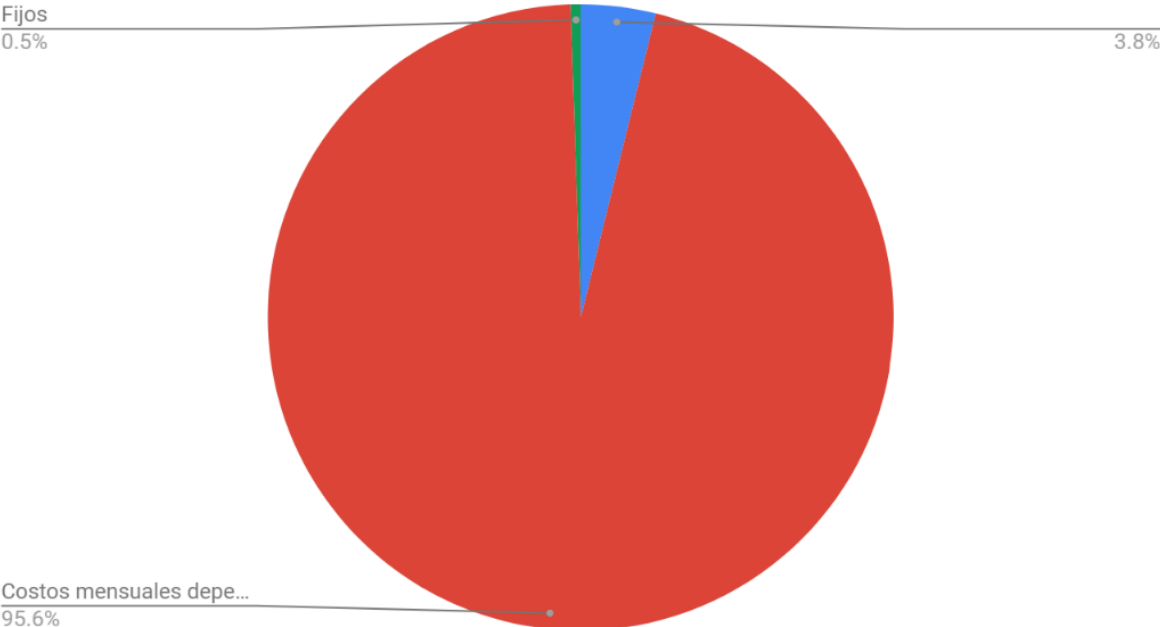


Ilustración 5: Proporción de costos en CMH al iluminar 2000 hectáreas
Fuente: Elaboración propia

Dada la importancia del costo por sensor en la estructura de costos de los CMH, se analizan los costos que componen cada sensor, detallados en las Ilustraciones 6 y 7.

Composición de costos por sensor en cantidades bajo las 500 unidades

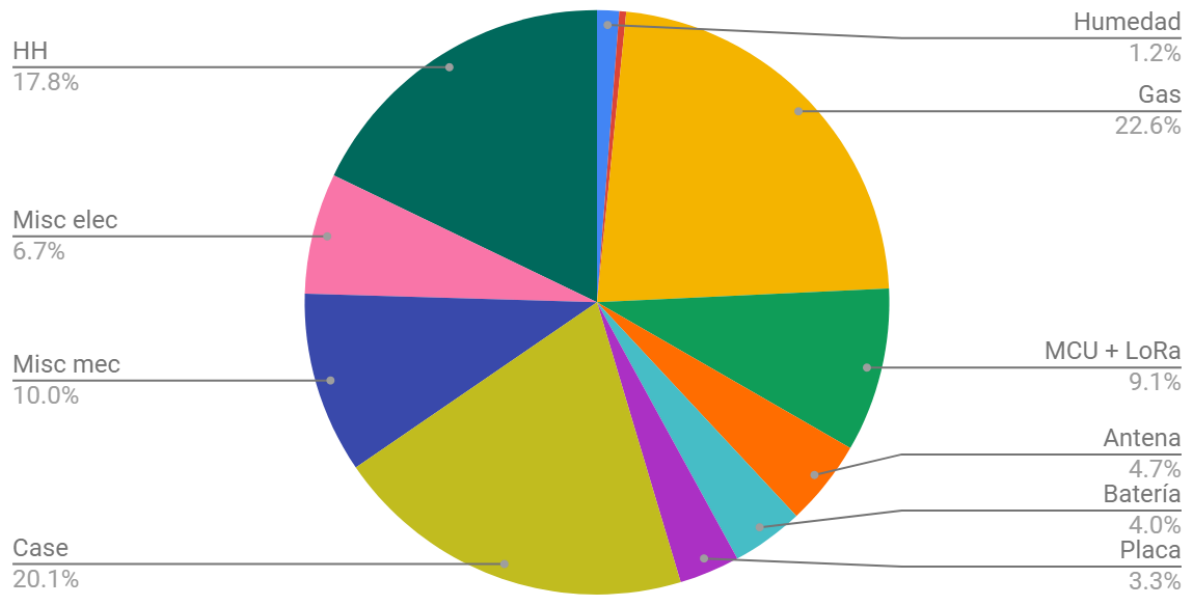


Ilustración 6: Costos por sensor en cantidades bajo 500 unidades
Fuente: Elaboración propia

Composición de costos por sensor en cantidades por sobre 1000 unidades

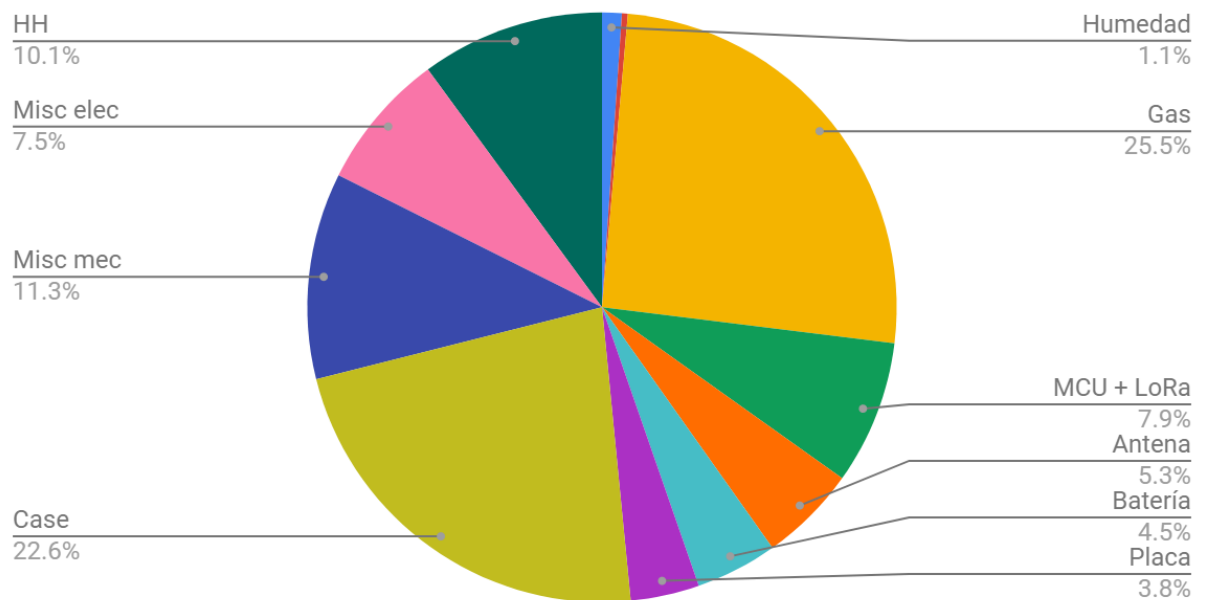


Ilustración 7: Costos por sensor en cantidades por sobre 1000 unidades
Fuente: Elaboración propia

Si bien el componente que monitorea los gases del entorno representa en ambos casos el mayor costo proporcional por sensor, es también el que entrega mayor valor a la solución. Aun cuando una baja humedad y altas temperaturas son condiciones muy propicias para la generación de un incendio, no significan necesariamente que se haga gatillado un incendio, mientras que la presencia de anhídrido carbónico supone, de manera definitiva, la presencia de combustión en el entorno.

9.2.8 Flujo de ingresos

Los flujos percibidos están dados por el pago mensual del cliente por hectárea monitoreada. Tal como se especifica más adelante en la sección 9.3.2, el valor mensual de la hectárea monitoreada es de \$7.000 pesos chilenos durante los primeros dos años y luego el precio por hectárea disminuye a \$5.000 desde el año 3 en adelante.

