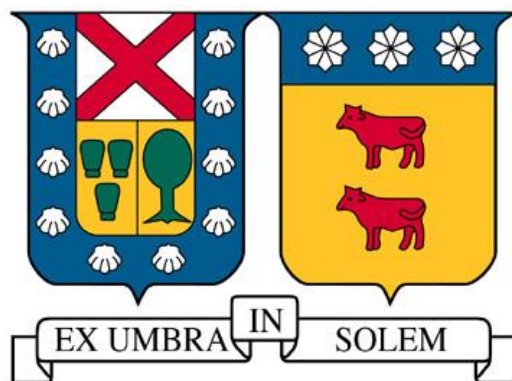


UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO DE AERONÁUTICA
SANTIAGO – CHILE



Estudio de prefactibilidad para un servicio de carga tipo CEP en Chile:
Análisis de demanda, viabilidad operativa y económica en aeródromos
secundarios en la zona centro – sur del país.

Lucas Parker Ahumada

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO EN AVIACIÓN COMERCIAL

Profesor Guía: Martinus Potters
Profesor Correferente: Leonardo Lobos

JULIO 2026

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE
MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO**

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA UN SERVICIO DE CARGA TIPO CEP EN CHILE: ANÁLISIS DE DEMANDA, VIABILIDAD OPERATIVA Y ECONÓMICA EN AERÓDROMOS SECUNDARIOS EN LA ZONA CENTRO – SUR DEL PAÍS"

Nombre del candidato(a): Lucas Parker Ahumada

Carrera / Grado: INGENIERÍA EN AVIACIÓN COMERCIAL

Campus: Santiago Vitacura ; **Departamento:** AERONÁUTICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Martinus Potters, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 24/6/2026; Firma: _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 24/6/2026; Firma: _____

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

BIB-FO2385 01

Tabla de Contenidos

Resumen.....	7
Abstract	9
Introducción	11
Capítulo 1: Antecedentes Generales	13
1.1 Justificación	13
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo General:	16
1.2.2 Objetivos específicos:	16
1.3 Metodología.....	17
1.3.1 Análisis de mercado y evaluación de la demanda	17
1.3.2. Estudio técnico-operativo.....	18
1.3.3. Evaluación económica	18
1.4 Alcance	19
Capítulo 2: Estado del Arte.....	21
2.1 Antecedentes	21
2.1.1 Expansión del comercio electrónico: contexto internacional y nacional	21
2.1.2 Evolución del envío de encomiendas en Chile.....	24
2.1.3 Evolución del transporte aéreo de carga y correo en Chile	27
2.1.4 Transporte aéreo como facilitador logístico	30
2.1.6 Antecedentes del transporte aéreo carguero en Chile	33
2.1.7 Panorama actual del transporte de carga ligera en Chile.....	35
2.2 Marco Teórico	38
2.2.1 Conceptos fundamentales del transporte aéreo de carga	38
2.2.2 Evaluación de proyectos y estudios de prefactibilidad	38
2.2.3 Modelos teóricos para la estimación de demanda	39
2.2.4 Método CRITIC y ponderación objetiva de variables	40

2.2.5 Proyección de demanda	41
2.2.6 Herramientas de evaluación económica	42
2.3 Propuesta metodológica.....	43
2.3.1 Análisis de la oferta actual.....	43
2.3.2 Estimación de la demanda potencial.....	43
2.3.3 Proyección de demanda	43
2.3.4 Análisis de aeródromos	44
2.3.5 Evaluación de alternativas de flota	44
2.3.6 Diseño preliminar de la red de transporte	45
2.3.7 Análisis de modelos operativos	45
2.3.8 Estructura tarifaria y evaluación económica preliminar	45
Capítulo 3: Desarrollo.....	46
3.1 Caracterización histórica de la demanda CEP	46
3.1.1 Descripción de la base de datos	46
3.1.2 Desagregación regional histórica	47
3.1.3 Volúmenes históricos de encomiendas por región	54
3.2 Proyección de demanda	56
3.2.1 Modelos de proyección evaluados	58
3.2.2 Evaluación del ajuste y escenarios	59
3.2.3 Proyección regional de la demanda	61
3.3 Distribución territorial de la demanda aérea y definición de pares origen-destino	62
3.3.1 Demanda capturable por vía aérea.....	62
3.3.2 Identificación de nodos de la red	64
3.3.3 Desagregación de la demanda regional por aeródromo	65
3.4 Aeródromos, análisis de aeródromos donde se podría operar	67
3.4.1 Criterios de selección	67
3.4.2 Aeródromos seleccionados	69
3.5 Alternativas de flota	72
3.5.1 Aeronaves evaluadas	72
3.5.2 Conclusión preliminar	75

3.6 Diseño de red	76
3.6.1 Selección del modelo de red.....	77
3.6.2 Selección del hub	78
3.6.3 Definición de pares origen-destino.....	79
3.7 Oferta Actual	82
3.7.1 Operadores del mercado CEP terrestre	83
3.7.2 Tarifas de referencia del mercado terrestre	85
3.8 Configuración operativa	86
3.8.1 Estructura de tarifas	87
3.8.2 Frecuencias por ruta	88
3.8.3 Itinerarios semanales	89
3.9 Dimensionamiento económico	90
3.9.1 Estructura de ingresos y costos	92
3.9.3 Flujo de caja e indicadores	93
3.9.3 Análisis de Sensibilidad Tarifaria	95
Conclusion.....	¡Error! Marcador no definido.
Bilbiografía.....	101
Anexos	105
 Índice de gráficos	
Gráfico 1.1: Importaciones Courier, Flujo de ingreso aéreo a Chile	14
Gráfico 1.2: Flujo postal aéreo en toneladas.	15
Gráfico 2.1: Evolución global del comercio electrónico.	22
Gráfico 2.2: Comercio electrónico B2C 1999 – 2024 en Chile.	22
Gráfico 2.3: Crecimiento del IVOCM.	23
Gráfico 2.4: Encomiendas transportadas en Chile, miles de toneladas.	25
Gráfico 2.5: Distribución porcentual por medio de transporte.	26

Gráfico 2.6: Carga total transportada anualmente	28
Gráfico 2.7: Correo total transportada anualmente.	29
Índice de tabla	
Tabla 3.1: Correlación y pesos finales calculados para cada variable año 2013. .	50
Tabla 3.3: Serie histórica de encomiendas transportadas en Chile, 2018–2024...	57
Tabla 3.4: Comparación de modelos de proyección ajustados sobre la serie 2018–2024.....	59
Tabla 3.5: Escenarios de proyección de la demanda nacional de encomiendas (miles de toneladas).	61
Tabla 3.6: Caracterización técnica de aeródromos secundarios seleccionados .	70
Tabla 3.6: Diferencias entre destinos medios de transporte para rutas seleccionadas.....	80
Tabla 3.7: Tabla con cantidades anuales en tonelada y frecuencias por ruta.....	81
Tabla 3.8: Cobertura y tiempos de entrega por operador y destino.....	84
Tabla 3.9: Tarifas de referencia del mercado terrestre por destino.....	85
Tabla 3.10: Estructura tarifaria propuesta por destino.....	88
Tabla 3.11: Frecuencias semanales por destino.	89
Tabla 3.12: Tiempos de rotación y factibilidad de combinación por destino.	90
Tabla 3.13: Programa de vuelo semanal por avión.....	90
Tabla 3.14: Ingresos operacionales totales año 2026 por escenario tarifario (millones de CLP).	92
Tabla 3.15: Flujos netos anuales	93
Tabla 3.16: Indicadores de rentabilidad por escenario tarifario.	94
Tabla 3.17: Punto de equilibrio tarifario por ruta para año base.	96

Resumen

Actualmente, el transporte terrestre concentra el 95% de las encomiendas movilizadas en Chile, mientras el modo aéreo participa con solo un 5% y depende del belly cargo de vuelos comerciales de pasajeros. Esta baja participación convive con una demanda en expansión sostenida, con un crecimiento del 318% entre 2010 y 2024. Además de una red de aeródromos públicos subutilizada (41% sin operaciones regulares de carga). Por ello, el estudio evalúa la prefactibilidad de un servicio aéreo regional de carga ligera tipo CEP (Courier, Express y Paquetería) en la zona centro sur de Chile, operado mediante aeródromos secundarios, con el objetivo de determinar si las condiciones de demanda, infraestructura y mercado permiten sustentarlo.

La demanda se estimó mediante un enfoque top down sobre la serie histórica del INE (2010 a 2024), desagregada regionalmente con el método CRITIC y proyectada al horizonte 2026 a 2035 bajo tres escenarios, con una tasa de captura modal aérea del 6,67%. Se identificaron cuatro aeródromos viables (Talca, Chillán, Los Ángeles y Pucón) y se seleccionó el Cessna 208B Super Cargomaster (dos unidades bajo dry lease) por su compatibilidad de pista y bajo costo operativo, configurando una red hub and spoke centrada en Santiago con un vuelo diario por ruta. La evaluación económica se realizó mediante flujo de caja descontado a diez años, bajo tres escenarios tarifarios ($\times 1,0$, $\times 1,25$ y $\times 1,5$) con captura de demanda fija del 40%.

La demanda muestra fuerte concentración territorial (Región Metropolitana con 51,1%), lo que respalda a Santiago como hub único. El escenario a paridad terrestre resultó inviable (VAN negativo, TIR indeterminable); el escenario normal fue marginal (VAN de \$453 millones, TIR de 16,9%); el escenario optimista resultó robusto (VAN de \$5.032 millones, TIR de 43,6%, payback de 2,44 años). Talca y Chillán son rentables individualmente, mientras que Los Ángeles y, especialmente, Pucón solo se justifican dentro de una lógica de red integrada con subsidio cruzado.

Se concluye que existe una oportunidad de negocio preliminar, pero condicionada: la viabilidad depende de posicionar el servicio como alternativa premium para carga urgente,

mediante acuerdos con operadores CEP y clientes corporativos, no de competir por precio con el transporte terrestre. La ausencia de datos desagregados del mercado CEP privado limita los resultados a órdenes de magnitud propios de una prefactibilidad.

Abstract

Currently, ground transportation accounts for 95% of parcel deliveries in Chile, while air transport represents only 5% and relies exclusively on the belly cargo capacity of commercial passenger flights. This limited participation coexists with sustained market growth, as demand increased by 318% between 2010 and 2024, alongside an underutilized network of public aerodromes, of which 41% have no regular cargo operations. This study evaluates the pre-feasibility of a regional light air cargo service for the Courier, Express, and Parcel (CEP) market in south-central Chile, operating through secondary aerodromes, to determine whether demand, infrastructure, and market conditions are sufficient to support such a service.

Demand was estimated using a top-down approach based on the National Institute of Statistics (INE) historical series (2010–2024), regionally disaggregated using the CRITIC method and projected for the 2026–2035 period under three demand scenarios, assuming a 6.67% air modal capture rate. Four viable aerodromes (Talca, Chillán, Los Ángeles, and Pucón) were identified, and the Cessna 208B Super Cargomaster was selected due to its runway compatibility and low operating costs. A hub-and-spoke network centered in Santiago was designed with one daily flight per route. The economic evaluation was conducted through a ten-year discounted cash flow analysis under three pricing scenarios ($\times 1.0$, $\times 1.25$, and $\times 1.5$ the ground transport rate), assuming a fixed 40% market capture.

The analysis revealed a strong territorial concentration of demand, with the Metropolitan Region accounting for 51.1% of total demand, supporting Santiago as the sole hub. The ground-rate pricing scenario proved economically unfeasible (negative NPV and undefined IRR), the standard pricing scenario showed marginal feasibility (NPV of CLP 453 million and IRR of 16.9%), while the optimistic scenario demonstrated strong profitability (NPV of CLP 5.032 billion, IRR of 43.6%, and a 2.44-year payback period). Talca and Chillán were individually profitable, whereas Los Ángeles and especially Pucón were only justified within an integrated network supported by cross-subsidization.

The study concludes that a preliminary business opportunity exists, although under specific conditions. Commercial viability depends on positioning the service as a premium solution for time-sensitive shipments through partnerships with CEP operators and corporate customers, rather than competing with ground transportation on price. The absence of disaggregated data from the private CEP market limits the findings to the level of accuracy expected from a pre-feasibility study.

Introducción

El desarrollo del comercio electrónico y la aceleración de los procesos logísticos han transformado las dinámicas de distribución a nivel global. En este contexto, los servicios CEP (Courier, Exprés & Paquetería) han adquirido un rol protagónico al permitir el transporte rápido y confiable de cargas livianas, tales como documentos urgentes, encomiendas, correspondencia o paquetes.

En 2023, las aerolíneas que transportaron esta clase de carga representaron cerca del 18% del tráfico mundial de carga aérea, operando mediante redes optimizadas que integran un proceso desde la recolección en origen hasta la entrega final. Se proyecta que esta participación se eleve hasta un 25% hacia 2040, impulsada por la creciente demanda de soluciones logísticas rápidas, confiables y de cobertura extendida (Boeing, 2024).

Esta transformación se relaciona con el crecimiento sostenido del comercio electrónico, cuyo volumen global fue de aproximadamente 5,2 billones de dólares en 2022, y se proyecta que alcance más de 8 billones hacia 2028 (Insider Intelligence, 2024). Esta expansión ha generado nuevas exigencias sobre los sistemas de distribución, impulsando la necesidad de entregas más rápidas, frecuentes y con mayor alcance territorial.

Un ejemplo de esta evolución lo constituye el modelo logístico de FedEx Express, que mediante un sistema hub and spoke conecta centros periféricos con nodos logísticos principales como Memphis, USA, utilizando una red aérea diversificada que combina aeronaves de largo alcance y flotas feeder capaces de operar en aeródromos secundarios con baja infraestructura.

Esta evolución en los modelos logísticos internacionales plantea la interrogante de si un esquema operativo similar, como el utilizado por FedEx, podría ser factible en Chile, considerando no solo el crecimiento sostenido del comercio electrónico y las necesidades logísticas emergentes, sino también la existencia de una red nacional de aeródromos públicos que, pese a su disponibilidad operativa, permanece en gran medida subutilizada, con un 41% de estos sin operaciones regulares que operen este tipo de servicios. Evaluar esta posibilidad

permitiría identificar oportunidades concretas para mejorar la conectividad regional mediante soluciones de transporte aéreo más ágiles y adaptadas a la realidad territorial del país.

En este contexto, la pregunta central de este trabajo es la siguiente: ¿existen las condiciones técnicas, operativas y económicas necesarias para sostener un servicio aéreo regional de transporte de carga ligera tipo CEP basado en el uso de aeródromos secundarios en la zona centro-sur de Chile?

Capítulo 1: Antecedentes Generales

1.1 Justificación

El contraste entre los modelos logísticos internacionales y el sistema chileno evidencia diferencias relevantes en materia de conectividad aérea para carga liviana tipo o CEP. Según la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), Chile cuenta con una red secundaria de 12 aeródromos operativos, los cuales no se utilizan con el fin de transportar carga regularmente, sin embargo, estas operaciones se concentran de forma natural en aquellos aeródromos que disponen de vuelos comerciales regulares, lo que en la práctica reduce la red primaria activa, la cual cuenta con 17 terminales. Esto ocurre porque la carga aérea, sin importar su clasificación o tipo, se transporta casi en su totalidad en la bodega de aviones comerciales de pasajeros, sin la existencia de vuelos domésticos regulares operados por aeronaves cargueras.

Solo en casos excepcionales se realizan operaciones con aviones cargueros, como es el caso de Aerocord con presencia en tres ciudades del sur del país, o Aerocardal cuando algún cliente en particular solicita el servicio.

Esta configuración deja fuera a ciudades regionales que, pese a contar con infraestructura aeroportuaria operativa, no tienen conexiones aéreas regulares ni acceso a servicios de carga ligera por vía aérea.

Por otro lado, la carga que efectivamente se moviliza por aire depende completamente de la existencia de vuelos de pasajeros, lo que implica que su disponibilidad y frecuencia están condicionadas por itinerarios comerciales, programación de rutas y decisiones de mercado ajenas a la lógica del transporte de carga, salvo en casos particulares como fue la pandemia. Como resultado, los envíos de carga ligera se canalizan casi en su totalidad al transporte terrestre, lo que limita la cobertura, eficiencia y rapidez del sistema logístico en zonas apartadas de los principales centros urbanos. De acuerdo con antecedentes obtenidos directamente desde el Instituto Nacional de Estadísticas, a través de una solicitud de

transparencia, para 2025, solo el 5,76% de las encomiendas transportadas a nivel nacional fueron por medio aéreo.

El transporte aéreo se presenta como una alternativa clave para reducir los efectos de esta desconexión territorial. La principal ventaja de este modo radica en su capacidad para superar grandes distancias en tiempos reducidos, generando una convergencia espacio/tiempo que permite ampliar significativamente la accesibilidad logística. Esta característica resulta especialmente relevante en contextos como el chileno, donde las limitaciones del transporte terrestre dificultan una cobertura eficiente y equitativa del territorio, así lo hace ver el Análisis de Gobernanza de Infraestructura desarrollado por la OCDE en 2017, afirmando que “La cobertura y la calidad de la infraestructura vial son desiguales en Chile”.

La conveniencia de explorar esta alternativa se respalda en el crecimiento del sector courier en Chile. Según datos oficiales del Servicio Nacional de Aduanas (Observatorio Logístico, 2024), los envíos courier, los cuales son los servicios de mensajería especializada en transporte de documentos y paquetes pequeños que han ingresados por vía aérea al país aumentaron de 1.906.453 unidades en 2019 a 19.423.748 en 2023, lo que representa un incremento superior al 900% en apenas cuatro años.

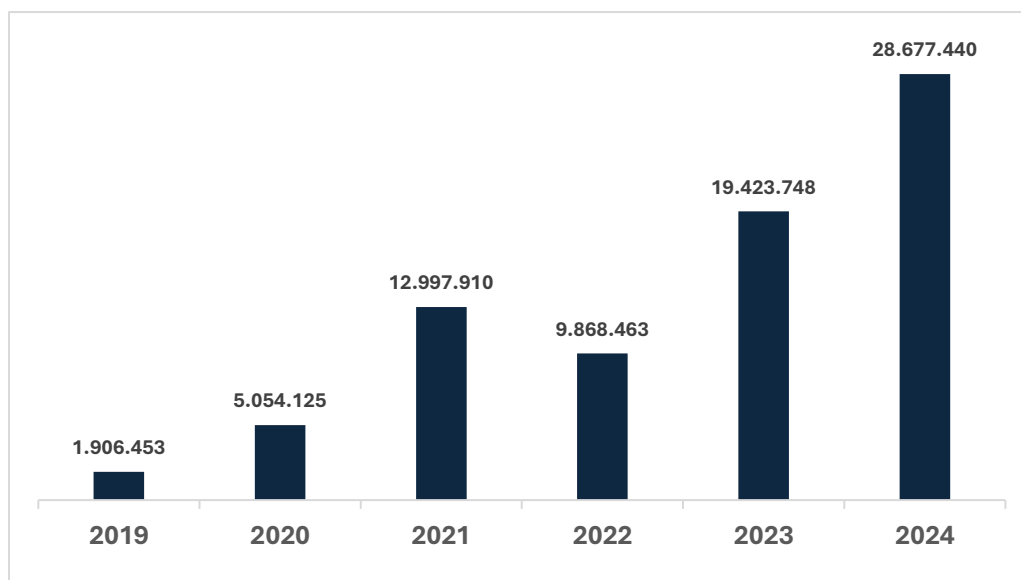


Gráfico 1.1: Importaciones Courier, Flujo de ingreso aéreo a Chile

Fuente: Elaboración propia.