Se agrega a lo anterior que se le cobra al cliente, al inicio del proyecto, un monto correspondiente a los costos de instalación y compra de sensores, lo cual será descontado de su mensualidad desde el inicio del servicio (mes 7 del año 1) durante un periodo de 17 meses.

9.2.9 Propuesta de valor única

Monitoreo de bosques y alerta temprana de incendios a través de una solución de bajo costo, en tiempo real, efectiva e independiente de lo remoto del bosque.

10. Plan de marketing: Alerta temprana de incendios

10.1 Plan de marketing estratégico

La solución propuesta tiene como objetivo ayudar de manera complementaria a otras soluciones a la alerta temprana de incendios forestales y así disminuir las millonarias pérdidas ocasionadas por éstos.

El servicio está diseñado para poder ser implementado en cualquier gran compañía forestal chilena que posea plantaciones de pino o eucalipto.

El mercado en que se desea operar y la solución diseñada requieren una estrategia de crecimiento agresiva, por lo que se apunta a la escalabilidad en el corto plazo.

La misión del proyecto es aportar a la protección de la naturaleza chilena a través del uso de tecnologías.

10.2 Marketing táctico: Marketing Mix

10.2.1 Producto

Se ofrece el servicio de monitoreo minuto a minuto los niveles de humedad, temperatura y CO2 del bosque.

Se ofrece la instalación de las antenas para iluminar el bosque. La cantidad de antenas a instalar depende de la topografía y dimensiones del lugar.

10.2.2 Precio

- El cliente debe pagar los costos iniciales del proyecto (los cuales se detallan en 9.2.7.1). más gastos. Por gastos se refiere a gastos de transporte, traslado al lugar, alimentación y alojamiento para el equipo.
- La empresa cliente debe proporcionar un guía (guarda parques o personal que conozca las inmediaciones), que acompañe al ingeniero eléctrico en las etapas de prospección e instalación.
- El precio por hectárea es de \$7.000 pesos chilenos durante los primeros 24 meses de funcionamiento de la red.
- El precio por hectárea es de \$5.000 desde el mes 25 en adelante.

El proceso de manufactura de los sensores, instalación de antenas y gateways, levantamiento de la red y prueba de conectividad toma 7 meses. Por lo que si se cierra un trato el primero de enero (en medio de la temporada de incendios), la red debiese estar operativa en los inicios de la siguiente temporada de incendios (1ro de agosto).

Dado que el cobro mensual comienza al momento en que la red esté operativa, en un principio no se tiene liquidez para realizar la inversión de compra de sensores, por lo que se le pide al cliente una mensualidad desde el mes 1 hasta el mes 7 que corresponda únicamente a los costos mensuales por hectárea (CMH). Luego, lo pagado en esos 7 meses se le descuenta paulatinamente de su mensualidad desde el mes 8, en 17 meses (la deuda al cliente se termina de pagar en el mes 24).

Pasado el año 3, ya no se le pide esto al cliente, debido a que existe liquidez suficiente para que la empresa realice la inversión.

10.2.3 Plaza

Plaza directa.

A partir del año 3 (cuando la demanda justifica los costos asociados) se instala oficina en Santiago.

10.2.4 Promoción

Promoción B2B desde una perspectiva técnica.

11. Plan de operaciones

11.1 Proceso productivo: Construcción e instalación de sensores

El proceso para realizar un proyecto de monitoreo de bosques cuenta con 7 etapas:

1. Prospección del terreno
2. Ensamble
3. Construcción de carcasas
4. Prueba de sensores ensamblados
5. Empaquetamiento
6. Instalación de sensores en terreno
7. Prueba del sistema completo

Desde la Tabla 28 a la 34 se describe en mayor detalle cada etapa del proceso.

Tarea	Ensamble de unidades
Número	1
Objetivo	Mandar a fabricar un número de sensores (dependiente de la cantidad de hectáreas a monitorear) a una empresa externa (placas electrónicas y partes)
Personal requerido	Ingeniero eléctrico senior / junior
Tiempo requerido	2 meses / 2 meses
Dependiente de	Ninguna
Observaciones	Los tiempos involucrados en esta tarea dependen de la empresa fabricante y pueden variar por cosas como: disponibilidad de componentes, desaduanaje en aduanas nacionales y tiempos de transporte

Tabla 22. Tarea 2. Fuente: Aurora Space

Tarea	Construcción de carcasas
Número	2
Objetivo	Mandar a fabricar un numero de carcasas (dependiente de la cantidad de hectáreas a monitorear) a una empresa externa
Personal requerido	Ingeniero eléctrico senior / junior
Tiempo requerido	3 meses / 3 meses
Dependiente de	Ninguna
Observaciones	Los tiempos involucrados en esta tarea dependen de la empresa fabricante y son extensos principalmente pues el método que se desea ocupar es fabricación por impresión 3D. Se puede hacer en paralelo con la tarea 2.

Tabla 23. Tarea 3. Fuente: Aurora Space

Tarea	Prueba de sensores a la llegada
Número	3
Objetivo	Probar la funcionalidad de los sensores una vez recibidos
Personal requerido	Ingeniero eléctrico senior / junior
Tiempo requerido	0,5 hora / 0,5 hora (por sensor)
Dependiente de	1
Observaciones	Las pruebas de funcionalidad incluyen cosas básicas para ver si hay algún defecto en las placas fabricadas y dependen de tener un gateway previamente configurado.

Tabla 24. Tarea 4. Fuente: Aurora Space

Tarea	Empaquetamiento de sensores
Número	4
Objetivo	Armado y programación de sensores con parámetros específicos según el lugar/empresa de instalación
Personal requerido	Ingeniero eléctrico senior / junior
Tiempo requerido	1 horas / 1 horas (por sensor)
Dependiente de	2
Observaciones	Esta tarea puede no ser dependiente de 3 pero, en ese caso, se extenderían los tiempos considerados

Tabla 25. Tarea 5. Fuente: Aurora Space

Tarea	Prospección del terreno
Número	5
Objetivo	Visitar el terreno en el cual se instalarán los sensores para determinar posible ubicación de ellos, ubicación del gateway y forma de extracción de datos
Personal requerido	Ingeniero eléctrico senior / junior
Tiempo requerido	1 día por cada 100 hectáreas. 12 días para todo bosque por sobre las 1200 hectáreas.
Dependiente de	4
Observaciones	Esta prospección se debe hacer acompañada de personal de la empresa dueña del bosque

Tabla 26. Tarea 5. Fuente: Aurora Space

Tarea		Instalación de sensores en terreno
Número		6
Objetivo		Instalar los sensores en el bosque y comprobar su conectividad
Personal requerido		Ingeniero eléctrico senior / junior
Tiempo requerido		1 hora / 1 hora (por sensor)
Dependiente de		5
Observaciones		El tiempo estimado de instalación considera la llegada al lugar, la prueba y la eventual reubicación de los sensores.

Tabla 27. Tarea 6. Fuente: Aurora Space

Tarea		Prueba de sistema completo
Número		7
Objetivo		Una vez instalados los sensores, se prueba la red completa
Personal requerido		Ingeniero eléctrico senior / junior
Tiempo requerido		2 días / 2 días por cada 500 hectáreas
Dependiente de		6
Observaciones		Este tiempo es el efectivo para medir la funcionalidad durante los dos días siguientes a la instalación, no necesariamente indica un tiempo completo de dos días

Tabla 28. Tarea 7. Fuente: Aurora Space

Así, para tener mayor claridad se puede observar el proyecto a través de la carta gantt de la ilustración 8, en la cual se consideran 500 sensores (1000 hectáreas).

Tarea	Nombre	Mes								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ensamble	█	█							
2	Carcasas	█	█	█						
3	Prueba			█	█					
4	Empaquetamiento				█	█	█			
5	Prospección							█		
6	Instalación							█	█	█
7	Prueba									█

Ilustración 8: Carta Gantt del proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.

Como puede observar en las tablas que describen cada tarea, para el proceso se requiere, a lo menos, dos ingenieros eléctricos (para poder hacer tareas en paralelo). De preferencia un ingeniero senior y uno junior. La carta gantt está construida a partir del supuesto de que solo existe una persona realizando cada tarea. Si bien hay tareas que dependen de factores externos (2 por ejemplo, que depende de los tiempos de una empresa externa), también existen tareas en el que su tiempo de realización disminuye proporcionalmente a la cantidad de personas que trabajan en ella (3, 4 y 5, por ejemplo).

Así, para cumplir con un tiempo de 7 meses entre el momento en que se decide monitorear el bosque y que el servicio esté en marcha se necesita (en términos del proceso productivo):

- 1 ingeniero eléctrico senior
- 2 ingenieros eléctricos junior (memoristas o de máximo 2 años de egreso)

11.2 Servicio

Como se menciona en el punto 9.2.7, como parte del servicio (una vez instalada la red y estando operativa) está considerado un monitoreo en terreno de las instalaciones por parte de un técnico forestal, al menos una vez al mes. Hasta las 30 mil hectáreas se necesita sólo un supervisor, pasado este número se contrata un segundo.

Además, desde el año 3 se cuenta con una oficina en Santiago para concertar reuniones y como punto de venta, por lo que se contrata a una secretaria.

12. Plan de recursos humanos

12.1 Descripción de cargos, salarios y sueldos

12.1.1 Área técnica

1. Gerente técnico:
 - a. Ingeniero eléctrico senior (más de dos años de experiencia).
 - b. Objetivo: Llevar a cabo el proceso productivo de manera óptima en términos técnicos y velar por el correcto funcionamiento del servicio ofrecido al cliente. Es responsable de la realización de las 7 tareas del proceso declarado en la Ilustración 8 y realizador de las tareas 5 y 7.
 - c. Sueldo mensual: CLP\$1.500.000
2. Ingeniero de proyecto:
 - a. Ingeniero eléctrico junior (memorista o recién egresado).
 - b. Objetivo: Ensamblar sensores y entregarlos en estado funcional a nivel individual y listos para ser conectados a la red.
 - c. Salario: CLP\$20.000 por sensor.
3. Supervisor:
 - a. Técnico forestal.
 - b. Objetivo: Mantener la infraestructura de monitoreo en buen estado.
 - c. Sueldo: CLP\$1.000.000 mensual.

12.1.1 Área administrativa

1. Gerente de negocios:
 - a. Ingeniero Industrial
 - b. Objetivo: Llevar las relaciones con los clientes y gestionar correctamente a las personas involucradas en el proceso productivo. Responsable de la entrega del servicio en los estándares declarados. Negociar nuevos proyectos.
 - c. Salario: \$1.500.000
2. Auxiliar administrativo:
 - a. Secretario
 - b. Objetivo: Mantener el funcionamiento de la oficina y punto de ventas de Santiago.
 - c. Salario: CLP\$600.000

12.2 Organigrama

La Ilustración 9 muestra la estructura organizacional propuesta. Ambos supervisores e ingenieros de proyecto responden al gerente técnico, líder del área técnica, quien responde al gerente de negocio.

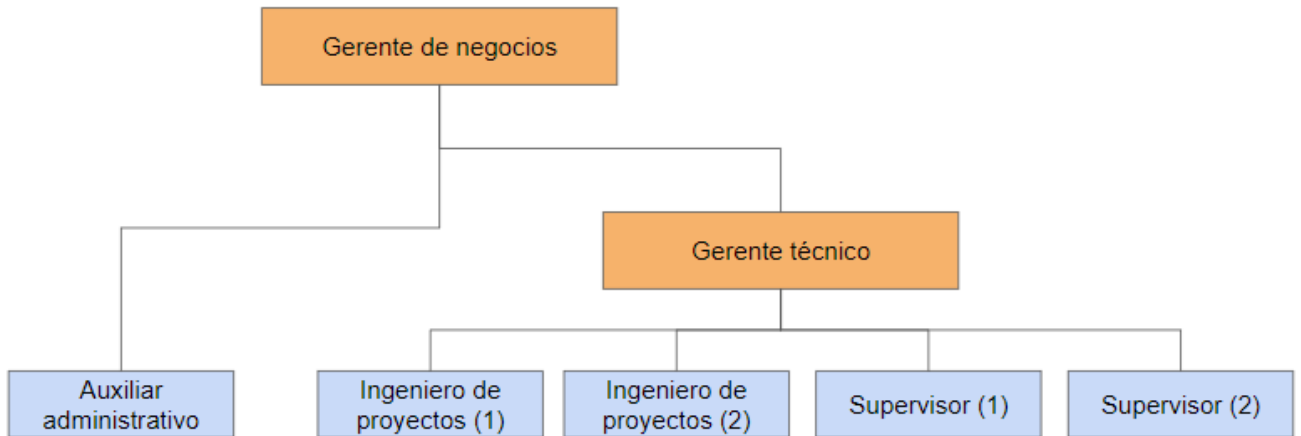


Ilustración 9. Propuesta de estructura organizacional. Fuente: Elaboración propia

13. Factibilidad económica

13.1 Análisis de factibilidad: Demanda satisfecha

Para realizar el flujo de caja se estima que se aborda la siguiente demanda año a año:

Demanda		
Año	hás iluminadas	hás acumuladas
1	500	500
2	1500	2000
3	4500	6500
4	13500	20000
5	40500	60500

Tabla 29: Estimación de demanda satisfecha en 5 años
Fuente: Elaboración propia

La demanda satisfecha presentada es un número referencial y no fue calculada en base a un estudio de pronóstico de demanda.

Sin embargo, teniendo en consideración (1) el mercado abordable de bosques de pino y eucalipto chilenos (3 millones de hectáreas) y (2) el interés presentado por potenciales clientes, la demanda satisfecha se considera razonable, dado que ésta solo representa un 0,3% del mercado total.

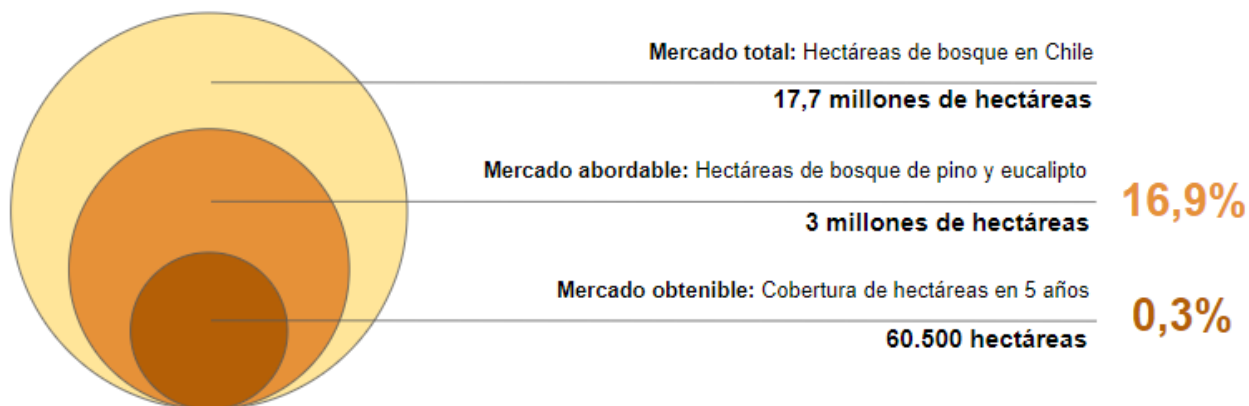


Ilustración 10. Mercado total, abordable y obtenible.
Fuente: Elaboración propia.

La curva de crecimiento de la demanda obtenible propuesta nace de suposiciones técnicas y operacionales sobre cuánta demanda puede ser satisfecha año a año al inicio del proyecto.

13.2 Análisis de factibilidad: Flujo de caja

Tomando en cuenta la estructura de costos presentada anteriormente, la demanda satisfecha y los precios por hectárea iluminada declarados, se realiza un flujo de caja de 5 años.

Antes de realizar el flujo de caja, se lleva a cabo un análisis de ingresos-egresos por ventas por proyecto (y acumulado) a lo largo de los 5 años, detallado en las Tablas 36 y 37, con el fin de tener mayor claridad de los ingresos y egresos generados año a año.