Además, el volumen total de correspondencia y paquetería movilizada a nivel nacional (considerando tanto envíos terrestres como aéreo) pasó de 154.000 toneladas en 2014 a más de 409.000 toneladas en 2024, lo que equivale a un crecimiento del 165%. Dentro de este total, el volumen de correspondencia y otros objetos enviados por una administración postal efectivamente transportados por vía aérea creció de apenas 15.579 kilogramos en 2014 a 1.505.983 kilogramos en 2024, reflejando un aumento de más de 9.500% según cifras de la Junta de Aeronáutica Civil (JAC, 2025). Esta estimación terrestre se basa en datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2025), combinando el peso declarado de encomiendas con un cálculo aproximado del volumen físico de documentos corrientes, aplicando un valor promedio de 15 gramos por unidad.

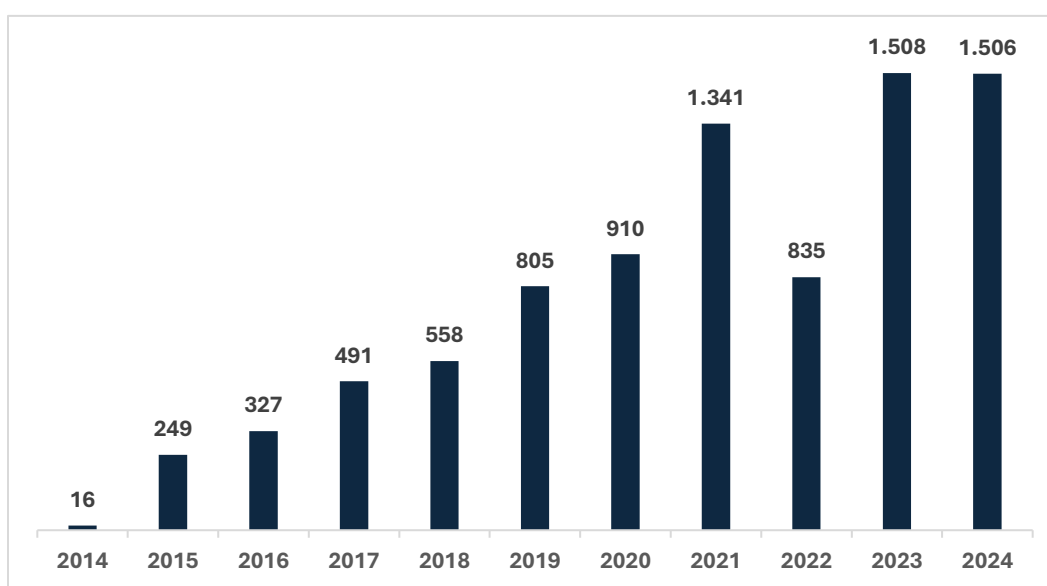


Gráfico 1.2: Flujo postal aéreo en toneladas.

Fuente: Elaboración propia.

En este escenario, el presente trabajo tiene por objetivo evaluar si existen condiciones técnicas, operativas y económicas para implementar un servicio aéreo regional dedicado al transporte de carga ligera tipo courier, exprés y paquetería (CEP), empleando aeródromos de la red secundaria nacional. El propósito es determinar si la demanda potencial y la estructura actual del mercado en Chile son suficientes para sostener de manera estable un sistema de este tipo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General:

Determinar si las condiciones de demanda, infraestructura y mercado existentes en Chile permiten sustentar un servicio aéreo regional de transporte de carga ligera tipo CEP, mediante el diseño de una configuración operativa de red y flota, evaluando su viabilidad económica bajo distintos escenarios tarifarios.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Cuantificar la demanda actual y proyectada de servicios de carga ligera CEP (courier exprés y postales) a nivel nacional y regional, identificando tendencias, concentraciones geográficas de encomiendas y brechas logísticas no cubiertas por el modo aéreo.
- Caracterizar la oferta logística existente para el transporte de carga ligera en Chile, incluyendo transporte terrestre y vuelos comerciales actuales, con el fin de identificar limitaciones operativas y oportunidades de mejora.
- Identificar y clasificar aeródromos de la red secundaria con potencial de recibir este tipo de operaciones, evaluando la infraestructura básica disponible, su ubicación respecto a la demanda regional y nivel actual de utilización.
- Definir configuraciones operativas preliminar para un servicio aéreo regional de carga tipo CEP, incluyendo el diseño de la red de conexión entre ciudades y la selección de la aeronave más apropiada.
- Desarrollar una estructura tarifaria de referencia y estimar los resultados operacionales y económicos del servicio bajo tres escenarios tarifarios, con el propósito de evaluar su factibilidad operativa.

1.3 Metodología

La metodología constituye una evaluación preliminar de factibilidad de un servicio aéreo regional de carga ligera tipo CEP en Chile, abordada en tres dimensiones: análisis de mercado y demanda, diseño técnico-operativo y evaluación económica. El enfoque es exploratorio y descriptivo, orientado a determinar si existen condiciones que permitan sostener este tipo de servicio en la red de aeródromos secundarios del país.

1.3.1 Análisis de mercado y evaluación de la demanda

Se recopilarán y procesarán datos provenientes de fuentes oficiales como el INE, JAC, Servicio Nacional de Aduanas y otras entidades, además de fuentes secundarias vinculadas al ecosistema e-commerce. Con esta información se desarrollará un análisis cuantitativo para estimar la demanda actual y potencial de servicios CEP.

Se utilizarán variables explicativas como población regional, PIB per cápita, cantidad de empresas, volumen de ventas de las empresas y conectividad logística aérea, integradas en un modelo exploratorio compuesto por tres enfoques complementarios, método de regresión lineal múltiple para estimar demandas futuras, modelo de gravitación para identificar rutas con mayor potencial, por último, método top down para desagregar la demanda nacional a demandas regionales.

Tal como indican Rodrigue et al. (2013), “para el transporte de carga, la demanda es función de la naturaleza y la magnitud de las actividades económicas (...) y de las preferencias modales” (p. 246, traducción propia), lo cual respalda el uso de estas variables.

Finalmente, se analizarán tendencias, estacionalidades y distribución territorial de la demanda, identificando rutas potenciales y zonas logísticamente subatendidas por medio aéreo.

1.3.2. Estudio técnico-operativo

Se desarrollará una configuración operativa preliminar del servicio propuesto, con el fin de identificar combinaciones posibles de rutas, frecuencias iniciales y nodos logísticos bajo criterios de cobertura territorial y eficiencia operativa.

Se definirán pares de origen destinos prioritarios considerando: (i) concentración de demanda estimada, (ii) distancia entre ciudades, (iii) existencia de aeródromos secundarios habilitados sin operación comercial regular, y (iv) posibilidad de articular esquemas tipo hub and spoke o punto a punto.

Asimismo, se evaluará la capacidad operativa mínima requerida en cada tramo (volumen por vuelo, frecuencia necesaria para sostener el servicio, requerimientos básicos de turno en tierra), junto con la compatibilidad general con aeronaves de carga ligera que operen en pistas regionales. Este análisis busca establecer configuraciones operativas plausibles más que un diseño definitivo de flota o de empresa.

1.3.3. Evaluación económica

Se estimará el desempeño económico operativo preliminar del servicio en escenarios representativos de operación regional. Para cada una de las configuraciones de red propuestas se analizarán, de manera referencial, los ingresos operacionales potenciales asociados al transporte de carga ligera tipo CEP y los costos operativos básicos necesarios para sostener dicha operación.

Con esta información se propondrá una estructura tarifaria de referencia y se evaluará el resultado operacional esperado por tramo y/o por red, sin incorporar aún decisiones de inversión de largo plazo ni análisis financiero completo del negocio. Este ejercicio tiene por finalidad obtener una aproximación inicial al desempeño económico y a la factibilidad operativa del servicio como alternativa logística.

1.4 Alcance

La presente investigación posee un enfoque exploratorio y descriptivo. Es exploratoria, porque aborda un posible servicio aéreo regional de transporte de carga ligera tipo courier, exprés y paquetería que actualmente no se encuentra implementado de manera regular en Chile. Es descriptiva, porque busca caracterizar en detalle la evolución reciente de la demanda de envíos de carga ligera, las condiciones de la infraestructura aeroportuaria regional y el estado actual del mercado de distribución CEP en el país.

El estudio se estructura a partir de datos secundarios, oficiales y verificables, con los cuales se cuantifica el crecimiento del sector CEP y se proyecta la demanda de encomiendas a escala regional. A partir de esta información se propone una configuración operativa preliminar del servicio, definiendo una red de conexión en el corredor Santiago–sur mediante aeródromos secundarios sin operación comercial regular, la selección de aeronave más adecuada para el perfil de la red y una estructura de frecuencias coherente con la promesa de servicio express. Sobre esta base se realiza una evaluación económica bajo distintos escenarios tarifarios, calculando indicadores de rentabilidad (VAN, TIR y período de recuperación) para un horizonte de evaluación de diez años.

En este marco, el análisis se limita a una evaluación preliminar de factibilidad técnica, operativa y económica, orientada a determinar si existen condiciones que justifiquen el desarrollo de un servicio de carga aérea dedicada en aeródromos secundarios del corredor Santiago–sur. Los resultados están concebidos como una base técnica y de mercado de apoyo para la toma de decisiones de actores públicos o privados interesados en este tipo de servicio.

No se desarrolla un modelo de negocio integral ni se aborda la implementación organizacional del sistema, por lo que aspectos como la estrategia comercial, el posicionamiento competitivo, la estructura organizacional o la planificación de marketing quedan expresamente fuera del alcance de esta investigación.

Por último, el análisis se restringe al territorio nacional, con foco en aquellas ciudades que no cuentan con operaciones aéreas comerciales regulares y que, pese a disponer de

infraestructura aeroportuaria habilitada, presentan limitaciones de conectividad logística para el transporte de carga ligera por vía aérea.

Capítulo 2: Estado del Arte

2.1 Antecedentes

2.1.1 Expansión del comercio electrónico: contexto internacional y nacional

Se define como “El comercio electrónico se entiende como la compra de bienes o servicios realizada a través de redes informáticas mediante métodos diseñados específicamente con el fin de recibir o realizar pedidos. Cabe señalar que los bienes o servicios pueden ser solicitados por estos medios, pero el pago y la entrega final no necesariamente se realizan en línea.” (OCDE, 2011, p. 72)

Según las directrices establecidas por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, el comercio electrónico puede clasificarse en función del tipo de transacción y los actores involucrados. Las principales categorías son Business to Consumer (B2C), que se refiere a transacciones donde una empresa vende directamente al consumidor final. Business to Business (B2B), que comprende transacciones entre empresas y Consumer to Consumer (C2C), en las que los consumidores intercambian bienes o servicios entre sí. Esta clasificación es ampliamente adoptada a nivel internacional, la cual permite estandarizar las estadísticas y políticas sobre la economía digital.

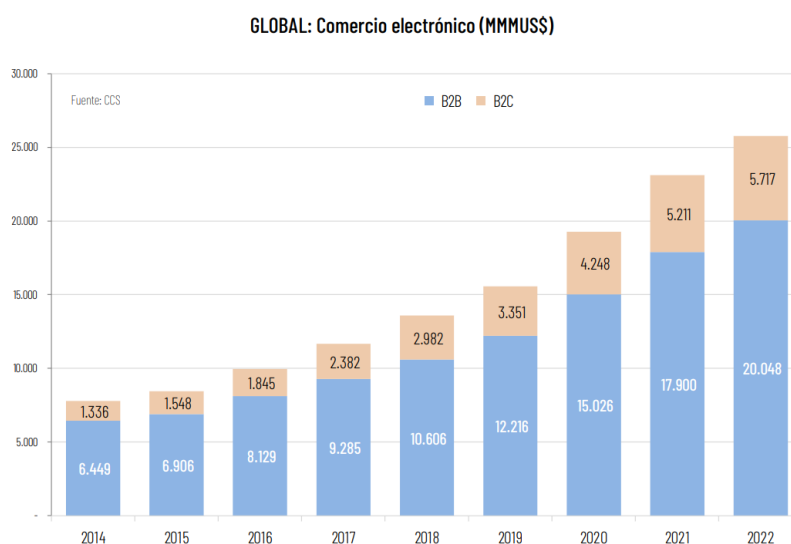


Gráfico 2.1: Evolución global del comercio electrónico.

Fuente: Informe “SUMMIT 2023” elaborado por la Cámara de Comercio de Santiago (CCS)

Según la Cámara de Comercio de Santiago (2023), las operaciones electrónicas a nivel mundial alcanzaron un valor de 25.765 mil millones de dólares 2022. Como se puede ver en el gráfico 2.1, desde el año 2014 crece sostenidamente en promedio 16,2%. Dando el mayor salto entre 2019 y 2020, cuando en ese periodo aumentó 23,8%, impulsado por las restricciones a nivel mundial y el cambio de hábitos de consumo por la pandemia.

El segmento B2B representa la mayor proporción del total anual, fluctuando entre un 21% y 29%. Esto se debe al mayor volumen y valor de las transacciones entre empresas. Por tanto, a pesar de ser menor el volumen anual en B2C, su crecimiento anual ha crecido más rápido, con un promedio de crecimiento entre del 20,1%, evidenciando una consolidación como canal de comercio estable y creciente.

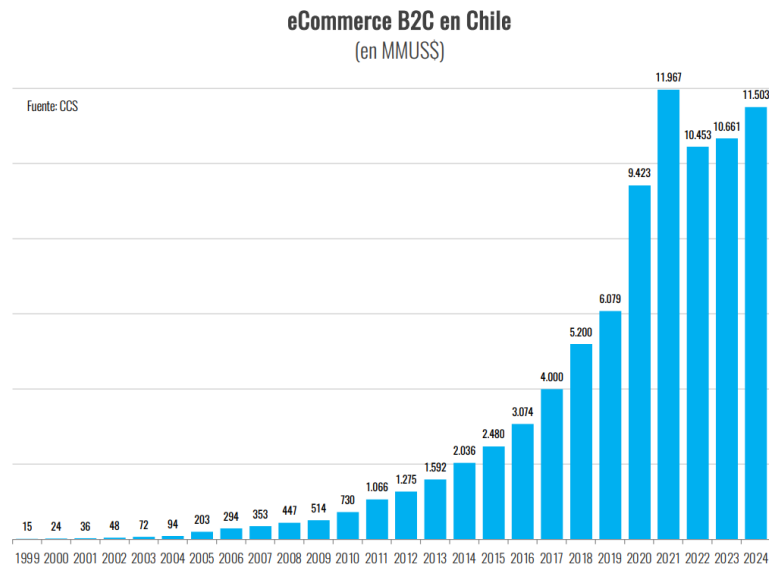


Gráfico 2.2: Comercio electrónico B2C 1999 – 2024 en Chile.

Fuente: Informe “SUMMIT 2023” elaborado por la Cámara de Comercio de Santiago (CCS)

Este crecimiento constante de los últimos años también se ha visto evidenciado a nivel nacional. Como se refleja en el gráfico 2.2, el comercio electrónico Business to Consumer ha sido consecuente con la tendencia global de crecimiento en las últimas décadas, con una aceleración significativa en los años recientes.

El valor de las ventas online orientadas al consumidor final pasó de 15 a 11.503 millones de dólares en los últimos 25 años, según información de la CCS.

Esta evolución del comercio electrónico B2C refleja una dinámica acelerada en comparación con el promedio mundial. Entre 2015 y 2021, las tasas de crecimiento anual del mercado chileno fueron porcentualmente superiores a las globales, destacando especialmente en 2020, donde Chile creció un 55%, frente al 26,8% mundial.

Incluso en 2021, cuando el efecto pandémico comenzaba a estabilizarse, Chile mantuvo un crecimiento del 27%, superando nuevamente al crecimiento global de 22,7%. Aunque en 2022 se observó una contracción del -12,7%, el mercado volvió a registrar cifras positivas en 2023 y 2024.

Este proceso de digitalización en la oferta también ha sido cuantificado a través de indicadores oficiales. Uno de ellos es el Índice de Ventas Online del Comercio Minorista (IVOCM), elaborado por el Banco Central de Chile (2025).

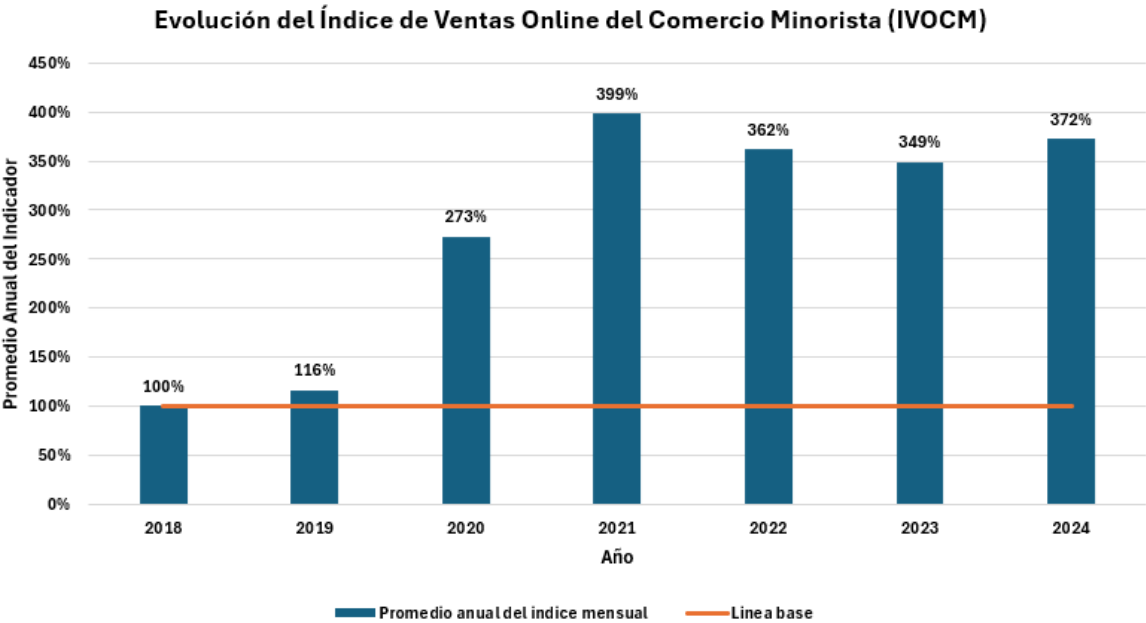


Gráfico 2.3: Crecimiento del IVOCM.
Fuente: Elaboración propia

Este índice mide mensualmente la evolución de las ventas realizadas a través de canales digitales por parte de empresas del comercio minorista, entendido como aquellas que venden bienes directamente al consumidor final. Como se observa en el gráfico 2.3, el IVOCM muestra un crecimiento sostenido del canal online desde 2018, año base del índice. Entre 2018 y 2024, el valor promedio del índice aumentó en 272% respecto al nivel base.

Esta trayectoria sugiere que el comercio electrónico en Chile ha transitado desde una fase de adopción explosiva a una etapa de consolidación, en la que los consumidores y oferentes han incorporado el canal digital de forma estable y estructural. Más que un fenómeno coyuntural, el crecimiento observado responde a una transformación más profunda en los hábitos de consumo, en la oferta logística y en la digitalización del ecosistema comercial del país.