Demanda Acumulada	500	2000	6500	20000	60500
Demanda Anual	500	1500	4500	15000	60500
Ingreso x ventas	\$26,246,845	\$33,253,155	\$37,000,000	\$30,000,000	\$30,000,000
Costos x ventas	\$21,242,338	\$25,962,000	\$24,335,102	\$5,442,958	\$546,000
Ingreso x ventas		\$39,167,495	\$93,929,294	\$111,000,000	\$90,000,000
Costos x ventas		\$37,546,913	\$73,005,307	\$63,036,077	\$14,984,875
Ingreso x ventas			\$1,846,695,005	\$365,116,710	\$333,000,000
Costos x ventas			\$219,015,922	\$189,108,230	\$181,399,469

Tabla 30: Ingresos por ventas y gastos por ventas en 5 años. Parte 1 de 2.
Fuente: Elaboración propia

	500	2000	6500	20000	60500
13500				1	2
Ingreso x ventas				\$472,500,000	\$1,134,000,000
Costos x ventas				\$544,198,408	\$544,198,408
40500					1
Ingreso x ventas					\$1,417,500,000
Costos x ventas					\$1,632,595,223
Ingresos totales	\$26,246,845	\$72,420,650	\$1,977,624,299	\$978,616,710	\$3,004,500,000
Costos totales	\$21,242,338	\$63,508,913	\$316,356,332	\$801,785,672	\$2,373,723,974

*Tabla 31: Ingresos por ventas y gastos por ventas en 5 años. Parte 2 de 2.
Fuente: Elaboración propia*

En amarillo, la demanda acumulada de cada año, la cual está asociada a los costos de cada proyecto y, en naranja oscuro, la demanda satisfecha por cada proyecto particular, la cual está asociada a los ingresos de cada uno. En naranja claro, los años de vida de cada proyecto. En el Anexo e se explica en mayor detalle el cálculo de los resultados de las tablas 36 y 37.

Con la elaboración de las tablas 36 y 37, se calcularon los ingresos totales (en verde) y los costos totales (en rojo) durante los primeros 5 años de negocio. Son estos valores los utilizados en el flujo de caja mostrado en la tabla 38.

	0	1	2	3	4	5
Ingresos totales	\$0	\$26,246,845	\$72,420,650	\$1,977,624,299	\$978,616,710	\$3,004,500,000
Costos totales	\$0	\$21,242,338	\$63,508,913	-\$316,356,332	\$801,785,672	\$2,373,723,974
Depreciación	\$0	\$0	-\$4,672,083	-\$18,234,583	-\$59,262,396	-\$182,345,833
Resultado operacional	\$0	\$5,004,507	\$4,239,654	\$1,643,033,384	\$117,568,643	\$448,430,192
Ganancia/Pérdida de capital	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Ingresos financieros	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Interés	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Pérdidas del ejercicio anterior	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Resultado no operacional	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad antes de impuestos	\$0	\$5,004,507	\$4,239,654	\$1,643,033,384	\$117,568,643	\$448,430,192
Impuesto a las empresas	\$0	\$1,751,577	\$1,483,879	\$575,061,685	\$41,149,025	\$156,950,567
Utilidad después de impuestos	\$0	\$3,252,930	\$2,755,775	\$1,067,971,700	\$76,419,618	\$291,479,625
Depreciación	\$0	\$0	\$4,672,083	\$18,234,583	\$59,262,396	\$182,345,833
Pérdidas del ejercicio anterior	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Ganancia/Pérdida de capital	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo operacional	\$0	\$3,252,930	\$7,427,858	\$1,086,206,283	\$135,682,014	\$473,825,458
Inversión fija	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Valor residual de los activos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Capital de trabajo	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Recuperación del capital de trabajo	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Préstamos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Amortizaciones	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo de capitales	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flujo de caja privado	\$0	\$3,252,930	\$7,427,858	\$1,086,206,283	\$135,682,014	\$473,825,458
VP	\$0	\$2,710,391	\$5,156,774	\$628,324,523	\$65,396,004	\$190,285,001
r	0.20017				VAN	\$891,872,693

Tabla 32: Flujo de caja a 5 años.
Fuente: Elaboración propia

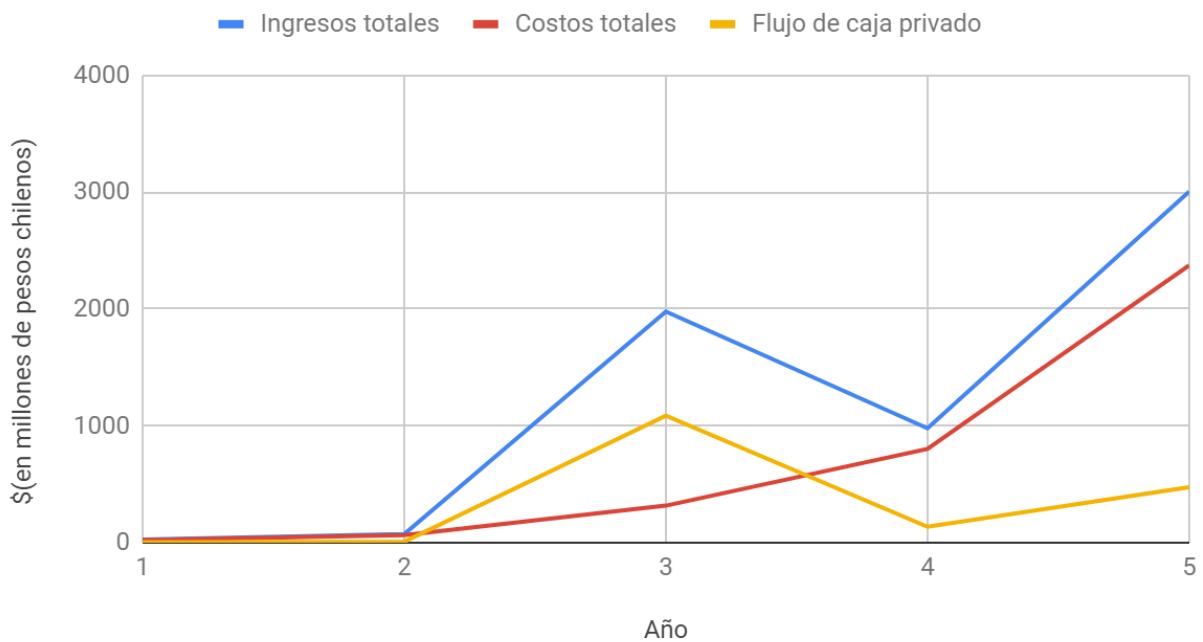
Se considera una depreciación lineal anual de los sensores, con una vida útil de 12 años.

Tal como muestra la tabla, el proyecto presenta un VAN positivo de por sobre los CLP\$890 millones al año 5.

Dado que no se presenta inversión inicial, el valor de la TIR es infinito.

La ilustración 11 presenta una visualización de los flujos de ingreso, egreso y caja para los primeros 5 años después de iniciar el primer proyecto.

Ingresos totales, Costos totales y Flujo de caja privado



*Ilustración 11: Ingresos por ventas, gastos por ventas y flujo de caja privada en el tiempo
Fuente: Elaboración propia*

Se observa como disminuyen los costos con respecto a los ingresos a medida que se avanza en el tiempo (iluminando cada vez más hectáreas). Los ingresos en el año 4 sufren una disminución debido a que es el año en que se realiza el descuento de precio por hectárea de \$7.000 a \$5.000. El flujo de caja privado, si bien muestra una curva ascendente en el tiempo, muestra peaks negativos cada tres años, los cuales se deben al costo de reposición de batería que sufre la caja cada periodo.

13.3 Plan a 3 años

En los capítulos de estructura de costos y de análisis de factibilidad se deja entrever cuales son los hitos principales para los primeros años de operación de la empresa una vez que se empiece a satisfacer la demanda.

Pero el presente trabajo muestra un diseño de solución que aún se encuentra en fase teórica. El siguiente paso para Aurora Space es tan obvio como urgente: prototipado.

Para corroborar la factibilidad técnica del proyecto, se requiere la manufactura de 10 sensores, lo cual (acorde con la Tabla 21) tiene un costo de CLP\$1,121,300 en total.

Dicho lo anterior, para los siguientes 3 años de Aurora Space, tras la entrega de este trabajo, se propone:

13.3.1 Año 1: Prototipado

1. Fecha: A partir de agosto 2019 hasta diciembre del mismo año.
2. Objetivo: Comprobar capacidad técnica de los sensores diseñados en términos de protocolo de comunicación y de capacidad de detección de incendios, y probar en terreno el diseño de su carcasa.
3. Descripción: Se manufacturan 10 sensores. La capacidad de comunicación de los sensores es probada en un laboratorio. En terreno, los sensores son probados en el bosque de pino insigne del fundo "Los Dados" (Chancal, Paso Hondo, Comuna de Quillón, Región del Bío bío), provocando un incendio controlado de ser necesario.
4. Costos: Los costos asociados son la compra de los componentes de los 10 sensores más las horas hombre asociadas a su manufactura (CLP\$1,121,300), más gastos (transporte, alojamiento y alimentación) durante 3 días.
5. Financiamiento: Postulación a fondos de emprendimiento de Proyecto Granada por el monto de \$2.000.000.

13.3.2 Año 2: Proyecto piloto (500 hectáreas)

1. Fecha: Durante año 2020.
2. Objetivo: Probar la red de comunicación en terreno con la instalación de gateways en antenas de 2 y 30 metros, y probar el protocolo de comunicación a mayor escala (250 sensores).
3. Descripción: Se instalan 2 gateways. El primero, en una antena de tipo poste de dos metros de altura y, el segundo, en una antena tipo torre de 30 metros de altura. Además, se instalan 250 sensores. Todo o anterior en 500 hectáreas de bosque de alguna empresa forestal (el jefe de protección de incendios de Forestal Arauco ya ha mostrado interés en trabajar un prototipo en conjunto).
4. Costos: Compra de componentes y manufactura de ambos gateways, construcción de las dos obras civiles asociadas y compra de componentes, manufactura e instalación de sensores. Costos totales: CLP\$18,926,915, más gastos (de transporte, alimentación y alojamiento).
5. Financiamiento: Puede ser un proyecto financiado a través de: el modelo de negocios presentado anteriormente en este trabajo, fondos corfo, o en conjunto con la empresa forestal en la que se implemente.

13.3.3 Año 3: Implementación de modelo de negocio

1. Fecha: Desde el año 2021 en adelante.
2. Descripción: Se implementa la satisfacción de demanda propuesta en el flujo de caja.

14. Hallazgos

14.1 Investigación de mercado

En esta investigación, aun cuando tuvo un carácter exploratorio, se llegó a identificar 22 casos de uso para tecnologías IoT/M2M a través de tecnología satelital. Las entrevistas revelaron un alto interés de los entrevistados a aplicar este tipo de soluciones (especialmente en el sector privado), y los casos de uso identificados dan la impresión de que la cantidad de aplicaciones de interés para las industrias es de gran magnitud.

Tal como se muestra en la introducción, este tipo de soluciones son utilizadas en las industrias del mundo desarrollado. Se concluye de la investigación de mercado que las principales causas del bajo uso de estas aplicaciones en el medio nacional son la desinformación sobre el alcance de las aplicaciones y el juicio, a veces bien fundado y a veces no tanto, de que la tecnología solo tiene alcances altamente costosos.

Si bien queda demostrado que la transmisión de datos a través de tecnología satelital tiene valores muy por sobre los que ofrece la tecnología celular (CLP\$9.900 un plan de datos ilimitados en cualquier gran compañía), la comunicación satelital presenta amplios beneficios en especial en las industrias estudiadas, debido a que dan la oportunidad de solucionar problemas que implican pérdidas (en particular económicas) importantes para los agentes involucrados.

Los resultados de la investigación de mercado muestran, en su mayoría, oportunidades de negocio relacionadas con el monitoreo y cuidado al medio ambiente, lo que evidencia el interés y la tendencia de las industrias hacia el desarrollo de soluciones a este tipo de problemáticas.

Si bien está ampliamente documentado en la literatura, se hace imperativo mencionar la importancia de la investigación de mercado para la posterior formulación del plan de marketing. En especial en los emprendimientos, en donde los escasos recursos deben ser gestionados de manera inteligente y con una estrategia que les de solidez y justificación a los gastos e inversiones.

Aunque la investigación de mercado consistió en una investigación únicamente exploratoria y realizada en un tiempo acotado, generó importantes revelaciones cruciales para el diseño del plan de marketing, y sus resultados fueron la base del trabajo de tesis. Esto deja en evidencia no sólo lo importante que es la realización de la investigación, si no también lo realizable que puede ser, aun cuando se tienen pocos recursos, cuando se tiene una buena definición del problema de investigación y de sus objetivos.

El interés que presentaron (y que aún presentan) algunos de los agentes entrevistados por este tipo de soluciones tecnológicas, es una muestra clara de la eficacia de la investigación de mercado. Actualmente, existen 3 agentes a la espera de los resultados de este trabajo para empezar a discutir alianzas y oportunidades de negocio.

14.2 Plan de marketing

El problema (y oportunidad) a atacar tiene dos aristas fundamentales: (1) Las plantaciones forestales representan un 4% del territorio nacional y (2) la mayor parte de los bosques del territorio nacional se encuentran en sectores montañosos, lo que implica una topografía altamente intrincada.

La primera arista menciona implícitamente la alta amenaza que suponen los incendios forestales en términos tanto ambientales como económicos. La segunda, hace que esta amenaza sea difícil de enfrentar: La topografía de nuestros bosques los convierte en lugares difíciles de monitorear mediante torres de vigilancia y en lugares de difícil (y costoso) acceso, lo cual dificulta la tarea de las brigadas de combate de incendios.

Teniendo en cuenta que al año se pierden \$78 mil millones de pesos chilenos producto de incendios forestales, la disposición a pagar por soluciones al problema no es menor.

En este trabajo se menciona que el valor por hectárea de un bosque adulto es de, a lo menos, CLP\$15 millones. El precio propuesto de \$7.000 pesos por hectárea monitoreada, implica un gasto de \$84.000 pesos anuales, lo que representa apenas un 0,56% de su valor.

El momento de cosecha final de un bosque dependerá de la ubicación de la plantación y del ciclo biológico de la especie, pero asumiendo que ésta sea cuando el bosque tiene 20 años y que se desea empezar a monitorear a través de sensores cuando el bosque se encuentra en su etapa adulta (~12 años), los 8 años de monitoreo representan sólo 3,52% del valor de la hectárea (asumiendo el descuento de \$2.000 después del mes 24 en adelante).

Es importante señalar que la solución al problema que se presenta en este trabajo es una medida complementaria a otras soluciones ocupadas en la actualidad para detectar tempranamente incendios. Existe la posibilidad (y es un indicador de gestión declarado en el capítulo de métricas clave) de que no sea posible, por motivos técnicos o económicos, iluminar toda la superficie de bosque que se quiere monitorear. Por lo que la solución de monitoreo de humedad, temperatura y anhídrido carbónico en bosques

mediante sensores no es, en ningún caso, una solución absoluta al problema o sustituta de las soluciones actuales.

14.3 Factibilidad económica

El alto costo de instalación de antenas, gateways y construcción de sensores impide que esta solución pueda ser implementada a baja escala. En un bosque, un gateway (cuyo costo de instalación considerando la torre en la que tiene que estar sostenido bordea los \$32 millones de pesos) tiene un alcance de 100 hectáreas en un escenario poco optimista, por lo que tan solo considerar realizar esta inversión en menos de esa cantidad es, a lo menos, ilógico.

El CMH empieza a presentar una oportunidad para Aurora Space desde las 500 hectáreas iluminadas acumuladas, ya que permiten ofrecer el servicio a un precio razonable para los clientes, mas, la naturaleza del negocio implica tener foco en la escalabilidad en el corto plazo.

Teniendo en consideración los \$1.121.300 (más gastos) en costos declarados para realizar el prototipado y los \$18.926.915 (más gastos) declarados para el prototipado, se estima que el monto de inversión requerido para completar estas etapas es de aproximadamente \$25.000.000. En el plan propuesto este capital inicial es financiado por distintos fondos tal como se especifica. De no ser ese el caso, esta inversión inicial es recuperada al tercer año de operación (si es que al tercer año se está iluminando únicamente 1500 hectáreas en total) con un VAN de \$25,550,849. Es decir, si es que al tercer año no se están iluminando 1500 hectáreas, se aconseja retirarse del negocio, asumiendo las pérdidas asociadas.