2.1.2 Evolución del envío de encomiendas en Chile

En esta sección se analiza la evolución del envío y transporte de encomiendas en Chile durante los últimos 15 años, con el fin de dimensionar y cuantificar el comportamiento que ha tenido la carga liviana en el país. El análisis se enfoca en dar a conocer las principales tendencias observadas, considerando el volumen total de encomiendas transportadas y su distribución según su medio de transporte, todo esto como un antecedente relevante para contextualizar la dinámica del sector y poder fundamentar las proyecciones de demanda que se harán en próximas secciones.

El análisis se basa en datos oficiales proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), obtenidos mediante una solicitud por ley de transparencia con fecha 02/06/2025. La información recibida y analizada corresponde al periodo desde enero de 2010 hasta abril de 2025, con una frecuencia mensual, expresando la cantidad total en kilogramos de encomiendas transportadas, entendiendo como “corresponden a encargos que son enviados a través de Correos y se miden de acuerdo con el peso. La unidad de medida es el kilogramo (kg).” (INE, 2018, p. 8). Asimismo, los datos se muestran desagregados por modo de transporte, distinguido entre transporte terrestre y transporte aéreo, permitiendo ver evoluciones en conjunto y por separado de ambos modos dentro del total nacional.

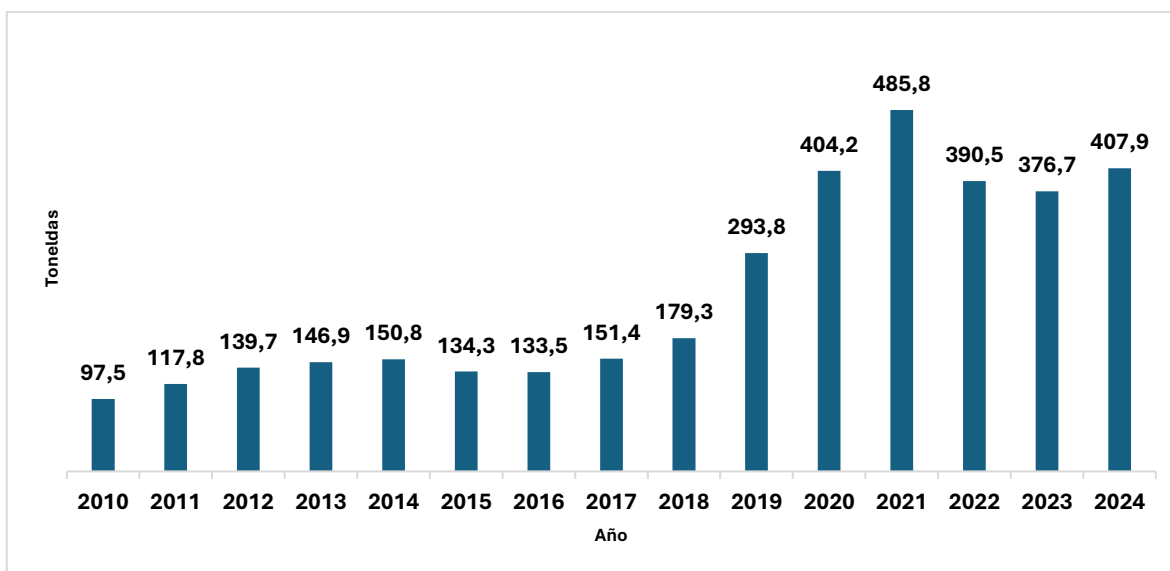


Gráfico 2.4: Encomiendas transportadas en Chile, miles de toneladas.

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la gráfica 2.4, el volumen total de encomiendas transportadas en Chile presenta una tendencia de crecimiento sostenido durante el período 2010–2024. En términos agregados, el volumen anual de encomiendas aumenta desde aproximadamente 97.477 toneladas en 2010 hasta 407.850 toneladas en 2024, lo que representa un incremento superior a cuatro veces respecto del nivel inicial. Este comportamiento da cuenta de una expansión significativa del mercado nacional de encomiendas en el largo plazo.

Asimismo, el gráfico permite identificar distintas etapas en la evolución del volumen transportado. Entre los años 2010 y 2017, el crecimiento se mantiene relativamente moderado, con variaciones interanuales menores y coherentes con una expansión gradual del mercado de encomiendas. A partir de 2018, y con mayor intensidad entre 2019 y 2021, se observa una aceleración significativa en el volumen transportado, alcanzando un máximo histórico en 2021, con cerca de 485.833 toneladas.

Este aumento abrupto coincide con una combinación de factores. Por una parte, se consolida la masificación del comercio electrónico y de los servicios de distribución asociados, lo que incrementa de forma sustantiva la cantidad de envíos unitarios y la frecuencia de despacho. Por otra parte, durante el período 2020–2021, las restricciones a la movilidad y los cambios en los patrones de consumo derivados de la pandemia intensificaron el uso de servicios de

encomiendas para abastecimiento de bienes de consumo e insumos generando un incremento excepcional en los volúmenes transportados.

Posteriormente, si bien se registra una corrección a la baja en los años 2022 y 2023, los volúmenes se mantienen significativamente por sobre los niveles observados en la etapa pre-2019 y en aumento, lo que sugiere que parte del crecimiento experimentado durante el período de mayor expansión respondió a cambios estructurales en la demanda logística, consolidando un nuevo piso para el mercado nacional de encomiendas.

Además de la evolución del volumen total, es relevante analizar cómo se distribuye entre el modo de transporte terrestre y el aéreo.

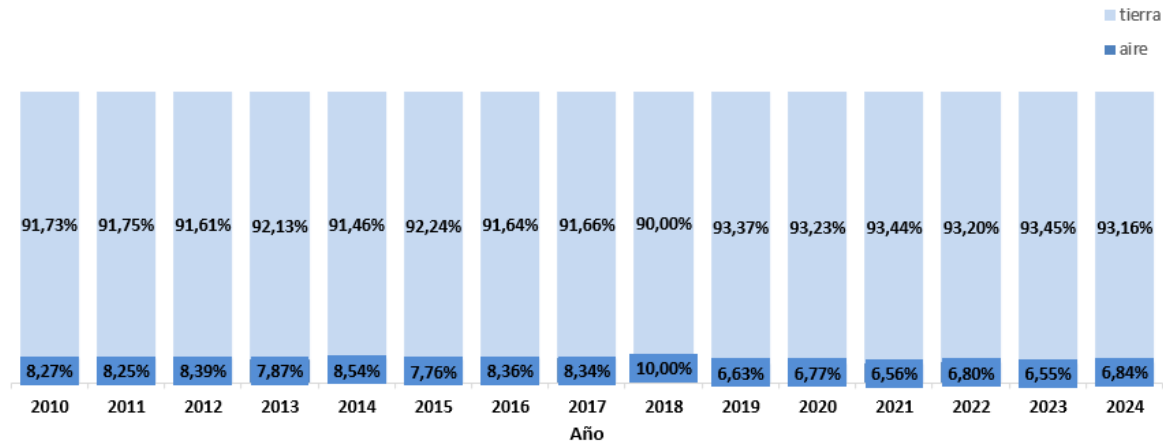


Gráfico 2.5: Distribución porcentual por medio de transporte.

Fuente: Elaboración propia

En términos absolutos, esta participación relativa se traduce en volúmenes significativos de carga transportada por vía aérea. Considerando los niveles alcanzados en los últimos años del período analizado, la fracción correspondiente al transporte aéreo representa del orden de 18.000 a 25.000 toneladas, lo que evidencia la existencia de una base efectiva de carga liviana que ya utiliza el modo aéreo dentro del sistema logístico nacional.

Esta evolución sugiere que, si bien el transporte aéreo no constituye el modo predominante en términos de volumen, sí cumple un rol complementario y estable dentro de la estructura logística nacional. La coexistencia de ambos modos refleja una organización del sistema de distribución en la que el transporte terrestre absorbe la mayor parte de los flujos, mientras

que el transporte aéreo canaliza una fracción específica de la demanda, contribuyendo a la diversificación modal y a la flexibilidad de la red logística.

Adicionalmente, la elevada concentración del volumen de encomiendas en el modo terrestre puede interpretarse como un indicador de potencial de desarrollo para modalidades alternativas, particularmente en aquellos segmentos de la red logística donde el transporte terrestre enfrenta limitaciones operativas, de cobertura o de eficiencia. En este sentido, la participación relativamente acotada del transporte aéreo no necesariamente refleja una falta de demanda, sino que puede estar asociada a restricciones de oferta, infraestructura o modelo operativo, abriendo un espacio de análisis respecto del rol que este modo podría desempeñar dentro de una red de distribución de carga liviana más integrada.

En conjunto, la distribución observada entre transporte terrestre y aéreo confirma que el crecimiento del volumen total de encomiendas en Chile se ha canalizado principalmente a través del modo terrestre, pero con una participación persistente del modo aéreo, lo que constituye un antecedente relevante para analizar el rol del transporte aéreo como facilitador logístico en el contexto de una red de carga liviana en expansión.

2.1.3 Evolución del transporte aéreo de carga y correo en Chile

En continuidad con el análisis de la evolución del envío de encomiendas a nivel nacional, esta sección muestra el comportamiento del transporte aéreo doméstico de carga y correo en Chile, con el objetivo de dimensionar el rol efectivo que ha desempeñado el modo aéreo dentro del sistema logístico nacional. Mientras que la sección anterior abordó la demanda total de encomiendas y su distribución modal, este análisis se enfoca específicamente en la carga que ha sido efectivamente movilizada por vía aérea dentro del territorio nacional.

El análisis se basa en estadísticas oficiales publicadas por la Junta Aeronáutica Civil de Chile (JAC), correspondientes al período de 2014 a 2024. Los datos se encuentran expresados en toneladas transportadas y distinguen entre carga aérea doméstica y correo, entendiendo por carga aérea el transporte de mercancías distinto del correo, y por correo los “despachos de correspondencia y otros artículos que los servicios postales presentan con el fin de que se entreguen a otros servicios postales, conforme a las normas de la Unión Postal Universal

(UPU)” (DGAC, 2017, p.9). Esta distinción permite analizar de manera separada la evolución de ambos componentes del transporte aéreo doméstico.

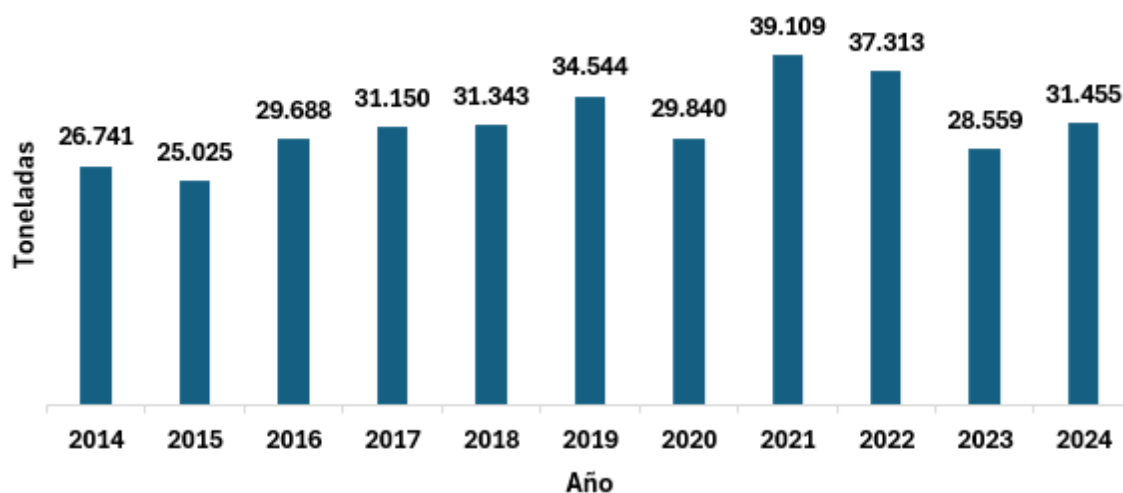


Gráfico 2.6: Carga total transportada anualmente
Fuente: Elaboración propia

La evolución observada indica que el transporte aéreo doméstico de carga, excluido el correo, mantiene una base estable y sostenida de operación, con variaciones acotadas en el tiempo y una trayectoria de crecimiento gradual. Este comportamiento refuerza la idea de que el modo aéreo cumple un rol permanente dentro del sistema logístico nacional, más que responder únicamente a situaciones o épocas excepcionales.

Complementando este análisis, se debe analizar la evolución del correo transportado por vía aérea, siendo un componente clave dentro del envío de carga tipo CEP.

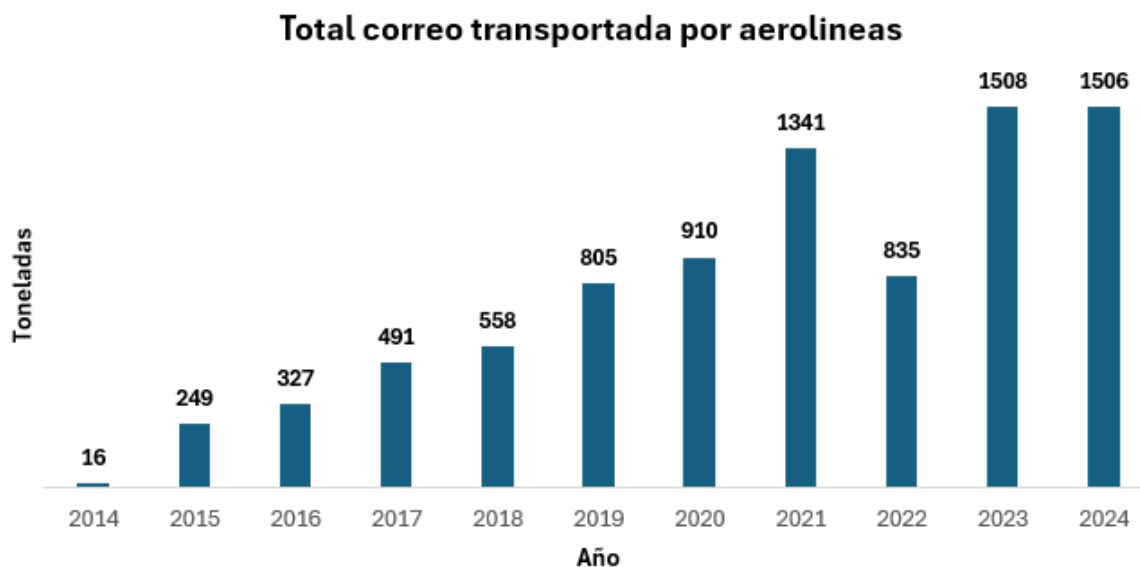


Gráfico 2.7: Correo total transportada anualmente.

Fuente: Elaboración propia

El volumen de correo transportado por vía aérea en Chile presenta un crecimiento significativo a lo largo del período 2014 a 2024, con una expansión particularmente marcada en términos relativos. Si bien los volúmenes absolutos de correo aéreo son inferiores a los observados en la carga aérea distinta del correo, ya que, el correo representa solo un 2,5% en promedio del total de carga que transportan las aerolíneas. La evolución del correo en particular evidencia una tasa de crecimiento del 27%, considerablemente mayor a la de carga por sí sola, que de un -5% en promedio, lo que resulta relevante desde una perspectiva logística.

En términos agregados, el correo transportado por vía aérea aumenta desde niveles cercanos a 300 en la primera mitad del período hasta valores superiores a 1.500 toneladas anuales en los años más recientes, lo que implica un incremento de varias veces respecto de los niveles iniciales. Este comportamiento contrasta con la evolución de la carga aérea distinta del correo, la cual, si bien muestra un crecimiento moderado, presenta una trayectoria más estable en el tiempo.

El aumento relativo del correo aéreo sugiere una mayor utilización del modo aéreo para el envío de correspondencia y artículos livianos, lo que resulta coherente con la expansión general del mercado de encomiendas analizada en el apartado anterior. En este sentido, el

crecimiento del correo transportado por vía aérea puede interpretarse como una manifestación específica de la mayor fragmentación de los envíos y del incremento en la circulación de paquetes y documentos dentro de la red logística nacional.

Asimismo, la trayectoria observada indica que el modo aéreo ha ido adquiriendo un rol cada vez más relevante en la distribución de este tipo de envíos, aun cuando estos representen una fracción menor en términos de peso total. La combinación de volúmenes absolutos reducidos con tasas de crecimiento elevadas refuerza la idea de que existe una demanda creciente por soluciones aéreas para el transporte de envíos livianos, en línea con los cambios estructurales observados en el mercado de encomiendas en Chile.

2.1.4 Transporte aéreo como facilitador logístico

El crecimiento sostenido del comercio electrónico, junto con el avance de la globalización económica, ha intensificado la necesidad de soluciones logísticas más ágiles y de mayor alcance.

En este contexto, el transporte de carga aérea responde a una demanda de carácter derivado, ya que no se requiere por sí misma, sino como consecuencia directa de la necesidad de movilizar bienes entre dos puntos. Tal como lo plantean Kupfer et al. (2017), “la demanda de carga aérea es una demanda derivada”. Por lo tanto, al incrementarse el volumen de bienes transables, especialmente aquellos de alto valor o urgencia, también lo hace la demanda por servicios de transporte aéreo.

Según Karanki et al., (2024), citando datos de IATA, aproximadamente un 15 % del volumen total de carga aérea a nivel mundial está directamente asociado a envíos de comercio electrónico, reflejando su creciente participación en este modo de transporte. Además, se proyecta una tasa de crecimiento anual del 4,1 % en los volúmenes de carga aérea para los próximos 20 años, siendo el comercio electrónico uno de los factores clave detrás de esta tendencia (Boeing, 2022).

Este aumento ha obligado a los operadores a rediseñar sus redes, adaptando infraestructuras y procesos para responder a una carga más fragmentada, pero más urgente. Diversos estudios

señalan que el comercio electrónico ha impulsado cambios significativos en eficiencia operativa, digitalización y personalización de servicios logísticos (Karanki et al., 2024).

Lejos de representar una amenaza, esta transformación ha llevado a las principales empresas del sector a reconfigurar sus modelos operativos, con efectos positivos medibles en su desempeño financiero. FedEx y UPS, que ya ocupaban posiciones de liderazgo en el sector logístico global, prácticamente duplicaron sus ingresos reales entre 2009 y 2024 (Statista, 2024) y se mantienen actualmente como dos de las tres empresas con mayor capitalización bursátil dentro del segmento courier, reflejando su capacidad de adaptarse y responder a un mercado dinámico.

Para que un servicio CEP responda adecuadamente a la demanda y cubra una red amplia, es clave contar con una red logística estructurada. El modelo hub and spoke es el que FedEx como UPS han adoptado como base de sus operaciones aéreas, conformando redes centradas en torno a aeropuertos estratégicos. Esto es confirmado por Zhao et al. (2021), quienes analizan la estructura de red de ambas compañías, y las describen como red de tipo hub-and-spoke. Red que permite centralizar el flujo de carga en uno o varios hubs principales, desde donde se redistribuye a diferentes destinos secundarios. Esta estrategia permite concentrar volúmenes, reducir costos operativos en los tramos principales y mantener una amplia cobertura.

Para ello, las empresas complementan sus vuelos principales con operaciones hacia ciudades de menor demanda utilizando aeronaves de menor capacidad, lo que les permite adaptar su red a diferentes niveles de carga sin perder eficiencia, estas son denominadas rutas feeder o alimentadoras. Tal como señala Lin et al. (2003), este tipo de estructura permite consolidar envíos, disminuir el número de vuelos necesarios y optimizar el uso de flota mediante la integración de aeronaves tipo feeder, adaptándose a mercados con demanda variable sin requerir capacidad excesiva.

FedEx gestiona estas rutas feeder bajo un modelo tercerizado de dry lease en Estados Unidos: la compañía aporta los aviones y la imagen corporativa, mientras que operadores regionales como Empire Airlines, Mountain Air Cargo o West Air se encargan de la operación diaria. Esto le permite extender su red sin asumir directamente los costos y riesgos operativos de los

vuelos regionales, conectando mercados pequeños con hubs principales como Memphis o Indianapolis mediante aeronaves turbohélice de menor porte como el Cessna 408 SkyCourier (capacidad útil 2.700 kg) y el ATR 72-600F (FedEx, 2024).

A nivel sudamericano, el caso de Azul Conecta Cargo destaca como la aplicación más cercana de este modelo. Originada tras la compra de TwoFlex por Azul Linhas Aéreas en 2020, opera 3 Cessna 208B Super Cargomaster (capacidad útil 1,5 toneladas) dedicados al transporte de carga ligera. Estas aeronaves operan en aeródromos secundarios con pistas cortas e infraestructura limitada, conectando ciudades del interior brasileño con el hub principal de Azul en Campinas, São Paulo. Operativamente, Azul Conecta cumple un rol alimentador (feeder) que canaliza el flujo desde mercados de baja escala hacia centros de mayor procesamiento, integrándose verticalmente con la red logística de Azul Cargo. La propia empresa define a Azul Cargo Express como una unidad cuyo modelo de negocios se centra en "encomiendas express y envíos de carga", con más de 300 tiendas y cobertura "puerta a puerta" hacia más de 4.200 ciudades brasileñas, ofreciendo distribución B2C para comercio electrónico, encomiendas a tarifas económicas y carga paletizada (Azul Cargo Express, s.f.). Esta autodescripción confirma que el modelo integra de forma explícita el segmento CEP dentro de una red aérea estructurada.

El aporte estratégico de este modelo radica en que reduce el umbral mínimo de demanda necesario para justificar un enlace aéreo, ofreciendo conectividad recurrente en zonas con volúmenes reducidos y dispersos. La carga movilizada es coherente con este perfil: más que volúmenes industriales, Azul Conecta traslada repuestos, insumos médicos, documentación y paquetes asociados a redes de distribución minorista y comercio electrónico, precisamente el tipo de carga que tradicionalmente queda fuera de las redes aéreas convencionales y depende del transporte terrestre. El uso de turbohélices pequeños como el Cessna 208B no solo permite acceder a aeródromos menores, sino que disminuye el costo operativo por tramo al evitar sobredimensionar la capacidad.

En la práctica, Azul Conecta configura una red hub-and-spoke funcionalmente equivalente al modelo feeder de FedEx, pero adaptada a la realidad sudamericana. La experiencia sugiere que la descentralización de la red logística aérea es replicable en países con características geográficas similares a Chile, donde el transporte aéreo puede actuar como facilitador

logístico no solo en regiones de alto volumen, sino también en regiones intermedias, ampliando la cobertura territorial de servicios courier.

2.1.6 Antecedentes del transporte aéreo carguero en Chile

La historia del transporte aéreo de carga en Chile ha estado marcada por un número limitado de actores que han operado total o parcialmente en este segmento. Aunque más de 20 aerolíneas han combinado pasajeros y carga en la historia, sólo unas 5 han desarrollado operaciones con un enfoque 100 % carguero a nivel país.

Entre estas experiencias destacan aerolíneas de modelo mixto y aerolíneas exclusivamente cargueras. La aerolínea A.L.T.A. (Asociados Latinoamericanos de Transporte Aéreo) operó entre 1995 y 1998 con aeronaves Beechcraft y King Air, cubriendo rutas nacionales bajo una modalidad flexible que combinaba pasajeros y carga, con vuelos cargueros puntuales. Por su parte, FASTAIR (fundada en 1978 y adquirida por LAN Chile en 1998) se consolidó como una aerolínea dedicada exclusivamente al transporte de carga, marcando un punto de inflexión en la profesionalización del segmento al impulsar luego el desarrollo de LAN Cargo. Posteriormente, Blue Express, originada como LAN Courier, filial del grupo LAN, articuló el transporte expreso de paquetes en modalidad carguera con la red logística terrestre y aérea del grupo, representando un paso temprano en la integración de servicios courier dentro del ecosistema logístico chileno.

Una empresa que buscó establecer operaciones cargueras en Chile fue West Air Sweden, aerolínea europea especializada en transporte de carga y parte del grupo West Atlantic. En su informe anual de 2011, la compañía identificaba a Chile como un mercado potencial para implementar una red aérea de carga regional, fundamentándose en la extensión territorial del país, la concentración de actividad económica en polos regionales y la necesidad de conectar zonas productivas alejadas del principal centro logístico nacional.

En 2012, West Air Sweden concretó su ingreso al país mediante un contrato de wet lease junto a la empresa local Río Baker Ltda., utilizando un Bombardier CRJ-200PF con matrícula sueca. La operación se estructuró como un servicio carguero dedicado, sin transporte de pasajeros, orientado al movimiento de paquetes y mercancía dentro del territorio nacional.

La red conectó principalmente aeropuertos de alta infraestructura: Santiago, Antofagasta, Iquique, Arica, Calama, Punta Arenas y Balmaceda, configurando así una operación carguera de carácter troncal más que una red feeder basada en aeródromos secundarios.

La sostenibilidad del servicio dependía de alcanzar volúmenes estables y tarifas suficientes para cubrir los costos de una aeronave jet dedicada, sin poder apoyarse en ingresos de pasajeros como hace una aerolínea mixta. En un mercado doméstico donde las aerolíneas comerciales ya transportaban carga en bodega como complemento de vuelos regulares, esta condición representaba una barrera importante para un nuevo operador puramente carguero. La operación se suspendió en marzo de 2013, luego de que las condiciones de mercado impidieran alcanzar la rentabilidad esperada y Río Baker no lograra asumir la continuidad bajo certificado chileno (West Atlantic, 2012).

Este antecedente es relevante para el presente estudio precisamente por contraste. Su fracaso no evidencia la inviabilidad del transporte aéreo regional de carga en Chile, sino las limitaciones de implementar dicho modelo con una aeronave jet de altos costos fijos, en una red concentrada en aeropuertos donde ya existía competencia logística aérea. El modelo evaluado en esta investigación opera bajo una lógica distinta: aeronaves turbo-hélice de menor costo operativo, aeródromos secundarios sin operación comercial regular y destinos donde no existe alternativa aérea directa, buscando complementar la red logística nacional en lugar de competir con los operadores troncales existentes.

Otro antecedente relevante es el estudio realizado por Donoso Mejías (2020) para Aerocardal Limitada, aerolínea chilena con base en el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez. La investigación analizó cómo potenciar la línea de negocios de carga aérea de la empresa, que entre 2017 y 2019 realizó solo 4 vuelos de carga frente a 2.478 vuelos de pasajeros, evidenciando una capacidad ociosa significativa. El estudio identificó que la flota de Aerocardal (capaz de operar en aeródromos con clave de referencia 2B, es decir, pistas de entre 800 y 1.200 metros) la posiciona como uno de los pocos operadores del país con aptitud para acceder a aeródromos menores distribuidos en el territorio nacional. Aunque las propuestas formuladas no llegaron a implementarse, el análisis concluyó que los vuelos de carga históricos presentaban una alta rentabilidad, con ingresos promedio de \$3.168.321 pesos por hora volada, y que existía viabilidad para aumentar los ingresos de esta línea de

negocios aprovechando la capacidad ociosa disponible. La investigación recomendó explícitamente potenciar esta línea de negocios, identificando oportunidades concretas en el transporte combinado de carga con pasajeros, entre otras modalidades. Este caso ilustra que, incluso en operadores de aviación general ya establecidos en Chile, el transporte de carga aérea regional constituye una oportunidad latente que no ha sido desarrollada de forma sistemática, lo que refuerza la relevancia de estudios orientados a evaluar la viabilidad de modelos específicos para la carga ligera en aeródromos secundarios.

2.1.7 Panorama actual del transporte de carga ligera en Chile

Actualmente, el transporte terrestre constituye la principal modalidad para movilizar carga liviana dentro del territorio nacional. Esto se explica por la relativa cobertura de la red vial y la existencia de operadores logísticos consolidados, como Starken, Chilexpress, CorreosChile, DHL, FedEx y Bluexpress.

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), en lo que va del año 2025, el 95 % del total de encomiendas y paquetes trasladados entre regiones se ha efectuado por vía terrestre, lo que equivale a 103.000 toneladas entre enero y abril, frente a apenas 6.000 toneladas movilizadas por vía aérea en el mismo periodo. Este dato cuantifica con claridad el dominio del transporte por carretera, pero también permite visualizar la mínima participación del modo aéreo en la logística interregional de carga ligera.

Esta predominancia terrestre se ve reforzada por datos de mercado: según Mordor Intelligence (2026), el transporte por carretera concentró el 63,57% del valor del mercado CEP chileno en 2025, consolidándose como el modo dominante en la estructura logística nacional. El mismo reporte proyecta que el modo aéreo crecerá a una tasa anual compuesta del 6,00% en el período 2026–2031, asociando ese dinamismo a cargas sensibles al tiempo, perecibles de alto valor y necesidades logísticas de sectores como la minería. Esto permite distinguir entre el mercado CEP masivo, dominado por la carretera debido a su cobertura, costo relativo y adaptación a la distribución de paquetes de bajo a mediano valor, y un subsegmento más especializado donde la velocidad de tránsito adquiere mayor relevancia que el costo unitario.

No obstante, esta hegemonía no está exenta de limitaciones. Según el informe de Políticas Públicas del Congreso Nacional (2022), el parque automotriz chileno ha crecido aceleradamente, superando los 5,5 millones de vehículos particulares a septiembre de 2021, con un aumento anual de 60,6 % en ventas de vehículos nuevos en 2021 respecto a 2020. Este crecimiento ha generado una saturación progresiva de la infraestructura vial urbana e interurbana, especialmente en las horas punta, donde la velocidad promedio disminuye en 5 km/h cada año, lo que se traduce en ciudades 15 minutos más lentas cada año en promedio.

Pese a que Chile cuenta con una red vial nacional que supera los 80.000 kilómetros, según el catastro de la Red de Transporte de Carga elaborado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones junto a la Dirección de Vialidad en 2010, solo 10.812 kilómetros fueron clasificados como parte de la red vial de carga productiva, es decir, rutas que registran un tránsito igual o superior a 500 camiones diarios. Si bien este documento tiene más de una década, sigue siendo el último levantamiento oficial y sistemático del país en esta materia, y refleja una configuración de la red que permanece en gran medida vigente, dado que los principales corredores logísticos no han cambiado sustancialmente en términos de flujos.

Este dato pone de manifiesto que la operación de transporte de carga está muy centralizada en pocas rutas principales, mientras que muchas otras vías quedan sin uso logístico relevante. Entre las principales autopistas destacan la Ruta 5, Ruta 68 y la Ruta 78.

El uso intensivo de estas vías principales no solo genera altos niveles de congestión, sino también una dependencia estructural de la eficiencia de pocas rutas, lo cual deja en desventaja a regiones más aisladas o comunas alejadas de estas rutas. Allí, los tiempos de entrega aumentan, los costos logísticos se elevan, y la calidad del servicio de última milla disminuye.

Estos antecedentes permiten afirmar que esta modalidad de transporte de carga tipo CEP, a pesar de ser la dominante, presenta un techo operativo ante la creciente participación del comercio digital y la demanda logística.

Este escenario da un punto de partida para explorar alternativas complementarias, como lo

es el transporte aéreo regional, especialmente en un país con alta dispersión territorial y aeródromos que se encuentran subutilizados o sin uso regular para carga.

Actualmente, el transporte aéreo de carga tipo courier o correo depende en su totalidad de vuelos comerciales de pasajeros. La carga liviana, principalmente documentos, paquetes postales y envíos urgentes se moviliza como “belly cargo”, es decir, en las bodegas inferiores de aeronaves de pasajeros, la más utilizada en Chile son los aviones de la familia A320 de Airbus. Este servicio es prestado principalmente por LATAM Airlines, SKY Airline y JetSMART, cuyas operaciones se limitan a la red aeroportuaria primaria, conectando las ciudades de Santiago, Antofagasta, Iquique, Calama, Puerto Montt, Concepción, Punta Arenas, Isla de Pascua, La Serena, Temuco, Castro, Valdivia, Coyhaique, Osorno, Puerto Natales, Puerto Williams y Copiapó. Esta concentración geográfica limita el acceso expedito a logística aérea para regiones fuera de esta lista, lo que contribuye a una cobertura desigual.

Además, existen aerolíneas regionales como Aerocord, que complementan la operación aérea nacional mediante vuelos hacia las ciudades de Chaitén, Puerto Montt y Aysen. Si bien esta compañía transporta ocasionalmente carga y encomiendas en aviones de menor capacidad, su modelo no está orientado exclusivamente al servicio logístico, por lo que su disponibilidad y alcance siguen siendo acotados. En todos los casos, la operación de carga aérea carece de vuelos domésticos dedicados, lo que refuerza la dependencia de los itinerarios de pasajeros tanto en frecuencia como en capacidad.

Esta configuración pone de manifiesto una limitación estructural del modelo logístico aéreo nacional, el cual opera bajo condiciones rígidas impuestas por los itinerarios y rutas de vuelos comerciales de pasajeros. Sin embargo, experiencias como la de Aerocord demuestran que es factible transportar carga hacia ciudades que no forman parte de la red primaria, utilizando aeronaves de menor capacidad y rutas regionales. Aunque hoy estas operaciones son puntuales y no están orientadas exclusivamente a la carga, evidencian que existe una base operativa sobre la cual es posible construir un modelo más flexible y descentralizado.

Así, se configura una oportunidad estratégica para replantear el rol del transporte aéreo regional en la distribución de carga ligera, en línea con las nuevas exigencias del comercio electrónico y el aprovechamiento de infraestructura subutilizada.

2.2 Marco Teórico

El presente marco teórico tiene por objetivo establecer los conceptos, definiciones y herramientas analíticas que sustentan el desarrollo de esta investigación, orientada a evaluar la prefactibilidad de un servicio aéreo regional de carga ligera tipo CEP en Chile. En coherencia con el carácter aplicado del estudio, el marco teórico se estructura como un soporte conceptual y metodológico que permite fundamentar las decisiones adoptadas en el Capítulo 3, sin anticipar resultados

2.2.1 Conceptos fundamentales del transporte aéreo de carga

Correo

El correo corresponde a los despachos de correspondencia y otros artículos que los servicios postales presentan con el fin de que se entreguen a otros servicios postales, conforme a las normas de la Unión Postal Universal (UPU) (DGAC, 2023).

Courier

Se refiere al despacho de documentos, material impreso, paquetes u otras mercancías mediante empresas de envíos de entrega rápida, legalmente constituidas y autorizadas por el Servicio Nacional de Aduanas. Estas empresas tienen como giro principal la prestación de servicios a terceros para la recolección, transporte, entrega, localización y seguimiento de los envíos a lo largo de todo el proceso logístico (DGAC, 2023).

Servicios CEP

El concepto CEP (Courier, Express y Paquetería) agrupa a los servicios orientados al transporte de carga liviana y fragmentada, con altos requerimientos de continuidad operativa y cobertura territorial, ya sea por medio terrestre o aéreo.

2.2.2 Evaluación de proyectos y estudios de prefactibilidad

La figura 2.1 presentado por Sapag (2008), muestra las etapas clásicas que conforman el ciclo de un proyecto de inversión: idea, preinversión, inversión y operación. Cada una de estas fases cumple una función específica dentro del desarrollo del proyecto, desde su concepción

inicial hasta su ejecución y funcionamiento.

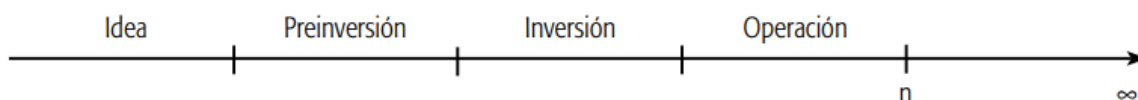


Figura 2.1: Ciclo de vida de un proyecto de inversión.

Fuente: Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma (2014)

El estudio de prefactibilidad busca responder si el proyecto es técnica y económicamente viable bajo condiciones realistas, aunque aún preliminares. Para ello, se recurre a fuentes de información secundarias, datos estimativos y modelos simplificados pero representativos, como flujos de caja proyectados y análisis de rentabilidad. Esta aproximación permite tomar decisiones fundadas sin incurrir en los costos elevados que implica un estudio de factibilidad completa.

En este contexto, el proyecto evaluado, la implementación de una aerolínea regional de carga tipo CEP en Chile, requiere ser analizado desde una perspectiva de prefactibilidad, ya que no existe una operación actual equivalente que sirva de referencia directa. Así, el uso de modelos teóricos y herramientas de evaluación económica permitirá establecer si existen condiciones razonables para avanzar hacia una fase posterior de desarrollo técnico-operativo.

2.2.3 Modelos teóricos para la estimación de demanda

Métodos top-down

Los métodos top-down corresponden a enfoques de estimación en los cuales una magnitud agregada conocida, usualmente a nivel nacional, es desagregada hacia escalas regionales o locales mediante el uso de indicadores socioeconómicos que actúan como variables proxy de la actividad subyacente, tales como población, nivel de actividad económica o estructura empresarial. Este tipo de enfoque se emplea de manera recurrente en modelación regional cuando la disponibilidad de información desagregada es limitada, impidiendo la construcción de modelos bottom-up basados en microdatos. En dichos contextos, el enfoque top-down

permite obtener estimaciones regionales consistentes con los totales observados y resulta particularmente adecuado para estudios de planificación estratégica y evaluaciones de prefactibilidad, donde el objetivo principal es capturar órdenes de magnitud y patrones espaciales generales más que reproducir flujos observados con alto nivel de detalle (Liew, 1984).

2.2.4 Método CRITIC y ponderación objetiva de variables

En procesos de estimación de demanda regional y priorización territorial, es habitual utilizar múltiples variables explicativas que representan distintas dimensiones del tamaño económico, empresarial y demográfico de una región. En estos casos, la asignación subjetiva de pesos puede introducir sesgos significativos en los resultados.

Para evitar este problema, la presente investigación incorpora el método CRITIC (CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation) como herramienta de ponderación objetiva de variables. Este método determina la importancia relativa de cada criterio a partir de la información contenida en los propios datos, considerando simultáneamente su variabilidad y su grado de correlación con otros criterios (Diakoulaki et al., 1995).

Este método cuantifica la ponderación de los criterios basándose en la intensidad del contraste (desviación estándar) y el conflicto (correlación) entre ellos, en lugar de basarse en un juicio subjetivo.