14.4 Hallazgos generales

1. Se identificaron 22 casos de uso en total en las 3 industrias analizadas:
 - 1.1. Seguimiento de camiones de carga agrícola
 - 1.2. Seguimiento de containers
 - 1.3. Seguimiento de ganado: Alerta de robos
 - 1.4. Seguimiento de camiones madereros
 - 1.5. Seguimiento de camiones mineros
 - 1.6. Monitoreo de deformación de suelo en la industria minera
 - 1.7. Detección temprana de plagas agrícolas
 - 1.8. Catastros agrícolas para lograr trazabilidad de productos agrícolas
 - 1.9. Monitoreo de signos vitales de carga dentro de containers
 - 1.10. Monitoreo de cosecha: Humedad, temperatura y heladas

- 1.11. Monitoreo y trazabilidad del ganado
 - 1.12. Alerta temprana de incendios mediante cámara termal
 - 1.13. Alerta temprana de incendios mediante detección de humo
 - 1.14. Monitoreo de conducto de relaves
 - 1.15. Monitoreo de conductos hídricos mineros
 - 1.16. Monitoreo de levantamiento de polvo en caminos de camiones mineros
 - 1.17. Monitoreo de PM10
 - 1.18. Ruteo de camiones mineros
 - 1.19. Ruteo de camiones forestales
 - 1.20. Monitoreo de tranque de relaves
 - 1.21. Monitoreo para mantención de equipos mineros (pala)
 - 1.22. Monitoreo de impacto ambiental en minería
2. De los 22 casos de uso se encontraron, a partir de las competencias internas identificadas en la organización, 7 oportunidades de negocio para ésta:
- 2.1. Alerta temprana de incendios
 - 2.2. Monitoreo de PM10
 - 2.3. Plantaciones: Heladas, humedad y temperatura
 - 2.4. Signos vitales en containers
 - 2.5. Seguimiento de camiones
 - 2.6. Seguimiento de containers
 - 2.7. Monitoreo de conducto hídrico
3. Se diseñó un modelo de negocio a partir de la oportunidad de negocio “Alerta temprana de incendios”, en el cual se define (en resumen):
- 3.1. Problema: Cada temporada de incendios (desde el 1 julio hasta el 30 de junio del año siguiente), en promedio, 52.000 hectáreas son quemadas. El mayor daño corresponde a praderas y matorrales y, en menor medida, a arbolado natural y plantaciones forestales, principalmente pino insigne. Se estima que el valor económico de una hectárea es de a lo menos \$15 millones de pesos chilenos, por lo que en una temporada de incendios (bajo el supuesto de que únicamente el 10% de la superficie que se incendia anualmente corresponde a pino o eucalipto), se pierden \$780 mil millones de pesos chilenos bajo el concepto de incendios de bosques forestales.
 - 3.2. Solución: Servicio de monitoreo en tiempo real de humedad, temperatura y nivel de anhídrido carbónico del bosque, a través de una red de sensores desplegados en éste, los cuales están conectados a una red de comunicación nanosatelital, con el fin de llevar la información con alto nivel de confiabilidad desde lugares remotos (como lo son la mayoría de los bosques) a cualquier parte del mundo. El cobro de este servicio es mensual y por hectárea cubierta.

El cliente debe hacerse cargo de los costos iniciales que corresponden al levantamiento de la red de comunicación que conecta los sensores entre ellos y la instalación de los sensores en el bosque.

- 3.3. Estructura de costos: De definen costos iniciales, fijos y variables, los cuales se representan a través de la unidad Costo por Hectárea (CH).
 - 3.4. Flujo de Ingresos: Para costear la inversión inicial de compra de sensores, se generan ingresos provenientes del cliente, el cual paga un adelanto que será descontado de su mensualidad una vez iniciado el servicio (7 meses después, por tiempo de instalación). Una vez iniciado el servicio en el mes 7, se generan ingresos por concepto de cobro de mensualidad por hectárea monitoreada cuyo precio es de \$7.000 por hectárea en los años 1 y 2, y luego disminuye a \$5.000 por hectárea del año 3 en adelante. Los sensores tienen una vida útil de 8 años, mientras que su batería tiene una vida útil de 3 años. Los costos de reposición de baterías al año 3 son absorbidos por Aurora Space.
4. Las definiciones propuestas fueron testeadas con agentes de interés (Ingeniero Forestal experto en incendios y Jefe de protección de incendios de Forestal Arauco), y se obtuvo reacciones positivas al servicio ofrecido y existe interés de parte de Forestal Arauco para financiar el prototipo, por lo que se considera que las definiciones del modelo de negocio están validadas en el mercado.
 5. El proyecto presenta un VAN a 5 años positivo de CLP\$891.872.693 por lo que el proyecto definido se considera económicamente rentable.
 6. En resumen, para implementar el proyecto, se propone la siguiente planificación a 3 años:
 - 6.1. Año 2019: Fase de prototipado. Manufactura de 10 sensores y su prueba.
 - 6.2. Año 2020: Proyecto piloto. Iluminación de 250 hectáreas de bosques de Forestal Arauco.
 - 6.3. Año 2021: Implementación de modelo de negocio.

14.5 Consideraciones

La oportunidad de negocio elegida, y en base a la cual se formuló el modelo de negocio, debe ser abordada desde una perspectiva de escala, lo cual en principio es una limitante, pero que tiene algunos beneficios: El segmento de clientes a abordar son empresas forestales que tengan plantaciones de pino y eucalipto en bosques por sobre las 500 hectáreas. Los agentes que componen este segmento son acotados y fáciles de identificar, lo que hace que el diseño y mejora de la solución sea mucho más abordable y efectivo.

El precio propuesto por hectárea iluminada es, en principio, sustancialmente mayor al único caso de competencia descubierto (\$4.000, proyecto no implementado de Entel y Forestal Arauco). Dicho lo anterior, la propuesta de valor hacia el cliente es, por lo bajo, muy superior. Se propone una solución de conectividad efectiva sin importar lo apartado y remoto que sea el lugar a monitorear, con una densidad de sensores 15 veces mayor que la ofrecida por Entel (1 sensor por cada 30 hectáreas) y con sensores más complejos y efectivos (se proponía sensores de anhídrido carbónico únicamente).

Ante una problemática compleja y de alta repercusión se plantea una solución completa y efectiva a un precio razonable.

15. Bibliografía

- [1] J. Z. M. Diaz, «New opportunities offered by CubeSats for space research in Latin America: the SUCHAI project case,» *Advances in Space Research*, Santiago, 2016.
- [2] Nanosats database, «nanosats.eu,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.nanosats.eu/cubesat>. [Último acceso: 13 Febrero 2019].
- [3] F. Quezada, «Informe de práctica,» Santiago, 2018.
- [4] Cisco, «cisco.com,» 17 06 2016. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/se/internet-of-things/at-a-glance-c45-731471.pdf>. [Último acceso: 20 Febrero 2019].
- [5] M. L. D. Sarita Agrawal, «Internet of Things – A Paradigm Shift of Future Internet Applications,» AHMEDABAD, 2011.
- [6] D. P. F. P. G. Dr. Ovidiu Vermesan¹, *Internet of Things Strategic Research Roadmap*, 2011.
- [7] C. d. wikipedia, «Wikipedia,» Wikipedia, enciclopedia libre, 13 Junio 2019. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Internet_de_las_cosas&oldid=116676070. [Último acceso: 14 Junio 2019].
- [8] London Economics, «Nanosatellite Telecommunications: A Market Study for IoT/M2M applications,» London Economics, Londres, 2017.
- [9] International Data Corporation, «idc.com,» 18 junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS43994118>. [Último acceso: 12 marzo 2019].
- [10] Machina Research, «machinaresearch.com,» 03 agosto 2016. [En línea]. Available: <https://machinaresearch.com/news/press-release-global-internet-of-things-market-to-grow-to-27-billion-devices-generating-usd3-trillion-revenue-in-2025/>. [Último acceso: 12 marzo 2019].
- [11] Northern Sky Research, «satellite.today.com,» NSR, 23 noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.satellitetoday.com/innovation/2016/11/23/nsr-service-m2miot-satellite-terminals-top-2-5-billion-2025/>. [Último acceso: 19 Marxo 2019].
- [12] B. T. D. J. Storey, «New technology-based firms in the European union: an introduction,» *Research policy*, 1998.
- [13] A. L. Jose Carlos Fariñas, «Las empresas pequeñas de nase tecnológica en España: Delimitación, evolución y características,» Universidad Complutense, Madrid.
- [14] C. K. Penny Lambing, «Empresarios pequeños y medianos,» de *Empresarios pequeños y medianos*, Pearson, 1998, p. 136.

- [15 I. P. Alexander Osterwalder, Bussines Model Generation, New Jersew: John Wiley & Sons inc., 2010.
- [16 O. y. otros, «Orientación al mercado:Enfocado a las necesidades del cliente: "El cliente es el rey",» de *Orientación al mercado:Enfocado a las necesidades del cliente: "El cliente es el rey"*, 1998, pp. 45, 46.
- [17 E. Ries, El método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua, Crown Publishing Group, 2011.
- [18 S. Blank, The Startup Owner's Manua, 2012.
- [19 A. Maurya, Running Lean, Unir Editorial, 2010.
- [20 Kasat, 2012.
- [21 A. S. B. Glaser, The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research, Chicago : Aldine, 1967.
- [22 ODEPA, «Panorama de la agricultura chilena,» Santiago, 2017.
- [23 CONAF, «conaf.cl,» CONAF, 2015. [En línea]. Available: <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/>. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [24 America Economía, «rankings.americaeconomia.com,» 2012. [En línea]. Available: <https://rankings.americaeconomia.com/2012/las-500-mayores-empresas-de-chile/las-mayores-exportadoras.php>. [Último acceso: 05 marzo 2019].
- [25 Instituto Forestal, «Anuario 2018,» Santiago, 2018.
- [26 Sernageomin, «Anuario 2017,» Santiago, 2017.