El procedimiento general del método considera las siguientes etapas teóricas:

- Normalización de los criterios, con el fin de eliminar diferencias de escala entre variables heterogéneas.
- Cálculo de la desviación estándar de cada criterio σ_j , como medida de su capacidad discriminante.
- Cálculo de la matriz de correlación entre criterios, evaluando el grado de redundancia informativa.
- Determinación de la cantidad de información aportada por cada criterio:

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})$$

- Cálculo de los pesos objetivos:

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j}$$

Desde un punto de vista conceptual, el método CRITIC privilegia criterios que presentan mayor variabilidad y menor redundancia, evitando que variables altamente correlacionadas dominen el proceso de estimación. En el contexto de esta memoria, CRITIC se utiliza como base metodológica para integrar de manera objetiva múltiples indicadores regionales, permitiendo construir coeficientes de reparto coherentes y reproducibles en etapas posteriores del análisis.

2.2.5 Proyección de demanda

La proyección de demanda busca estimar el volumen futuro del mercado para dimensionar el servicio propuesto y evaluar su viabilidad económica. En un estudio de prefactibilidad, el objetivo no es una predicción exacta sino construir escenarios de crecimiento internamente consistentes que permitan examinar la sensibilidad de los resultados ante distintas hipótesis (Sapag Chain, 2008). Para ello se adopta un enfoque Top-Down: primero se proyecta el volumen total a nivel nacional ajustando modelos de regresión sobre una serie histórica de referencia y, una vez obtenidos los volúmenes anuales por escenario, se desagregan regionalmente aplicando los coeficientes de participación derivados del método CRITIC descrito en la sección anterior.

Para la proyección agregada se ajustan por mínimos cuadrados ordinarios modelos de tipo lineal, logarítmico, potencial y exponencial, cada uno de los cuales representa una hipótesis distinta sobre el patrón de crecimiento futuro. El desempeño de cada modelo se evalúa mediante el coeficiente de determinación (R^2) y el error porcentual medio absoluto (MAPE). La asignación de cada modelo a un escenario (escenario conservador, normal u optimista) combina estos indicadores estadísticos con la coherencia económica de la trayectoria

proyectada respecto al contexto sectorial conocido. Se emplea además una variable proxy como serie de ajuste, dado que en mercados de carga ligera no siempre existe una medición directa y continua del segmento objetivo.

El resultado esperado es una matriz de demanda regional por año y escenario que constituye el universo potencial máximo de encomiendas en cada territorio. Esta cifra no representa la demanda directamente capturable por vía aérea, sino el punto de partida sobre el cual se aplicarán, en etapas posteriores del estudio, los filtros operacionales que determinarán la fracción efectivamente atendible por el servicio propuesto.

2.2.6 Herramientas de evaluación económica

Para La evaluación económica del proyecto se realiza mediante tres indicadores clásicos de análisis de inversiones. El Valor Actual Neto (VAN) descuenta los flujos netos proyectados a una tasa de costo de capital y los compara con la inversión inicial; un VAN positivo indica que el proyecto genera valor por encima del retorno mínimo exigido. La Tasa Interna de Retorno (TIR) corresponde a la tasa que hace el VAN igual a cero, y se interpreta comparándola con la tasa de descuento utilizada. El período de recuperación (payback) complementa el análisis indicando en cuántos años se recupera la inversión inicial a partir de los flujos acumulados.

El VAN se define como:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

mientras que la TIR corresponde a la tasa r que satisface:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Estos indicadores permiten evaluar la viabilidad económica del proyecto bajo distintos escenarios, siendo coherentes con el nivel de análisis propio de un estudio de prefactibilidad (Sapag Chain, 2008).

2.3 Propuesta metodológica

La presente investigación se enmarca en un estudio de prefactibilidad orientado a evaluar la viabilidad técnica, operativa y económica de una aerolínea regional de carga en Chile, especializada en el transporte CEP. La metodología propuesta se organiza en siete etapas secuenciales e interrelacionadas, cada una sustentada en fuentes secundarias oficiales y modelos teóricos consolidados.

2.3.1 Análisis de la oferta actual

En una primera etapa se identifican los principales actores del mercado de transporte de carga ligera en Chile (operadores courier, empresas de paquetería y aerolíneas comerciales que transportan carga en bodega), caracterizando sus modelos de servicio, cobertura geográfica y estructura de precios. El objetivo es construir un diagnóstico base de la oferta vigente, identificando las capacidades actuales del sistema, sus limitaciones estructurales y los espacios donde podría existir una oportunidad para un servicio aéreo regional dedicado.

2.3.2 Estimación de la demanda potencial

La estimación de la demanda adopta un enfoque top-down: se parte de la demanda nacional histórica de encomiendas y se desagrega a nivel regional mediante variables socioeconómicas y demográficas (PIB, empleo, ventas y población), ponderadas objetivamente a través del método CRITIC para evitar asignaciones arbitrarias. A partir de los coeficientes regionales resultantes se estiman flujos potenciales de carga aérea por par origen-destino, aproximando la estructura espacial de la demanda en el corredor analizado.

2.3.3 Proyección de demanda

Una vez estimada la demanda potencial a nivel regional, se proyecta al horizonte 2026–2035 mediante cuatro modelos de regresión ajustados a las series históricas disponibles, evaluados por R^2 y MAPE:

Los cuatro modelos utilizados son:

- (i) Modelo logarítmico, que captura un crecimiento decreciente en el tiempo y corresponde al escenario conservador. Sus parámetros son estimados a partir de los datos históricos de encomiendas disponibles.
- (ii) Modelo exponencial, que representa un crecimiento acelerado sostenido. Sus parámetros son estimados a partir de los datos históricos de encomiendas disponibles.
- (iii) Modelo potencial, que refleja un crecimiento moderado con rendimientos decrecientes y corresponde al escenario normal. Sus parámetros son estimados a partir de los datos históricos de encomiendas disponibles.
- (iv) Modelo lineal, que asume un incremento constante por período y define el escenario optimista. Sus parámetros son estimados a partir de los datos históricos de encomiendas disponibles.

Los tres primeros definen los escenarios de evaluación; el exponencial se incorpora como límite superior de crecimiento para el análisis de sensibilidad.

2.3.4 Análisis de aeródromos

A partir de la demanda regional estimada se identifican y caracterizan los aeródromos secundarios del corredor Santiago–sur que cumplen condiciones mínimas para operaciones de carga aérea, evaluando infraestructura disponible, compatibilidad con aeronaves de menor porte, ubicación respecto a los centros de demanda y distancia modal respecto a Santiago. Esta etapa define el conjunto de nodos candidatos de la red propuesta.

2.3.5 Evaluación de alternativas de flota

Se evalúan comparativamente aeronaves adecuadas para operaciones de carga ligera regional, considerando capacidad útil, costos operativos por hora de vuelo, alcance, distancia de despegue y aterrizaje, y compatibilidad con los aeródromos secundarios identificados. La evaluación permite seleccionar la aeronave más adecuada para las condiciones operativas de la red.

2.3.6 Diseño preliminar de la red de transporte

Con base en la demanda estimada, los aeródromos seleccionados y la aeronave definida, se diseña un esquema de red hub-and-spoke centrado en Santiago, estableciendo los pares origen-destino prioritarios, la frecuencia operativa y el programa de vuelo semanal. El análisis evalúa la coherencia operativa entre destinos, las combinaciones de rotación dentro de la ventana diaria disponible y el dimensionamiento de flota requerido.

2.3.7 Análisis de modelos operativos

Se analiza el modelo de implementación del servicio, evaluando la operación con aeronave propia dedicada como esquema central del estudio. El análisis considera las implicancias operativas del modelo, el nivel de control sobre la red, la flexibilidad operativa resultante y su coherencia con la propuesta de servicio express.

2.3.8 Estructura tarifaria y evaluación económica preliminar

Finalmente, se construye una estructura tarifaria de referencia a partir de las tarifas del mercado terrestre, evaluada bajo tres escenarios tarifarios ($\times 1,0$, $\times 1,25$ y $\times 1,5$ del promedio terrestre). Con los flujos de caja proyectados y los costos operativos de la aeronave seleccionada, se calculan indicadores de rentabilidad (VAN, TIR y período de recuperación) para un horizonte de evaluación de diez años (2026–2035).

Capítulo 3: Desarrollo

3.1 Caracterización histórica de la demanda CEP

Comprender la magnitud y distribución territorial de la demanda de carga CEP en Chile es el punto de partida de este estudio, ya que determina directamente qué regiones concentran volúmenes suficientes para sustentar una operación aérea rentable, qué aeródromos secundarios tienen masa crítica de carga potencial y bajo qué diseño de red tendría sentido operar. Sin esta base histórica, cualquier proyección futura o evaluación de flota carecería de anclaje empírico.

La estimación de la demanda presenta una dificultad metodológica relevante en el contexto chileno, debido a la inexistencia de estadísticas oficiales desagregadas por región y modo de transporte. Para superarla, se adopta un enfoque top-down que combina una componente temporal (serie histórica nacional de encomiendas del INE) con una componente espacial obtenida mediante el método CRITIC, que asigna a cada región un coeficiente de participación objetivo basado en variables socioeconómicas observables.

3.1.1 Descripción de la base de datos

Para la elaboración de las proyecciones de demanda fue necesario recopilar información estadística detallada sobre el volumen de envíos postales y de encomiendas registrados en Chile durante el período 2010–2024. Dado que esta información no se encontraba publicada de manera completa en páginas oficiales, se realizó una solicitud formal de acceso a la información pública a través del portal de Transparencia del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), con el objetivo de obtener la serie histórica desagregada por tipo de envío y modo de transporte.

INE proporcionó una base de datos que reúne los volúmenes mensuales de envíos procesados por el sistema postal chileno, agrupados en cuatro categorías principales: Documentos certificados, Documentos corrientes, Encomiendas y Valijas Cliente. La estructura original de la base de datos se presenta en el anexo 3.0, donde se observa los volúmenes mensuales

en kilogramos desagregado por modalidad. Cada categoría representa un tipo distinto de servicio postal, con unidades de medida y dinámicas de operación propias. Para efectos de este trabajo, y la base del análisis se utilizó la categoría Encomiendas, por ser la única que representa envíos físicos y expresados en unidades de peso (kg), lo que es coherente con el objetivo de este estudio. Si bien es evidente que los servicios CEP pueden incluir, en menor medida, el transporte de documentos y correspondencia escrita, la incorporación de dichas categorías podría introducir sesgos en la estimación al mezclar flujos de naturaleza administrativa con envíos de mercancías, “ensuciando” la señal asociada a la demanda de carga ligera propiamente tal. Asimismo, la categoría valijas cliente corresponde a unidades de consolidación y no a volumen físico de carga, por lo que su inclusión no resulta adecuada para el dimensionamiento de flujos CEP.

Esta serie de datos corresponden a volúmenes a nivel nacional, sin información desagregada por región ni información de pares de origen – destino. En consecuencia, la información es utilizada en este estudio para caracterizar la dinámica temporal de la demanda total.

3.1.2 Desagregación regional histórica

A partir de la serie histórica de transporte de encomiendas a nivel nacional, y como fue mencionado en el marco teórico, para obtener los volúmenes para cada región del país, se utilizó el método Top-Down. Aplicando esta técnica se obtendrá como resultado el volumen de envío de encomiendas de cada región, es decir, la cantidad en kilogramos que fue enviada desde cada una de las regiones.

Para aplicar el enfoque Top-Down, es necesario contar con un criterio objetivo que permita asignar a cada región una participación relativa en dicho total mensual. Con el fin de sustentar esta desagregación y evitar asignaciones arbitrarias, se utilizaron cuatro variables socioeconómicas regionales representativas del tamaño económico, empresarial y demográfico.

3.1.2.1 Variables explicativas

- 1) El Producto Interno Bruto regional actúa como variable teórica central de la dimensión económica, representando la capacidad relativa de cada región para generar y consumir bienes. Los datos provienen del Banco Central de Chile.
- 2) Las ventas regionales de empresas se incorporaron como proxy del nivel de transacciones efectivas de la economía regional, capturando la intensidad comercial más allá de la producción. Los datos provienen del Servicio de Impuestos Internos (SII).
- 3) Las empresas activas se incorporaron como proxy del tejido empresarial regional, reflejando la densidad de demandantes potenciales de servicios de carga. Los datos provienen del Servicio de Impuestos Internos (SII).
- 4) La población regional se incorporó como variable de escala territorial, ya que un mayor tamaño poblacional se asocia con una mayor demanda de consumo y envíos. Los datos provienen del INE.

3.1.2.2 Aplicación del método CRITIC

Para que la desagregación regional del volumen nacional de encomiendas sea metodológicamente consistente, no basta con seleccionar variables explicativas, sino que resulta necesario definir un mecanismo objetivo que permita ponderarlas adecuadamente. En este contexto, el método CRITIC se utiliza como una herramienta de apoyo al enfoque top-down, permitiendo asignar pesos a las variables regionales en función de la información contenida en los propios datos, evitando así decisiones arbitrarias en la distribución de la demanda nacional.

Dado que las variables seleccionadas se encuentran en unidades y ordenes de magnitud distintas entre sí (CLP, UF, número de empresas y habitantes), es necesario homogenizar todos los datos previos a cualquier cálculo. Con el objetivo de hacer comparables los criterios y evitar distorsiones, cada variable se transformó a una participación regional (share) respecto al total nacional del mismo criterio. Se muestra en la fórmula 3.1, para cada variable j , la participación de la región r se muestra como:

$$Share_{r,j} = \frac{X_{r,j}}{\sum_r X_{r,j}}$$

Fórmula 3.1: participación regional.

Donde $X_{r,j}$ corresponde al valor observado de la variable j en la región r . Esta transformación permite trabajar con todas las variables, permitiendo compararlas y operarlas entre ellas, para poder multiplicar los pesos de cada variable por esta participación, encontrando finalmente los coeficientes regionales. En el Anexo 3.1 se presentan los shares resultantes para todos los años del período; en 2013, por ejemplo, la Región Metropolitana concentra el 46,4% del share de PIB y el 76,1% del share de ventas, reflejando la fuerte centralización del sistema logístico nacional.

A la vez, el método CRITIC necesita trabajar los criterios en una escala comparable en términos de rango y dispersión. Por ello, se aplica otra normalización adicional del tipo Min-Max bajo la siguiente formula.

$$Z_{r,j} = \frac{Share_{r,j} - \min(Share_j)}{\max(Share_j) - \min(Share_j)}$$

Fórmula 3.2: Normalización Min – Ma del share regional por criterio.

Donde el min y max corresponden al valor mínimo y máximo de todos los shares del criterio j entre todas las regiones para un mismo año. En todos los años del período, la RM obtiene el valor máximo normalizado ($Z=1$) en los cuatro criterios, mientras que Aisén obtiene sistemáticamente los valores más bajos. Los valores completos de la matriz normalizada para 2013 se presentan en el Anexo 3.2.

Los valores de las desviaciones estándar para 2013, así como los del resto del período, se sitúan entre 0,23 y 0,26. Esto indica que las cuatro variables presentan un grado de dispersión muy similar y, por tanto, una capacidad discriminante comparable entre regiones. Esta similitud anticipa que CRITIC distribuirá los pesos de forma equilibrada entre los criterios.

Cada criterio no solo debe variar para aportar valor al modelo, sino también ofrecer información distinta a las demás. Si dos criterios se comportan de la misma forma entre

regiones (correlación alta), ambos están aportando lo mismo, por lo que ponderarlos por igual duplicaría la información. Por ello, CRITIC incorpora la correlación entre los criterios mediante el coeficiente de Pearson, que toma valores entre -1 y 1 , donde valores cercanos a 1 indican alta similitud y, por tanto, mayor redundancia. La cantidad de información aportada por cada criterio se obtiene según la ecuación 3.3:

$$C_j = \sigma_j \sum_{k \neq j} (1 - r_{jk})$$

Fórmula 3.3: Cantidad de información de criterio j .

Los pesos finales de cada variable se obtienen normalizando los C_j , de modo que la suma sea igual a 1 , según la siguiente ecuación:

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{k \neq j} C_j}$$

Fórmula 3.4: Peso normalizado del criterio j .

La Tabla 3.1 presenta los C_j y pesos resultantes para 2013.

Variable	Correlación (C)	Pesos (W)
PIB	0,021	0,259
EMP	0,017	0,214
VEN	0,018	0,228
POB	0,024	0,300

Tabla 3.1: Correlación y pesos finales calculados para cada variable año 2013.

Los C_j resultan bajos (0,017 a 0,024) y de magnitud similar, lo que se explica por las altas correlaciones entre las cuatro variables. La población obtiene el mayor C_j , sugiriendo que mantiene una ligera mayor independencia estadística dentro del conjunto, mientras que empresas y ventas presentan C_j algo menores, indicando que su comportamiento está más fuertemente vinculado al PIB y la población.

El proceso descrito se aplicó para cada año del período 2013–2023. La Tabla 3.2 muestra los pesos promedio, su rango y variabilidad relativa.

Año	Promedio	Valor máximo	Valor mínimo	Variabilidad
W_PIB	26,8%	33,1%	22,6%	39,2%
W_EMP	20,6%	21,4%	19,9%	7,2%
W_VEN	23,7%	25,2%	22,3%	12,2%
W_POB	28,8%	31,3%	24,7%	22,8%

Tabla 3.2: Pesos CRITIC promedio del periodo analizado (2013-2023)

Los pesos asociados a las cuatro variables presentan alta estabilidad temporal. El PIB exhibe la mayor oscilación relativa (39%), reflejando que su influencia tiende a aumentar en años de mayor dinamismo económico nacional. Las empresas activas evidencian la mayor estabilidad (7%), lo que refuerza que la distribución territorial empresarial en Chile no presenta cambios estructurales significativos en la década analizada. Las ventas registran una variación moderada (12%), coherente con el ciclo económico, mientras que la población varía un 23%, asociado a procesos de urbanización en la zona central del país. Esta coherencia temporal valida el uso de los pesos para la estimación regional de demanda.

3.1.2.3 Cálculo del coeficiente regional

Una vez determinados los pesos, el coeficiente regional de cada territorio se obtiene multiplicando los pesos de cada variable por la respectiva participación normalizada Z , según la fórmula 3.5:

$$Coef_r = \sum_j w_j \cdot Z_{r,j}$$

Fórmula 3.5: Coeficiente regional de la región r , para los criterios j .

Posteriormente, los coeficientes se normalizan para que su suma sea igual a 1, garantizando consistencia con el total nacional. Los coeficientes de participación promedio por región, detallados en el Anexo 3.3, donde la RM lidera con un 51,1% del total nacional, mientras que Los Lagos (4,1%), Biobío (4,8%) y La Araucanía (3,6%), relevantes para el corredor sur del estudio, aportan participaciones significativas, confirman la alta estabilidad estructural del modelo a lo largo del período analizado.

La estructura regional presenta alta estabilidad: en la mayoría de las regiones el rango absoluto interanual es inferior a 0,4 puntos porcentuales. La Región Metropolitana concentra

en promedio 51,1% del coeficiente regional, con variabilidad relativa de apenas 4,6%, lo que refleja que su peso se mantiene estable y dominante. Valparaíso se consolida como el segundo polo regional con 8,3%. En un segundo nivel aparecen regiones con participaciones promedio entre 4% y 5% (Antofagasta, Biobío, Maule, O'Higgins), todas con rangos absolutos acotados. Esta estabilidad respalda el uso del promedio 2013–2023 como coeficiente regional representativo.

La estructura regional presenta alta estabilidad: en la mayoría de las regiones el rango absoluto interanual es inferior a 0,4 puntos porcentuales. La Región Metropolitana concentra en promedio 51,1% del coeficiente regional, con variabilidad relativa de apenas 4,6%, lo que refleja que su peso se mantiene estable y dominante. Valparaíso se consolida como el segundo polo regional con 8,3%. En un segundo nivel aparecen regiones con participaciones promedio entre 4% y 5% (Antofagasta, Biobío, Maule, O'Higgins), todas con rangos absolutos acotados. Esta estabilidad respalda el uso del promedio 2013–2023 como coeficiente regional representativo.

3.1.2.4 Análisis de sensibilidad y robustez del modelo

Los resultados del método CRITIC presentan tres características de las que surge una necesidad de validación adicional: las cuatro variables exhiben desviaciones estándar muy similares (0,23–0,26), las correlaciones entre ellas son elevadas (entre 0,956 y 0,981), condición bajo la cual un criterio altamente correlacionado con los demás no aporta información adicional al sistema de ponderación (Mukhametzyanov, 2021) y en consecuencia, los pesos resultantes tienden a una distribución casi uniforme. Bajo estas condiciones, el aporte numérico de CRITIC frente a una asignación de pesos iguales podría ser limitado, por lo que resulta necesario verificar empíricamente si el método entrega resultados consistentes y robustos frente a alternativas metodológicas.

Con este propósito se realizó un análisis de sensibilidad en el cual se compararon los coeficientes regionales obtenidos bajo cuatro escenarios distintos:

- CRITIC original: Utilizando las cuatro variables (PIB, Empresas, Ventas y Población) con los pesos calculados por el método.

- Pesos iguales: Asignando 25% a cada variable, equivalente a una distribución agnóstica que no privilegia criterio alguno.
- CRITIC reducido a PIB y Población: Empleando únicamente la combinación de variables menos correlacionada del conjunto original ($r \approx 0,956$).
- CRITIC reducido a Ventas y Población: Alternativa que sustituye el PIB por las Ventas como variable económica principal.

Para cada escenario se recalcularon los coeficientes regionales del período 2013–2023, manteniendo idéntica la matriz de datos de entrada y la estructura de normalización Min-Max. Los resultados por región se presentan en el anexo 3.4, donde la RM presenta la mayor divergencia entre escenarios, con hasta 10,6 puntos porcentuales de diferencia entre el CRITIC original y el escenario reducido PIB + POB.

Los resultados permiten extraer tres ideas relevantes.

En primer lugar, CRITIC original y pesos iguales entregan resultados prácticamente equivalentes. La diferencia promedio entre ambos escenarios es de 1,68 puntos porcentuales y 9 de las 16 regiones mantienen exactamente el mismo ranking de participación; las restantes cambian solo una posición. La Región Metropolitana, que concentra la mayor parte del volumen, presenta una diferencia de apenas 1,22 puntos porcentuales (51,12% vs 52,34%). Esto confirma que, dadas las altas correlaciones entre las variables, el método CRITIC genera pesos casi iguales que conducen a coeficientes regionales muy similares a los de una asignación agnóstica. Lejos de ser un defecto, esta convergencia constituye una propiedad deseable. La distribución de pesos casi uniforme no es una suposición de partida, sino el resultado que los propios datos arrojan al aplicar el método: CRITIC llegó a ese reparto equilibrado porque las variables genuinamente tienen contribuciones similares. Esto permite defender el modelo en dos sentidos: por un lado, confirma que el método no introduce distorsiones respecto de un escenario neutral; por otro, a diferencia de simplemente asignar 25% a cada variable, el peso de cada criterio queda respaldado por el análisis de varianza y correlaciones, y no por una suposición arbitraria.

En segundo lugar, la elección del subconjunto de variables sí afecta significativamente los resultados. El escenario PIB + Población eleva la participación de Antofagasta de 4,83% a

6,83% y reduce la Región Metropolitana a 47,01%, evidenciando el sesgo extractivo del PIB regional (fuertemente influenciado por la actividad minera en el norte) cuando no se compensa con variables transaccionales. En contraste, el escenario Ventas + Población concentra el 57,56% del coeficiente en la Región Metropolitana y reduce Antofagasta a 2,61%, debido a que las ventas declaradas al SII se concentran fuertemente en empresas con domicilio fiscal en Santiago (76% del total nacional), independientemente de dónde se materialice la actividad económica subyacente. Estos sesgos opuestos confirman que cualquier subconjunto de dos variables distorsiona el reparto regional al sobre representar una dimensión específica.

En tercer lugar, el modelo de cuatro variables actúa como mecanismo de balance entre dimensiones complementarias. Al integrar simultáneamente la dimensión productiva (PIB), la transaccional (Ventas), la estructural (Empresas) y la demográfica (Población), CRITIC permite que los sesgos de cada variable se compensen entre sí, entregando un coeficiente regional más equilibrado y representativo del territorio. La diferencia máxima entre escenarios alcanza 10,55 puntos porcentuales en la Región Metropolitana, lo que muestra que la decisión metodológica relevante no es CRITIC versus pesos iguales, sino la composición del conjunto de variables explicativas.

En síntesis, el análisis de sensibilidad valida la solidez del enfoque metodológico adoptado. El método CRITIC con cuatro variables entrega coeficientes regionales consistentes con una asignación agnóstica de pesos, lo que confirma la ausencia de distorsiones inducidas por el método, y al mismo tiempo permite incorporar de forma objetiva las cuatro dimensiones explicativas, evitando los sesgos asociados a subconjuntos reducidos. Por estas razones, el modelo CRITIC con las cuatro variables se mantiene como la base metodológica para la desagregación regional de la demanda en este estudio.

3.1.3 Volúmenes históricos de encomiendas por región

Aplicando los coeficientes regionales obtenidos mediante el método CRITIC a la serie histórica nacional de encomiendas, se obtienen los volúmenes anuales estimados de encomiendas por región para el período 2013–2023, presentados en el Anexo 3.5. El total

nacional pasó de 133.208 toneladas en 2013 a 305.144 toneladas en 2023, con crecimiento acumulado superior al 100% en todas las regiones.

La estructura regional resultante es consistente con los coeficientes CRITIC y se mantiene notablemente estable a lo largo del período. La Región Metropolitana de Santiago concentra en promedio el 51,1% del volumen total: pasó de 66.754 toneladas en 2013 a 81.807 toneladas en 2018, alcanzó un peak de 206.698 toneladas en 2021 y cerró 2023 con 156.254 toneladas, acumulando un crecimiento de 134% en el período. Valparaíso es el segundo polo regional con 8,3% de participación promedio (24.882 ton en 2023), seguida por Antofagasta (4,8%; 15.960 ton) y Biobío (4,8%; 14.833 ton).

La zona norte (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo) concentra el 13,0% del volumen nacional en 2023, equivalente a 39.720 toneladas, con un crecimiento de 116% entre 2018 y 2023. Antofagasta es el polo dominante de la zona con 15.960 ton y una participación de 5,2%, impulsada por su actividad minera y comercial; le siguen Coquimbo (9.875 ton; 3,2%) y Tarapacá (6.279 ton; 2,1%). La dispersión geográfica y la dificultad de conectividad terrestre en esta zona hacen del transporte aéreo un modo especialmente relevante para la distribución de encomiendas.

La zona centro-sur y sur, comprendida entre O'Higgins y Los Lagos, concentra el 26,2% del volumen nacional en 2023, equivalente a 80.059 toneladas, y registró un crecimiento de 91% entre 2018 y 2023. Dentro de esta zona, Biobío es la región de mayor volumen absoluto con 14.833 ton, seguida por Maule (13.670 ton), O'Higgins (13.249 ton) y Los Lagos (12.592 ton). La participación de esta zona se ha mantenido estable (26,6% en 2018 y 26,2% en 2023) lo que indica que su peso relativo en el sistema logístico nacional es estructural y no coyuntural.

Las regiones extremas (Aisén y Magallanes) concentran en conjunto el 1,4% del total nacional, con 1.586 y 2.644 toneladas respectivamente en 2023, reflejando su menor masa crítica demográfica y económica.

En conjunto, los resultados de la desagregación regional confirman tres patrones estructurales que serán determinantes en las etapas siguientes del estudio. Primero, la concentración

territorial es elevada y estable: la Región Metropolitana y Valparaíso acumulan en promedio el 59,4% del volumen nacional, y esta proporción no varía significativamente a lo largo del período, lo que valida el uso del coeficiente promedio como parámetro representativo. Segundo, el crecimiento ha sido generalizado y sostenido: las 16 regiones exhiben crecimientos acumulados superiores al 100% entre 2013 y 2023, impulsados principalmente por el peak del e-commerce durante 2021, aunque el volumen se estabilizó en 2022–2023 en niveles muy superiores al período prepandemia. Tercero, las regiones con menor conectividad terrestre —norte grande (Antofagasta, Atacama, Tarapacá) y zonas australes (Los Lagos, Aisén, Magallanes)— presentan participaciones absolutas modestas, pero tasas de crecimiento comparativamente altas, lo que sugiere una demanda insatisfecha que el modo aéreo podría atender de forma eficiente. Estos hallazgos constituyen el insumo base para la proyección de demanda desarrollada en la sección 3.3.

3.2 Proyección de demanda

Una vez caracterizada la estructura espacial de la demanda mediante el método CRITIC y el enfoque Top-Down, el paso siguiente consistió en proyectar el volumen total de encomiendas a nivel nacional hacia el horizonte 2026–2035. Esta proyección constituye la base sobre la cual se distribuye la demanda regional, cerrando el ciclo metodológico descrito en las secciones anteriores.

La proyección se basa en la serie histórica anual de encomiendas totales (en kilogramos) correspondiente al período 2018–2024, construida a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Cabe precisar que la variable utilizada (encomiendas transportadas registradas por el sistema postal) constituye una aproximación o proxy del mercado de carga ligera tipo CEP, en tanto no captura la totalidad de los envíos gestionados por operadores privados de mensajería y paquetería que operan fuera del sistema postal formal. No obstante, representa la única serie histórica oficial, continua y desagregada por modo de transporte disponible para Chile, y es metodológicamente adecuada para los fines de una evaluación de prefactibilidad.

La delimitación del período 2018–2024 responde a un criterio de comparabilidad estructural y no a una selección por conveniencia estadística. Tal como se analizó en el estado del arte

(sección 2.1), el comercio electrónico en Chile experimentó una transformación cualitativa a partir de 2018, con la consolidación de grandes plataformas de marketplace, la masificación de los pagos digitales y un ecosistema logístico CEP significativamente más desarrollado. Los años previos corresponden a un mercado con características cualitativamente distintas, por lo que incorporar ese período mezclaría dos regímenes de crecimiento estructuralmente diferentes, introduciendo sesgos sistemáticos en la estimación de parámetros. Por tanto, la serie 2018–2024 representa el mercado CEP en su configuración actual y es la base más apropiada para proyectar su comportamiento futuro.

La serie comprende siete observaciones anuales y exhibe un comportamiento heterogéneo, con dos fases claramente diferenciadas. La Tabla 3.3 presenta los valores históricos utilizados como base de ajuste.

Año	Kilogramos	Toneladas	Variación anual
2018	157.285.511	157.286	(base)
2019	263.099.511	263.100	+67,3%
2020	354.097.722	354.098	+34,6%
2021	409.314.566	409.315	+15,6%
2022	321.433.529	321.434	−21,5%
2023	305.144.330	305.144	−5,1%
2024	330.966.461	330.966	+8,5%

Tabla 3.3: Serie histórica de encomiendas transportadas en Chile, 2018–2024.

Fuente: Elaboración propia.

La primera fase, entre 2018 y 2021, muestra una aceleración pronunciada impulsada por la masificación del comercio electrónico y amplificada por los efectos pandémicos sobre los patrones de consumo, alcanzando una variación de +67,3% en 2019 y +15,6% en 2021. La segunda fase, entre 2022 y 2024, refleja una corrección significativa (−21,5% en 2022 y −5,1% en 2023) seguida de una recuperación positiva de +8,5% en 2024. Esta heterogeneidad

representa el principal desafío metodológico para la selección del modelo de proyección y explica los niveles de ajuste moderados obtenidos.

El año 2025 no forma parte del período de ajuste, dado que los datos disponibles al momento del estudio son parciales. Su valor fue estimado con cada modelo como observación de referencia adicional, permitiendo verificar la coherencia del ajuste antes de iniciar las proyecciones formales, las cuales parten desde 2026.

3.2.1 Modelos de proyección evaluados

Se evaluaron tres modelos funcionales de regresión, ajustados por mínimos cuadrados ordinarios sobre la serie 2018–2024, cada uno asignado a un escenario de proyección. Se evaluó adicionalmente un modelo exponencial ($f(x) = 208.472.758 \cdot e^{(0,0868 \cdot x)}$) como referencia de sensibilidad extrema; sus proyecciones superan las 640 mil toneladas en 2030 y cerca de un millón en 2035, magnitudes inconsistentes con el comportamiento post-pandemia, por lo que quedó fuera de los escenarios formales.

$$f(x) = 84.943.924 \cdot \ln(x) + 202.454.424$$

Fórmula.3.6: Modelo logarítmico. x = índice temporal ($x = 1$ para 2018, $x = 7$ para 2024).

$$f(x) = 191.720.073 \cdot x^{(0,354)}$$

Fórmula.3.7: Modelo potencial. Exponente $b = 0,354 < 1$: crecimiento positivo con tasa decreciente.

$$f(x) = 20.445.296 \cdot x + 224.124.762$$

Fórmula.3.8: Modelo lineal. El coeficiente m indica un incremento absoluto constante de ~20,4 millones de kg por año.

El modelo logarítmico supone un crecimiento positivo, pero con tasa decreciente en el tiempo. A diferencia de una función con techo estricto, el logaritmo no impone un límite máximo absoluto, sino que refleja una desaceleración progresiva coherente con un mercado que ya ha superado su fase de expansión más acelerada.

El modelo potencial captura una dinámica intermedia: crecimiento positivo con tasa progresivamente decreciente, apropiado cuando la expansión responde a cambios estructurales que se consolidan sin acelerarse indefinidamente.

El modelo lineal asume un incremento absoluto constante por período (~20,4 millones de kg/año). No supone aceleración ni desaceleración, extrapolando la tendencia central del período histórico completo.

3.2.2 Evaluación del ajuste y escenarios

El desempeño de cada modelo fue evaluado mediante el coeficiente de determinación R^2 y el error porcentual medio absoluto (MAPE). Los resultados se presentan en la Tabla 3.4.

Modelo	Expresión matemática	R^2	MAPE	Escenario
Logarítmico	$f(x) = 84.943.924 \cdot \ln(x) + 202.454.424$	0,537	14,4%	Conservador
Potencial	$f(x) = 191.720.073 \cdot x^{(0,354)}$	0,421	15,9%	Normal
Lineal	$f(x) = 20.445.296 \cdot x + 224.124.762$	0,310	18,1%	Optimista

Tabla 3.4: Comparación de modelos de proyección ajustados sobre la serie 2018–2024.

Los valores de R^2 obtenidos son moderados en todos los modelos. Esto es esperable y no invalida el ejercicio: la serie histórica 2018–2024 contiene solo siete observaciones y exhibe una variabilidad excepcional, dominada por el ciclo pandémico y su corrección posterior. En este contexto, ningún modelo paramétrico simple puede capturar simultáneamente la fase de aceleración y la normalización posterior. El objetivo de estos modelos no es realizar una predicción econométrica exacta, sino construir escenarios de demanda internamente consistentes que permitan evaluar la viabilidad del servicio propuesto bajo distintas hipótesis de crecimiento, lo cual es metodológicamente adecuado para un estudio de prefactibilidad (Sapag Chain, 2008). Este enfoque es coherente con la planificación por escenarios, la cual permite analizar futuros plausibles en contextos de incertidumbre, en lugar de depender de una única predicción puntual (Schoemaker, 1995).

La asignación de cada modelo a un escenario no se basa exclusivamente en los indicadores estadísticos, sino también en la coherencia económica de la trayectoria proyectada. El modelo

logarítmico se asigna al escenario conservador por combinar el mejor ajuste estadístico ($R^2 = 0,537$; MAPE = 14,4%) con una trayectoria de crecimiento desacelerado, consistente con un mercado cuya fase de expansión explosiva ya ha ocurrido. El modelo potencial se asigna al escenario normal por su desempeño estadístico intermedio ($R^2 = 0,421$; MAPE = 15,9%) y una trayectoria de crecimiento positivo y sostenido, coherente con la consolidación estructural del sector CEP en Chile. El modelo lineal se asigna al escenario optimista por proyectar el mayor volumen acumulado en el horizonte final del análisis: aunque en los primeros años (2026–2027) su proyección se ubica levemente por debajo del modelo potencial, a partir de 2028 la supera y genera los volúmenes más elevados hacia 2035, configurando efectivamente el techo del rango de escenarios. Finalmente, el modelo exponencial queda fuera de los escenarios de referencia por generar proyecciones que superan las 640 mil toneladas en 2030 y cerca de un millón en 2035, magnitudes inconsistentes con la base actual del mercado; se incorpora únicamente como referencia de sensibilidad extrema.

Con el propósito de evaluar si una mayor cantidad de observaciones mejoraría el ajuste estadístico, se realizó una estimación complementaria utilizando la serie mensual del período 2018–2024, elevando el número de observaciones de 7 a 84. Los R^2 obtenidos fueron inferiores a los de la serie anual en todos los modelos (entre 0,17 y 0,44, frente a valores de entre 0,21 y 0,54 con datos anuales). Esta aparente paradoja se explica porque los modelos monotónicos utilizados no capturan la estacionalidad mensual ni los ciclos de corto plazo, por lo que al trabajar con datos mensuales la variabilidad no explicada aumenta, reduciendo el R^2 . La agregación anual resulta metodológicamente más apropiada para capturar la tendencia estructural de largo plazo relevante para la proyección de prefactibilidad.

Escenario	Modelo	2025	2026	2028	2030	2035
Conservador	Logarítmico	379	389	406	420	448
Normal	Potencial	400	417	448	475	533
Optimista	Lineal	388	408	449	490	592

Tabla 3.5: Escenarios de proyección de la demanda nacional de encomiendas (miles de toneladas).

3.2.3 Proyección regional de la demanda

Una vez obtenidos los volúmenes nacionales proyectados para cada escenario, se desagregaron a nivel regional aplicando los coeficientes de participación promedio estimados mediante el método CRITIC. Es importante precisar que estos coeficientes se suponen constantes en el tiempo, es decir, la estructura espacial de la demanda se mantiene fija a lo largo del horizonte de proyección. Este supuesto es coherente con la alta estabilidad temporal observada en los coeficientes regionales durante el período 2013–2023, pero implica que eventuales cambios en la distribución territorial de la actividad económica, la población o el comercio electrónico no quedan recogidos en estas proyecciones. Para cada región r , la demanda estimada en el año t se obtiene como:

$$D_{(r,t)} = \text{Coef}_r \cdot D_{(\text{nacional},t)}$$

Fórmula 3.9: Desagregación regional. $D_{(r,t)}$ es la demanda estimada de la región r en el año t , Coef_r es el coeficiente CRITIC promedio de la región r , y $D_{(\text{nacional},t)}$ el volumen nacional proyectado para el año t .