16. Anexos

Anexo a. Entrevista a agentes de la industria agrícola

La siguiente entrevista se enmarca en el estudio del mercado IoT/M2M satelital perteneciente al proyecto de memoria de la Estudiante de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Chile, Ignacia Navarro Lépez.

La entrevista tiene como objetivo identificar qué casos de uso de la tecnología IoT/M2M satelital que se utilizan en el mundo son aplicables o de interés para las empresas chilenas y cuáles no, y documentar, si es que existen, nuevos casos de uso o aplicaciones.

1. ¿Cree que las tecnologías de comunicación actuales (como tecnología celular) abordan bien los problemas de comunicación que enfrenta la agroindustria chilena hoy?
2. ¿Existe interés como compañía por soluciones del tipo Smart Agro (Internet de las cosas)? ¿Cómo se ve reflejado en la práctica?
3. A continuación, se presentan los casos de uso más frecuentes del mercado Smart Agro de la agroindustria en el mundo:
 - a. **Mejora de la calidad del vino:** Monitoreo de la humedad del suelo y el diámetro del tronco en los viñedos para controlar la cantidad de azúcar en las uvas y la salud de la parra.
 - b. **Monitoreo de invernaderos:** Controlar las condiciones del microclima para maximizar la producción de frutas y verduras y su calidad.
 - c. **Red de estaciones meteorológicas:** Estudio de las condiciones climáticas en los campos para pronosticar la formación de hielo, lluvia, sequía, nieve o cambios de viento.
 - d. **Control del Compost:** Monitoreo de los niveles de humedad y temperatura en alfalfa, heno, paja, etc. para prevenir hongos y otros contaminantes microbianos.
 - e. **Drones agrícolas:** Evaluación de la salud de los cultivos, riego, monitoreo de cultivos, fumigación de cultivos, plantación y análisis de suelo y campo. Los principales beneficios del uso de aviones no tripulados incluyen imágenes de salud del cultivo, mapeo GIS integrado, facilidad de uso, ahorro de tiempo y la posibilidad de aumentar los rendimientos
 - f. **Monitoreo de ganado:** Recopilar datos sobre la ubicación, el bienestar y la salud de su ganado para identificar a los animales que están enfermos para que puedan separarse de la manada, evitando así la propagación de la enfermedad. También reduce los costos laborales debido a localización en tiempo real del ganado.
 - g. **Gestión de flota:** Trackeo de vehículos agrícolas.
 - h. **Monitoreo de almacenamiento:** Monitoreo de nivel de tanques de combustible y agua, permitiendo planificación abastecimiento.
 - i. **Control de plagas**
 - j. **Monitoreo de equipos:** Monitoreo de estado de equipos en tiempo real para planificación de mantención preventiva.
4. ¿Ve en éstos alguna oportunidad de interés para su organización? ¿En cuáles? ¿Qué problemas de su organización abordan?
5. Ordene los que le interesan por orden de prioridad.
6. ¿Qué otros casos de uso o aplicaciones le son de interés para su organización?
¿Existen en su organización otras problemáticas u oportunidades que usted cree que podrían ser abordadas con tecnología de comunicación IoT/M2M nanosatelital? ¿En cuánto se traduce en términos monetarios? ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una solución a su problema?

Anexo b. Entrevista a agentes de la industria minería

La siguiente entrevista se enmarca en el estudio del mercado IoT/M2M satelital perteneciente al proyecto de memoria de la Estudiante de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Chile, Ignacia Navarro López.

La entrevista tiene como objetivo identificar qué casos de uso de la tecnología IoT/M2M satelital que se utilizan en el mundo son aplicables o de interés para las empresas chilenas y cuáles no, y documentar, si es que existen, nuevos casos de uso o aplicaciones.

1.   Cree que las tecnologías de comunicación actuales (como tecnología celular) abordan bien los problemas de comunicación que enfrenta la industria minera chilena hoy?
2.   Existe interés como compa a por soluciones del tipo Smart Mining (Internet de las cosas)?   Cómo se ve reflejado en la práctica?
3. A continuación, se presentan los casos de uso más frecuentes del mercado Smart Mining en el mundo:
 - a. **Reducción de tiempos muertos tras la tronadura:** Después de la tronadura, el área debe ser despejada debido a gases tóxicos y escombros. Al incorporar un sistema para monitorear el aire, el personal es capaz de saber de manera instantánea cuando es seguro volver bajo tierra.
 - b. **Reducción de tiempos en simulacros de evacuación:** Monitoreo de ubicación de trabajadores en tiempo real. Estandarización del proceso a través de notificaciones de evacuación que cubren toda la mina de manera simultánea.
 - c. **Localización de maquinaria:** Monitoreo de la localización de los equipos para reducir tiempo de inicio de turno.
 - d. **Disminución de tiempos muertos en utilización de maquinaria:** Mantención preventiva/planificada de equipos a través de monitoreo constante, evitando evitando fallas en medio de una tarea y dando la opción de hacer orden de nuevas piezas por adelantado.
 - e. **Monitoreo de conductos hídricos:** Monitoreo de fugas de agua en conductos bajo tierra a través de sensores.
 - f. **Monitoreo de tranque de relaves:** Prevención de fugas.
 - g. **Monitoreo de conductos de relaves:** Monitoreo de fugas a través de sensores de presión.
 - h. **Estudios de impacto ambiental:** Monitoreo de parámetros ambientales de interés para entender el impacto de la operación minera en los ecosistemas afectados a nivel regional.
4.   Ve en éstos alguna oportunidad de interés para su organización?   En cuáles?   Qué problemas de su organización abordan?
5. Ordene los que le interesan por orden de prioridad.
6. En particular para el caso de monitoreo de conductos hídrico,   cómo se gestionan las fugas en conductos bajo tierra en BHP?
7.   Qué otros casos de uso o aplicaciones le son de interés para su organización?   Existen en su organización otras problemáticas u oportunidades que usted cree que podrían ser abordadas con tecnología Smart Mining?   En cuánto se traduce en términos monetarios?   Cuánto estaría dispuesto a pagar por una solución a su problema?

Anexo c. Detalle de entrevistados

Industria Agrícola

1. Oscar Camacho
Servicio agrícola ganadero
Cargo: Jefe de división control de frontera. Ex Subdirector.
Fecha de entrevista: 02/04/2019
2. Roberto Tapia
Servicio agrícola ganadero
Cargo: Ingeniero división de protección agrícola
Fecha de entrevista: 02/04/2019
3. Marco Zambrano
Servicio agrícola ganadero
Cargo: Jefe de oficina Villarrica. Ex coordinador regional Araucanía
Fecha de entrevista: 18/04/2019
4. Paula Aguayo
Centro de modelamiento matemático
Cargo: Encargada de proyecto Copernicus Chile
Fecha de entrevista: 08/04/2019
5. Gonzalo Mena
Agrosuper
Cargo: Subgerente de sanidad
China Fruit Solutions
Cargo: Ex socio consultor
Fecha de entrevista: 10/04/2019

Industria Forestal

1. Claudio Preller
CONAF
Cargo: Ingeniero Forestal. Gerencia de Fomento y Desarrollo
Fecha de entrevista: 09/05/2019
2. Andres Weintraub
Universidad de Chile
Cargo: Académico
Forestal Arauco
Cargo: Ingeniero consultor
Fecha entrevista: 24/04/2019
3. German Newmann
Forestal Arauco
Cargo: Jefe de protección de incendios

- Fecha de entrevista: 10/05/2019
4. Sebastián Pérez
CSW: Consultores ambientales
Cargo: Gerente general
Fecha de entrevista: 23/04/2019
 5. Iván Arenas
Otec C&S
Cargo: Gerente general
Ex CMPC
Fecha de entrevista: 26/04/2019