Los coeficientes regionales y las demandas estimadas para el escenario normal se presentan en el Anexo 3.6. Según los coeficientes CRITIC derivados de las variables socioeconómicas regionales, la Región Metropolitana de Santiago concentra el mayor peso relativo del sistema, con un coeficiente del 51,1%, seguida por Valparaíso (8,3%) y las regiones de Antofagasta y Biobío (4,8% cada una). En el extremo opuesto, Aysén (0,5%), Magallanes y Arica y Parinacota (0,9% cada una) presentan los menores coeficientes, reflejando su menor escala demográfica y económica dentro del total nacional.

Desde la perspectiva del servicio aéreo regional propuesto, regiones como Antofagasta, Biobío, Los Lagos y Maule presentan demandas estimadas superiores a las 20 mil toneladas anuales hacia 2030 bajo el escenario normal, lo que constituye un antecedente relevante para evaluar la viabilidad de conexiones aéreas en los capítulos siguientes.

Es fundamental precisar que los volúmenes proyectados en esta sección representan el mercado potencial total de encomiendas a nivel regional, y no la demanda directamente capturable por un servicio aéreo regional. La fracción efectivamente susceptible de ser

atendida por vía aérea deberá estimarse en etapas posteriores del estudio, considerando factores como la distancia entre origen y destino, la urgencia del envío, la conectividad terrestre disponible como alternativa, los tiempos de entrega comparados y la disposición de los operadores logísticos a incorporar el transporte aéreo en sus cadenas de distribución. La proyección aquí presentada constituye, por tanto, el universo máximo de referencia sobre el cual se aplicarán dichos filtros en el análisis operativo y económico subsiguiente.

3.3 Distribución territorial de la demanda aérea y definición de pares origen-destino

Una vez estimada y proyectada la demanda total de encomiendas a nivel regional, el paso siguiente consiste en determinar qué fracción de esa demanda es susceptible de ser atendida por vía aérea y cómo se distribuye entre los distintos puntos de la red aeroportuaria nacional. Este capítulo desarrolla esa desagregación en tres etapas: la definición del supuesto de captura modal aérea, la identificación de los nodos operativos de la red y el cálculo de las toneladas estimadas por aeródromo.

3.3.1 Demanda capturable por vía aérea

Los volúmenes proyectados en el capítulo anterior representan la demanda total de encomiendas a nivel regional, incluyendo tanto el modo terrestre como el aéreo. Para estimar la fracción efectivamente atendible por vía aérea, se requiere definir un supuesto de captura modal que permita acotar el universo de demanda relevante para el servicio propuesto.

A partir de la misma base de datos del INE utilizada en secciones anteriores, que registra mensualmente el volumen de encomiendas desagregado entre transporte terrestre y aéreo, se calculó la proporción histórica del modo aéreo respecto del total para el período 2018–2024. El resultado indica que el transporte aéreo representa en promedio un 6,67% del total de encomiendas transportadas en dicho período, con valores que oscilan entre un mínimo de 6,16% en 2019 y un máximo de 10% en 2018.

Este porcentaje se adopta como supuesto de captura modal aérea para el presente estudio. Su uso es metodológicamente conservador, en tanto refleja el comportamiento modal observado bajo las condiciones actuales de oferta aérea, caracterizadas por cobertura limitada a aeropuertos primarios y dependencia exclusiva del belly cargo en vuelos comerciales de pasajeros. En la medida en que el servicio propuesto amplíe la red hacia aeródromos secundarios actualmente sin operación regular de carga, incorpore frecuencias dedicadas y reduzca los tiempos de tránsito en rutas no cubiertas, existe base teórica para esperar que esta proporción aumente. Sin embargo, cuantificar ese incremento excede el alcance de este estudio de prefactibilidad, por lo que se mantiene el 6,67% como estimación de referencia.

Esta perspectiva es consistente con la proyección del mercado CEP aéreo en Chile elaborada por Mordor Intelligence (2024), que estima una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 6,0% para el segmento aéreo en el período 2024–2029. Si bien dicho dato confirma que existe una tendencia de crecimiento estructural en el modo aéreo, no se incorporó como parámetro de proyección en este estudio por dos razones. Primero, el CAGR de Mordor refleja el crecimiento del segmento en su conjunto, sin distinguir entre el efecto del crecimiento orgánico del mercado y el efecto de una eventual expansión de la oferta hacia aeródromos secundarios, que es precisamente la variable que este estudio evalúa. Segundo, su uso como tasa de captura introduciría un supuesto de crecimiento de la participación modal que no cuenta con respaldo en datos observados para el mercado chileno. Por estas razones, se optó por el 6,67% histórico como parámetro base, dejando el crecimiento proyectado por Mordor como antecedente de contexto que refuerza la pertinencia del servicio propuesto sin comprometer la robustez metodológica del modelo.

Con el propósito de verificar si trabajar con datos mensuales en lugar de anuales mejoraría la precisión de este estimado, se evaluó la proporción mensual para el mismo período, obteniendo resultados plenamente consistentes con los valores anuales. La tendencia es levemente decreciente, aunque estadísticamente no significativa, lo que sugiere que la proporción se ha estabilizado en torno al 6–7% durante el período analizado. Esta estabilidad respalda el uso del promedio como parámetro representativo.

3.3.2 Identificación de nodos de la red

La demanda aérea estimada solo puede materializarse en puntos donde exista infraestructura aeroportuaria habilitada para operaciones. Por esta razón, el segundo paso consistió en identificar todos los aeródromos y aeropuertos públicos con servicios disponibles en el territorio nacional, como base para definir los nodos posibles de la red.

La fuente utilizada fue el Índice de Aeródromos Públicos con Servicios publicado por el Servicio de Información Aeronáutica de Chile (AIS-Chile) en el documento AIP-Chile, Volumen I, enmienda número 64, de agosto de 2025. Este documento lista la totalidad de aeródromos y aeropuertos públicos habilitados en el país, indicando su categoría, código OACI, tipo de tráfico autorizado y si cuentan con instrumentación para vuelos IFR o solo VFR.

A partir de este listado se identificaron 38 instalaciones públicas con servicios para una red de carga CEP doméstica. Estas instalaciones se clasificaron en aeropuertos, correspondientes a terminales con vuelos comerciales regulares internacionales o nacionales, y aeródromos, correspondientes a instalaciones de menor envergadura sin operación comercial regular de carga.

Para cada instalación se identificó la comuna de ubicación y se cruzó con los datos de población comunal del Censo 2024 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), que constituye la fuente oficial más actualizada de población a nivel comunal disponible para el país.

En los casos en que una región cuenta con más de un aeródromo o aeropuerto, la demanda regional se distribuyó entre ellos en función de la población de las provincias donde se ubica cada instalación. El procedimiento consiste en sumar las poblaciones de las provincias que tienen aeródromo dentro de la región, y calcular la participación de cada una sobre ese total. Así, si una región tiene seis provincias, pero solo dos cuentan con aeródromo, el denominador es la suma de las poblaciones de esas dos provincias únicamente, no de las seis. La proporción de cada aeródromo corresponde entonces a la población de su comuna dividida por esa suma. Este enfoque garantiza que las proporciones de todos los aeródromos de una misma región

sumen exactamente el 100%, manteniendo consistencia con los volúmenes regionales estimados. La lógica utilizada es coherente con el enfoque top-down aplicado en etapas anteriores del estudio y con prácticas habituales de modelación regional de carga. En particular, la FHWA (2017) señala que los modelos de generación de carga emplean variables económicas y territoriales para estimar flujos hacia y desde unidades geográficas, utilizando población zonal y empleo sectorial como insumos explicativos. El mismo documento indica que cuando las matrices origen-destino de carga se encuentran disponibles en geografías demasiado agregadas, estas pueden desagregarse hacia unidades menores mediante participaciones territoriales basadas en actividad económica, calculando la participación de cada unidad sobre el total para distribuir los flujos agregados (FHWA, 2017). Por su parte, Liew (1984) respalda el uso de variables socioeconómicas como proxies para distribuir demanda agregada hacia escalas menores cuando no se dispone de microdatos observados de flujos, argumentando que este tipo de enfoque entrega estimaciones consistentes con los totales observados y resulta especialmente adecuado en contextos de planificación estratégica donde el objetivo es capturar órdenes de magnitud y patrones espaciales generales.

Para el caso particular de la Región Metropolitana de Santiago, el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez concentra casi la totalidad de la demanda regional, dado que es el único nodo con capacidad operativa real para el transporte de carga aérea en esa región. La población utilizada para este nodo corresponde a la suma de todas las comunas de la región, reconociendo que el aeropuerto sirve a la totalidad del área metropolitana y no exclusivamente a la comuna de Pudahuel donde se emplaza.

3.3.3 Desagregación de la demanda regional por aeródromo

Con los coeficientes de proporción definidos para cada aeródromo y los volúmenes regionales proyectados bajo el escenario conservador, se procedió a estimar las toneladas de demanda aérea CEP correspondientes a cada instalación. La expresión utilizada es la siguiente:

$$\text{Demanda_aérea}(a,t) = \text{Demanda_regional}(r,t) \times 6,67\% \times \text{Proporción}(a,r)$$

Fórmula 3.9: Desagregación regional.

Donde $Demanda_regional(r,t)$ corresponde a las toneladas totales de encomiendas proyectadas para la región r en el año t según el escenario conservador, 6,67% es el supuesto de captura modal aérea, y $Proporción(a,r)$ es la participación poblacional del aeródromo a dentro de la región r .

En el anexo 3.7 presenta los resultados para los años de referencia 2026 y 2030 bajo el escenario conservador, ordenados por región de norte a sur.

Los resultados evidencian una elevada concentración de la demanda aérea en Santiago, que acumula cerca del 44% del total nacional estimado para 2026, coherente con su peso dentro de los coeficientes CRITIC. En un segundo nivel aparecen aeródromos como Curicó (1.117 ton), Viña del Mar (1.076 ton), Rancagua (1.072 ton) y Chillán (883 ton), todos con demandas superiores a las 800 toneladas anuales en 2026. Este grupo de aeródromos secundarios, actualmente sin operación regular de carga, concentra volúmenes que podrían sustentar frecuencias regulares dependiendo de la aeronave seleccionada.

En un tercer nivel aparecen instalaciones como La Serena (790 ton), Temuco (793 ton), Antofagasta (835 ton) y Concepción (604 ton), que, si bien ya cuentan con operación aérea regular de pasajeros, no tienen vuelos dedicados de carga y presentan volúmenes relevantes. En el extremo opuesto, aeródromos como Cochrane (5 ton), Chile Chico (7 ton), Futaleufú (6 ton) o Puerto Williams (2 ton) presentan demandas marginales que difícilmente justificarían una frecuencia dedicada, aunque podrían ser atendidos mediante esquemas de consolidación o rutas con múltiples paradas.

Es fundamental precisar que los volúmenes presentados en esta tabla constituyen el universo potencial máximo de demanda aérea CEP en cada punto de la red, y no la demanda directamente capturable por el servicio propuesto en una primera etapa de operación. Esta cifra representa la totalidad de las encomiendas que hoy ya se transportan por vía aérea en cada región, distribuidas entre los aeródromos según su peso relativo poblacional. El servicio propuesto no busca capturar la totalidad de este universo, sino atender aquellas rutas donde el volumen bilateral sea suficiente para sostener una operación rentable con la aeronave seleccionada. Los filtros operativos que determinan qué rutas son viables se desarrollan en los capítulos siguientes, una vez definida la flota.

Por último, cabe señalar que el universo analizado en este estudio se circunscribe a la demanda que actualmente ya utiliza el modo aéreo, representada por el 6,67% histórico. Existe adicionalmente una fracción del mercado terrestre que, ante una oferta aérea competitiva en precio y cobertura, podría migrar hacia el modo aéreo. Cuantificar esa migración requeriría un modelo de elección modal que excede el alcance de este estudio de prefactibilidad. No obstante, su existencia constituye un vector de crecimiento adicional para el servicio propuesto, que no está recogido en las estimaciones aquí presentadas y que podría ser objeto de análisis en estudios de factibilidad posteriores.

3.4 Aeródromos, análisis de aeródromos donde se podría operar

Una vez estimada y distribuida la demanda aérea potencial por aeródromo en el capítulo anterior, el paso siguiente consiste en identificar cuáles de las instalaciones secundarias de la red nacional presentan condiciones técnicas y operativas mínimas para recibir un servicio regular de carga ligera tipo CEP. Este análisis no busca certificar aeródromos ni realizar una evaluación de infraestructura exhaustiva, sino establecer una evaluación preliminar de factibilidad operativa coherente con el nivel de un estudio de prefactibilidad.

3.4.1 Criterios de selección

Para delimitar el universo de aeródromos analizados se aplicaron dos criterios. En primer lugar, se excluyeron todas las instalaciones con operación comercial regular de pasajeros, dado que en esos aeropuertos la carga ya puede movilizarse como belly cargo y no constituyen el objeto de este estudio. En segundo lugar, se excluyeron aeródromos ubicados dentro del radio de indiferencia modal, distancia bajo la cual el transporte terrestre resulta sistemáticamente más eficiente en tiempo que el modo aéreo para envíos de carga ligera.

Este segundo criterio se fundamenta en un análisis de competitividad modal basado en tiempos de tránsito puerta a puerta. El tiempo aéreo total incluye el traslado al aeropuerto de origen (45 min), el procesamiento de carga previo al vuelo (45 min), el tiempo de vuelo propiamente tal (función de la distancia y la velocidad de crucero de la aeronave, estimada en 280 km/h para aeronaves turbohélice regionales) y el traslado desde el aeródromo de

destino hasta el centro urbano de destino (20 min), dando un total fijo de 110 minutos independiente de la distancia. El tiempo terrestre se estima considerando una velocidad promedio de 80 km/h en ruta interurbana. Bajo estos supuestos, ambos modos se igualan en torno a los 210 km desde Santiago, punto que define el radio de indiferencia modal. A distancias inferiores el transporte terrestre es más rápido; a distancias superiores, el modo aéreo resulta competitivo en tiempo de tránsito. La Figura 3.1 muestra esta relación.

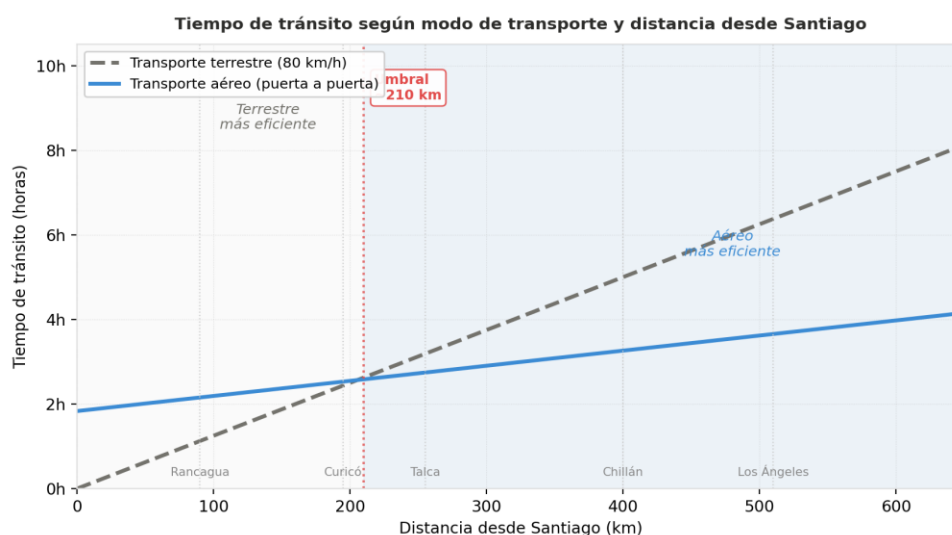


Figura 3.1: Tiempo de tránsito puerta a puerta según modo de transporte y distancia desde Santiago.

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de ambos criterios al corredor Santiago–sur arroja cuatro aeródromos con potencial operativo: Talca, Chillán, Los Ángeles y Pucón. Este resultado no refleja una escasez de infraestructura en términos absolutos, sino la realidad de la red secundaria chilena: la mayoría de los aeródromos públicos opera bajo condiciones que los excluyen de uno o ambos criterios, confirmando la hipótesis de partida de este estudio respecto a la subutilización de la red aeroportuaria nacional para fines logísticos. La Figura 3.2 muestra la distribución geográfica de los aeródromos seleccionados y el radio de indiferencia modal en el corredor analizado.

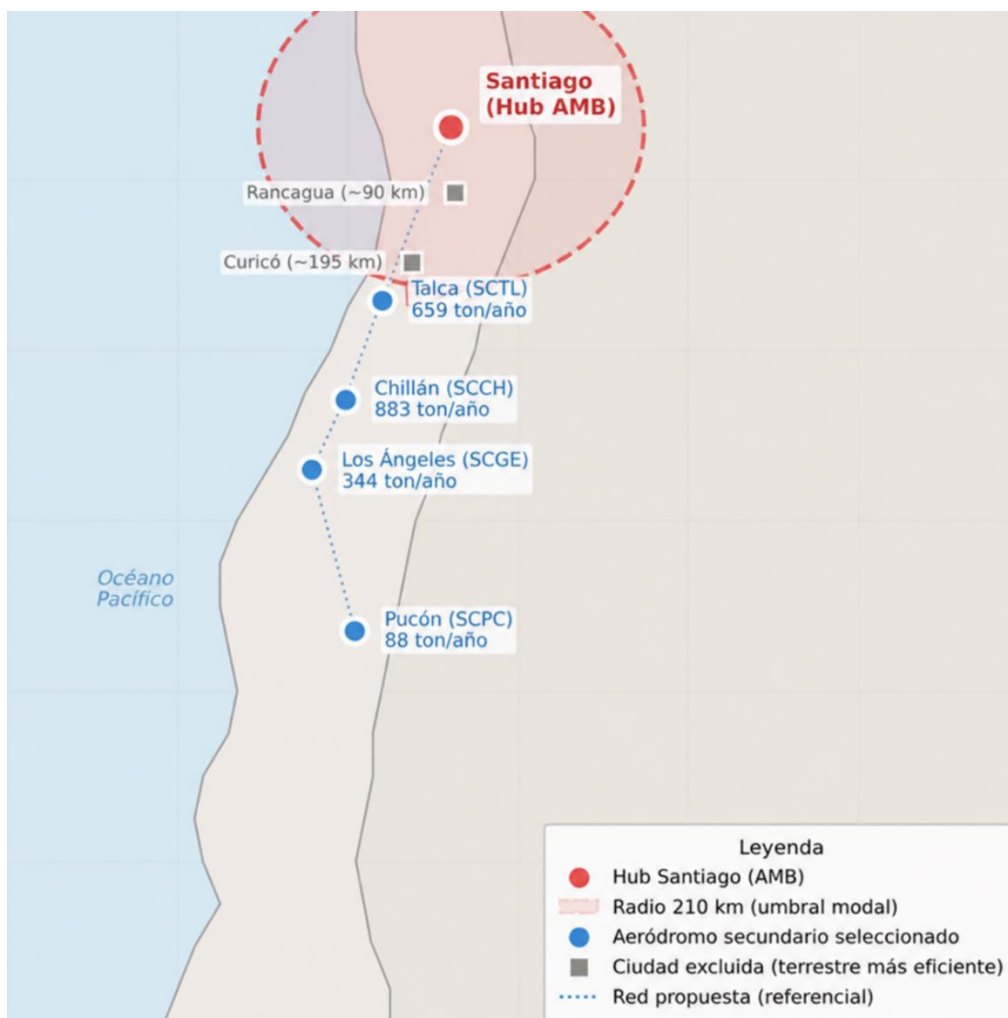


Figura 3.2: Aeródromos secundarios seleccionados y radio de competitividad modal aérea.