Industria minera

1. Carlos Rodríguez
M4TS Mining support
Cargo: Gerente General
Consultor Minero
Ex Antofagasta Minerals
Ex director de la Sociedad Nacional de Minería
Fecha de entrevista: 05/04/2019
2. Francisco Basebre
CODELCO
Cargo: Gerente general mina Ministro Hales
Fecha de entrevista: 14/04/2019
3. José Miguel Vallejo
CODELCO
Cargo: Subgerente de operaciones TICA
Fecha de entrevista: 10/05/2019
4. Álvaro Hernández
CODELCO
Director de recursos hídricos
Fecha de entrevista: 23/04/2019
5. Gonzalo Arroyo
Komatsu Reman Chile
Cargo: Jefe de innovación
Fecha de entrevista: 10/04/2019

Anexo d. Cálculo de costos de transmisión satelital

Total de transmisión por mes (bytes), tamaño de mensaje: 100 bytes						
	Frecuencia transmisión (horas)					
Número de nodos	1	2	4	12	24	48
25	1800000	900000	450000	150000	75000	37500
50	3600000	1800000	900000	300000	150000	75000
100	7200000	3600000	1800000	600000	300000	150000
250	18000000	9000000	4500000	1500000	750000	375000
500	36000000	18000000	9000000	3000000	1500000	750000
1000	72000000	36000000	18000000	6000000	3000000	1500000
60500	4356000000	2178000000	1089000000	363000000	181500000	90750000

Créditos necesarios, bytes por crédito: 50 bytes, costo crédito: CLP\$38.8						
	Frecuencia transmisión (horas)					
Número de nodos	1	2	4	12	24	48
25	36000	18000	9000	3000	1500	750
50	72000	36000	18000	6000	3000	1500
100	144000	72000	36000	12000	6000	3000
250	360000	180000	90000	30000	15000	7500
500	720000	360000	180000	60000	30000	15000
1000	1440000	720000	360000	120000	60000	30000
60500	87120000	43560000	21780000	7260000	3630000	1815000

Costo mensual de envío por satélite (CLP)						
	Frecuencia transmisión (horas)					
Número de nodos	1	2	4	12	24	48
25	1397218	698609	349304	116435	58217	29109
50	2794435	1397218	698609	232870	116435	58217
100	5588870	2794435	1397218	465739	232870	116435
250	13972176	6986088	3493044	1164348	582174	291087
500	27944352	13972176	6986088	2328696	1164348	582174
1000	55888704	27944352	13972176	4657392	2328696	1164348
60500	3381266592	1690633296	845316648	281772216	140886108	70443054

Anexo e. Flujo de caja

	500	2000	6500	20000	60500
500	1	2	3	4	5
Ingreso x ventas	\$26,246,845	\$33,253,155	\$37,000,000	\$30,000,000	\$30,000,000
Costos x ventas	\$21,242,338	\$25,962,000	\$24,335,102	\$5,442,958	\$546,000
1,500		1	2	3	4
Ingreso x ventas		\$39,167,495	\$93,929,294	\$111,000,000	\$90,000,000
Costos x ventas		\$37,546,913	\$73,005,307	\$63,036,077	\$14,984,875
4500			1	2	3
Ingreso x ventas			\$1,846,695,005	\$365,116,710	\$333,000,000
Costos x ventas			\$219,015,922	\$189,108,230	\$181,399,469

	500	2000	6500	20000	60500
13500				1	2
Ingreso x ventas				\$472,500,000	\$1,134,000,000
Costos x ventas				\$544,198,408	\$544,198,408

40500					1
Ingreso x ventas					\$1,417,500,000
Costos x ventas					\$1,632,595,223
Ingresos totales	\$26,246,845	\$72,420,650	\$1,977,624,299	\$978,616,710	\$3,004,500,000
Costos totales	\$21,242,338	\$63,508,913	\$316,356,332	\$801,785,672	\$2,373,723,974

Las tablas muestran en naranja oscuro la demanda de iluminación de hectáreas para por cada año. Para el primer año se calcula en base a una demanda de 500 hectáreas en donde se generan ingresos por \$26.246.845 CLP que corresponden al pago de la mensualidad por hectárea con descuento al igual que para el año dos, en donde la suma aumenta a \$33.253.155 CLP dado que se empieza a cobrar el precio completo por hectárea a partir de agosto. Se mantiene el cobro completo durante el tercer año y luego se aplica el descuento de precio desde el año 4, lo que disminuye los ingresos.

En cuanto a costos, se debe entender, en primer lugar, que éstos estarán relacionados con la demanda acumulada (y no a la demanda del año particular), la cual está representada en amarillo en la tabla. Así, cuando la demanda acumulada estimada aumenta de 6.500 a 20.000 hectáreas iluminadas, existe una disminución de costos importante. Además, cabe destacar que cada 3 años existen costos de reposición de bateras de sensores de \$8.898CLP por hectárea, costos que son absorbidos por la empresa. Es por lo anterior que en el año 3 los costos, si bien menores que en el año anterior, no sufren una disminución proporcional al aumento de la demanda agregada (de \$25.962.000 a \$24.335.102). No así la diferencia de costos entre los años 4 y 5, en donde se ve una disminución sustancial de costos (de \$5.442.958 a \$546.000) la cual se debe, mayoritariamente, al amplio aumento de demanda agregada entre aquellos años.

Así, las tablas muestran los flujos de ingreso y egreso por cada año teniendo en consideración la demanda el año en particular y la demanda agregada que está siendo cubierta.

Anexo f. Versiones preliminares del modelo de negocio



Ilustración 12. Modelo de negocio versión 1. Elaboración propia

Las principales diferencias de la primera versión diseñada con la versión actual son en los dominios de Solución, Métricas clave y Segmento de clientes.

En un principio la solución fue concebida como la venta de un producto, lo cual, si bien sencillo, presentaba una barrera de entrada importante para los clientes, debido a que ingresos puntuales por venta de productos suponía altos precios de venta.

Además, el segmento de clientes fue definido como dueños de plantaciones de pino y eucalipto, lo cual posteriormente fue acotado a dueños de grandes plantaciones por sobre las 500 hectáreas debido a que, como se explica en la estructura de costes (9.2.7), los costos iniciales asociados a instalación de antenas y el alcance técnico de éstas en términos de comunicación hacen que sea una solución abordable técnica y financieramente sólo en grandes bosques.

La métrica de sensores/hectárea fue en un inicio mayor a la que se trabaja en la última versión. La disminución de densidad fue incentivada por la disminución de costos y porque, en términos técnicos, los sensores pueden lograr un mayor alcance.



Ilustración 13. Modelo de negocios versión 2. Elaboración propia.

Para la segunda versión del modelo la solución ya se concibe como un servicio de monitoreo del bosque con un cobro mensual, pero los sensores considerados monitorean solo las variables de humedad y temperatura; la variable de anhídrido carbónico no fue incorporada en esta versión ya que es la componente más costosa del sensor. En la tercera versión, y final, se incorpora el monitoreo de CO2 ya que (en base a la información recopilada en la entrevista a un investigador del laboratorio de incendios de la universidad de Chile a quien se le mostró el modelo) es la variable de composición del aire la única que puede detectar un incendio de manera certera. Mientras que una muy baja humedad o altas temperaturas son indicios de fuego o riesgo a éste, presencia de CO2 en el aire es una prueba irrefutable de que se está generando combustión en el bosque, mientras que temperatura y humedad pueden ser circunstanciales.

Además, las métricas claves distan de este modelo al final ya que se pensó que la densidad de sensores en el bosque podría ser ajustado según la probabilidad de ocurrencia de incendio de cada zona del bosque: En un bosque existen ciertas zonas que son de mayor probabilidad de ocurrencia ya sea por variables naturales (zonas históricamente secas, planicies, etc) o porque se encuentran cercanas a regiones urbanizadas (sectores de bosque cerca de pueblos o carreteras), entendiéndose que el 99,7% de los incendios son producidos por acciones humanas (ya sea de manera intencional o no intencional).

La segunda versión del modelo propone una densidad de 1 sensor por hectárea en estas zonas de mayor probabilidad de ocurrencia de incendios y 1 sensor cada 5 hectáreas en las zonas menos riesgosas. Este diseño fue descartado debido a que (acorde con el juicio del ingeniero forestal que apoyó en este trabajo): Las zonas de menor probabilidad de ocurrencia tienen esta característica por ser de muy difícil acceso; entendiendo que la forma de atacar un incendio más común es a través de bomberos a pie, se hace de vital importancia mantener monitoreadas las zonas de difícil acceso en una situación de incendio, para así saber cómo manejar los recursos terrestres y aéreos a medida que el incendio va evolucionando.

Así, se termina por definir 0.5 sensores por hectárea en todo el bosque, en la versión final del modelo.