3.4.2 Aeródromos seleccionados

Los cuatro aeródromos que resultan de la aplicación de los criterios descritos comparten una característica definitoria: son instalaciones públicas administradas por la DGAC, ubicadas fuera del radio de indiferencia modal, que no cuentan con operación aérea comercial regular. Esta condición es precisamente la que los hace relevantes para el presente estudio, ya que implica que la demanda de carga ligera de sus zonas de influencia no dispone actualmente de acceso a servicios aéreos regulares y depende en su totalidad del transporte terrestre.

La Tabla 3.6 presenta la caracterización técnica de los cinco aeródromos seleccionados, elaborada a partir de la información publicada en el AIP-Chile, Volumen II, enmienda vigente al momento de este estudio. Los datos incluyen dimensiones de pista, tipo de superficie, resistencia declarada, sistemas de iluminación y aproximación disponibles, disponibilidad de combustible, régimen de administración, horario operativo y distancia al centro urbano más próximo, junto con los volúmenes de demanda aérea estimados para los años 2026 y 2030 bajo el escenario conservador.

Campo	Talca (SCTL)	Chillán (SCCH)	Los Ángeles (SCGE)	Pucón (SCPC)	Chaitén (SCTN)
Código OACI	SCTL	SCCH	SCGE	SCPC	SCTN
Región	Maule	Ñuble	Biobío	Araucanía	Los Lagos
Elevación (m)	112	152	114	268	8
Cabeceras pista	03/21	04/22	18/36	10/28	01/19
Long. x Ancho (m)	1.120 x 23	1.750 x 30	1.700 x 30	1.700 x 30	1.200 x 30
Superficie	Asfalto	Asfalto	Asfalto	Asfalto	Asfalto
Resistencia (RSTG)	12.227 kg	PCR 370 F/B/X/T	PCR 440 F/A/X/T	PCR 350 F/A/X/T	PCR 130 F/B/Y/T
Illum. pista (REDL)	Sí	Sí	Sí	No	Sí
PAPI	No	Sí	Sí	No	Sí
ABN	No	No	Sí	No	Sí
Combustible	AVGAS / JP1	AVGAS / JET A1	AVGAS	No declarado	No declarado
Administración	DGAC PUB	DGAC PUB	DGAC PUB	DGAC PUB	DGAC PUB
Horario	HJ	HJ	HJ	HJ	HJ
Dist. ciudad (km)	7	7	10	5	18,6
Demanda 2026 (ton)	659	883	344	88	~50
Demanda 2030 (ton)	718	961	374	94	~55

Tabla 3.6: Caracterización técnica de aeródromos secundarios seleccionados.

Del análisis de la tabla se desprenden cuatro observaciones relevantes para el diseño operativo del servicio propuesto.

En primer lugar, todos los aeródromos son de administración pública DGAC, lo que facilita el acceso operativo al no requerir negociaciones con privados y garantiza un marco regulatorio uniforme para la operación de vuelos de carga.

En segundo lugar, todos los aeródromos operan exclusivamente en horario diurno (HJ), lo que constituye una restricción operativa significativa para un modelo de red tipo hub-and-spoke. Los esquemas logísticos internacionales de carga exprés, como el de FedEx, operan predominantemente en horario nocturno para garantizar entregas al día siguiente. En el contexto chileno, esta restricción implica que el servicio debería estructurarse bajo una lógica operativa diurna, con vuelos que salgan de Santiago en la mañana y retornen en la tarde, lo que limita, pero no impide la configuración de una red funcional.

En tercer lugar, la disponibilidad de combustible es heterogénea y representa una variable crítica para la selección de aeronave. Chillán es el aeródromo más completo en este aspecto, con disponibilidad de AVGAS y JET A1, lo que lo hace compatible con la mayoría de las aeronaves de carga ligera. Talca dispone de AVGAS y JP1. Los Ángeles cuenta con AVGAS a través del club aéreo local. Pucón no declara combustible disponible en el AIP, lo que implicaría que la aeronave debería operar con combustible suficiente desde Santiago o desde un nodo intermedio, restringiendo el rango operativo efectivo o requiriendo coordinaciones previas con proveedores locales.

En cuarto lugar, las longitudes de pista son suficientes para aeronaves de carga ligera tipo turbohélice en todos los casos. Los aeródromos de Chillán, Los Ángeles y Pucón cuentan con pistas de 1.700 a 1.750 metros, compatibles con una amplia gama de aeronaves regionales. Talca con 1.120 metros tiene pistas más cortas, pero igualmente operativas para aeronaves de menor porte como el Cessna 208B Caravan o el Cessna 408 SkyCourier, cuyas distancias de despegue y aterrizaje se sitúan por debajo de los 900 metros en condiciones estándar.

En conjunto, el análisis técnico confirma que los aeródromos seleccionados presentan condiciones de infraestructura básica compatibles con operaciones regulares de carga ligera, aunque con restricciones operativas que deberán ser consideradas en el diseño de red y la selección de flota.

3.5 Alternativas de flota

La selección de aeronave es uno de los determinantes centrales de la viabilidad operativa y económica del servicio propuesto. Para estructurar esta evaluación se consideraron tres criterios. Primero, compatibilidad con los aeródromos de la red, cuyas pistas de asfalto varían entre 1.120 y 1.750 metros. Segundo, capacidad de carga adecuada al perfil de demanda de cada nodo. Tercero, costos operativos conocidos y cuantificables, condición necesaria para que el análisis económico posterior sea metodológicamente válido.

3.5.1 Aeronaves evaluadas

Se evaluaron cuatro aeronaves candidatas, todo turbohélice, que combinan distintos niveles de capacidad, autonomía, requerimientos de pista y costo operativo.

Cessna 208B Super Cargomaster. Turbohélice monomotor fabricado por Textron Aviation, es el avión de carga ligera feeder más operado del mundo en servicios CEP regionales, incluyendo el modelo de referencia de Azul Conecta Cargo en Brasil analizado en el estado del arte. Opera con un solo piloto, puede hacerlo desde pistas no pavimentadas y tiene el costo por hora más bajo del grupo (~USD 1.191/FH ajustado al contexto chileno). Con un rango de 1.783 km cubre todos los tramos de la red.



Figura 3.3: Cessna 208B Super Cargomaster de Fedex.

Fuente: PlanePHD (2026)

Cessna 408 SkyCourier. Biturbohélice desarrollado junto a FedEx Express como aeronave feeder de mayor escala, con capacidad para tres contenedores LD3 y un payload de 2.722 kg. Es el de mayor capacidad del grupo, pero también el de mayores requerimientos de pista (1.115 m de despegue), lo que lo excluye de Talca.



Figura 3.4: Cessna 408 SkyCourier.

Fuente: Flight Aware (2025)

Let L-410 NG. Biturbohélice checo de Aircraft Industries con el mayor rango del grupo (2.100 km) y compatibilidad con toda la red sin restricción de pista ni de autonomía. Su

precio usado (~\$6,5 M USD) es el más elevado. No se encontraron datos de costo operativo por hora en fuentes públicas disponibles.

DHC-6 Twin Otter Series 400. Biturbohélice STOL de De Havilland Canada, reconocido por su capacidad de operar en pistas extremadamente cortas. Con distancias de despegue y aterrizaje de 450 y 460 metros respectivamente, es el más apto para los nodos de menor infraestructura, especialmente Chaitén. Su costo por hora ajustado al contexto chileno es de ~USD 2.339/FH.



Figura 3.5: DHC-6 Twin Otter Series 400.

Fuente: Aviationweek.com (2026)

Los costos operativos por hora de vuelo presentados en la tabla fueron extraídos desde Aircraft Cost Calculator para el Cessna 208B Grand Caravan y el DHC-6 Twin Otter 400, y desde una fuente especializada de costos de operación para el Cessna 408 SkyCourier. En todos los casos, los valores originales fueron calculados con precios de combustible internacionales que difieren significativamente del precio local. Para ajustar estos costos al contexto chileno, se reemplazó el precio de combustible original por el valor de JET A-1 informado por Caffese (2026, p. 107), correspondiente a USD 3,066 por galón, manteniendo el resto de la estructura de costos sin modificación.

Parámetro	Cessna 208B Super Cargomaster	Cessna 408 SkyCourier	Let L-410 NG	DHC-6 Twin Otter 400
Rango (km)	1.783	741	2.100	1.300
Velocidad crucero (km/h)	324	210	417	337
Payload (kg)	1.590	2.722	2.300	1.842
MTOW (kg)	3.629	8.618	7.000	5.579
Dist. despegue (m)	660	1.115	590	450
Dist. aterrizaje (m)	560	917	600	460
Precio usado (M USD)	2,1	5,5	6,5	4,5
Costo por FH (USD) (a)	1.191	1.797	-	2.339
Mantenimiento en Chile (Aviasur)	Sí	No	Sí	Sí

3.5.2 Conclusión preliminar

Del cruce entre las características técnicas de cada aeronave y las condiciones de los cuatro nodos de la red se desprenden criterios de exclusión que reducen el conjunto de candidatos viables.

El primero es la compatibilidad de pista. El SkyCourier (1.115 m de despegue) queda fuera de Talca, limitando su operación a Chillán, Los Ángeles y Pucón. El resto de las aeronaves son compatibles con los cuatro aeródromos sin restricción.

El segundo es el tamaño y capacidad. El Cessna 408 SkyCourier y el Let L-410 NG están dimensionados para volúmenes de carga superiores a los que proyecta en una etapa inicial de operación. Su capacidad por vuelo excede la demanda capturable en las rutas definidas, lo que implica operar con factores de ocupación estructuralmente bajos y costos fijos difíciles de cubrir con los ingresos disponibles.

Por estas razones, el SkyCourier y el Let L-410 NG quedan excluidos del dimensionamiento económico. Su caracterización técnica se mantiene como referencia comparativa.

Las aeronaves seleccionadas son el Cessna 208B Super Cargomaster y el DHC-6 Twin Otter 400. El Cessna es la opción más equilibrada para los nodos de mayor volumen: combina compatibilidad con toda la red, el costo por hora más bajo del grupo, precio de adquisición accesible y una trayectoria probada en operaciones feeder CEP a nivel internacional. El Twin Otter conserva interés como alternativa de respaldo por sus capacidades STOL en pistas cortas; no obstante, una vez definida la red final de cuatro destinos (todos compatibles con el Cessna en pista y autonomía), la operación no requiere recurrir a una segunda configuración de aeronave. En consecuencia, el dimensionamiento operativo y económico se desarrolla sobre una flota homogénea de Cessna 208B Super Cargomaster, lo que simplifica el mantenimiento y el entrenamiento de tripulaciones.

Esta selección se ve adicionalmente respaldada por la disponibilidad de soporte técnico local. Aviasur, empresa en Chile certificada como taller de reparación autorizado por Textron Aviation y con certificación DGAC CMA 472, cuenta con habilitaciones para más de 22 tipos de aeronaves de 7 fabricantes distintos, entre los cuales se incluye el Super Cargomaster. La disponibilidad de mantenimiento certificado en Chile es un factor operativo crítico para cualquier servicio aéreo regular, ya que condiciona directamente los tiempos de inmovilización, los costos de mantenimiento no programado y la continuidad operativa de la red.

3.6 Diseño de red

El diseño de la red constituye una decisión estructural del modelo operativo propuesto, ya que determina cómo se conectan los nodos identificados en el capítulo anterior, desde qué punto se origina la distribución y bajo qué lógica se articulan los flujos de carga. Las decisiones adoptadas en este capítulo no son arbitrarias, sino que derivan de la estructura de demanda estimada, de las características del territorio chileno y de la evidencia disponible sobre modelos logísticos aéreos exitosos en contextos comparables.

3.6.1 Selección del modelo de red

Para un servicio aéreo de carga ligera tipo CEP, la elección del modelo de red es determinante tanto para la viabilidad operativa como para la eficiencia económica del sistema. En la literatura especializada, los dos modelos predominantes son el hub-and-spoke y el punto a punto. En el primero, todos los flujos de carga se canalizan a través de un nodo central desde el cual se redistribuyen hacia los destinos; en el segundo, cada par de ciudades se conecta mediante vuelos directos sin pasar por un nodo intermedio.

El modelo punto a punto depende de que existan volúmenes suficientes entre cada par de ciudades para justificar un vuelo dedicado. En el contexto chileno, los volúmenes regionales estimados en el capítulo 3.3 muestran que, fuera de la Región Metropolitana, ninguna región supera el 8,3% de la demanda nacional, y la mayoría se sitúa entre el 1,6% y el 4,8%. Bajo estas condiciones, un vuelo directo entre dos ciudades regionales no tendría masa crítica de carga suficiente para ser sostenible.

Una alternativa metodológica sería estimar los flujos entre pares de ciudades regionales mediante un modelo gravitacional, lo que permitiría identificar si existen rutas punto a punto con volúmenes suficientes para sostenerse sin pasar por Santiago. Sin embargo, aplicar ese enfoque requeriría introducir nuevos supuestos sobre tasas de intercambio interregional, parámetros de fricción por distancia y distribución modal entre territorios, variables que no cuentan con respaldo estadístico oficial en Chile. Dado que este estudio ya incorpora aproximaciones indirectas en la estimación de la demanda regional, agregar una capa adicional de modelación especulativa comprometería la transparencia y replicabilidad del análisis. En consecuencia, la selección del modelo de red se basa en los volúmenes regionales ya estimados y en la evidencia empírica disponible sobre modelos logísticos aéreos comparables, sin introducir estimaciones adicionales.

El modelo hub-and-spoke resuelve precisamente el problema de los bajos volúmenes interregionales. Al concentrar los flujos en un nodo central, permite agregar volúmenes dispersos y distribuirlos eficientemente hacia múltiples destinos con aeronaves de menor capacidad. Tal como señala Bowen (2012), en los inicios de FedEx menos de 100 paquetes por noche circulaban entre el par de ciudades más activo de toda su red, y aun así el modelo

resultó viable precisamente porque la concentración en Memphis permitía agregar esos flujos pequeños en un volumen consolidado. Lin et al. (2003), por su parte, demuestran que este tipo de estructura permite consolidar envíos, reducir el número de vuelos necesarios y optimizar el uso de flota mediante aeronaves tipo feeder, adaptándose a mercados con demanda variable sin requerir capacidad excesiva.

La experiencia de Azul Conecta Cargo en Brasil, descrita en el capítulo 2.1.4, refuerza esta elección en un contexto sudamericano. Su modelo opera exactamente bajo esta lógica: aeronaves pequeñas conectan mercados periféricos de bajo volumen con un hub central en Campinas, desde donde la carga se redistribuye a escala nacional. El resultado es conectividad aérea en zonas que individualmente no justificarían un vuelo dedicado.

Por estas razones, el presente estudio adopta el modelo hub-and-spoke como estructura de red para el servicio propuesto.

3.6.2 Selección del hub

La elección del nodo central de la red condiciona toda la estructura operativa del servicio. Bowen (2012) identifica los factores determinantes en la ubicación de hubs logísticos aéreos: centralidad dentro del mercado objetivo, acceso a redes de transporte terrestre complementario y posición intermedia respecto de los principales flujos de carga. Santiago reúne los tres criterios.

Como se señaló en el capítulo 3.1, la Región Metropolitana concentra el 51,1% de la demanda nacional de encomiendas estimada mediante el método CRITIC, y el Aeropuerto Arturo Merino Benítez es el único punto de entrada de importaciones aéreas del país, canalizando los 28,6 millones de envíos courier que ingresaron en 2024. A esto se suma que, según el Diario Financiero (2025), la Región Metropolitana concentra cerca del 70% de la capacidad logística del país, con polos de desarrollo en Pudahuel, Quilicura, Lampa y San Bernardo, comunas directamente conectadas con el aeropuerto. Los centros de distribución en Santiago alcanzan superficies de entre 50.000 y 100.000 m², frente a rangos de 5.000 a 30.000 m² en regiones, lo que refleja una asimetría estructural en la capacidad de consolidación y redistribución de carga.

Esta concentración no es casual. Como describe el mismo documento, los centros de distribución metropolitanos actúan como nodos que conectan la oferta digital con la demanda nacional, procesando pedidos del comercio electrónico que en 2024 alcanzó ventas por US\$11.500 millones y se proyecta crecerá un 15% en 2025. En este contexto, SCEL no es simplemente el aeropuerto más grande del país, sino el punto donde convergen demanda, infraestructura logística, operadores CEP consolidados y conectividad aérea internacional, condiciones que ningún otro aeropuerto del país reúne simultáneamente.

Por todo lo anterior, el Aeropuerto Arturo Merino Benítez se define como el hub único de la red propuesta.

3.6.3 Definición de pares origen-destino

El servicio propuesto se posiciona en el subsegmento donde el tiempo de tránsito es el atributo determinante, ofreciendo entrega en el día hacia destinos que actualmente tienen un mínimo de un día hábil por vía express terrestre. Esta diferencia es relevante para envíos urgentes, de alto valor relativo o con ventanas de entrega acotadas. El segmento no es marginal: según Mordor Intelligence (2026), los servicios express representaron aproximadamente el 24,8% del mercado CEP chileno en 2025, con una tasa de crecimiento proyectada de 6,81% anual entre 2026 y 2031. La sensibilidad tarifaria del modelo económico refleja precisamente la disposición a pagar de este segmento: el escenario conservador evalúa la viabilidad a paridad de precio con el mercado terrestre, mientras que los escenarios normal y optimista capturan el diferencial que el cliente express estaría dispuesto a pagar por la ventaja temporal.

La sección 3.5 identificó cuatro aeródromos secundarios de la zona centro y sur con condiciones técnicas e infraestructura básica compatibles con operaciones regulares de carga ligera: Talca (SCTL), Chillán (SCCH), Los Ángeles (SCGE) y Pucón (SCPC). Ese análisis constituyó un filtro de oferta, determinando qué instalaciones son físicamente viables para recibir el servicio. El presente capítulo aplica sobre ese conjunto un filtro de demanda complementario, con el propósito de determinar cuáles de esos aeródromos presentan condiciones de demanda suficientes para sostener una ruta regular y bajo qué configuración

de flota. Todas las rutas tienen como origen el hub en Santiago, configurando una estructura radial donde cada vuelo conecta SCL con un destino regional y retorna.

3.6.3.1 Ventaja competitiva frente al modo terrestre

El modo aéreo solo resulta competitivo en tiempo de tránsito puerta a puerta a distancias superiores a 210 km desde Santiago, umbral establecido en la sección 3.4.1. Los aeródromos seleccionados se ubican por encima de ese umbral, condición que ya fue verificada en el análisis técnico previo. Sin embargo, la competitividad del modo aéreo no depende únicamente de los kilómetros entre origen y destino, sino también de la promesa de entrega terrestre existente en cada ruta, el horario de corte de los operadores, la urgencia del envío y la cobertura efectiva hacia localidades fuera de las capitales regionales principales.

En rutas donde los operadores terrestres ya ofrecen entrega al día siguiente con alta confiabilidad, la ventaja del modo aéreo se concentra en el segmento same-day y en envíos con corte horario muy exigente. Este segmento tiene relevancia comercial concreta: a nivel global, DataIntel (2025) estima que el same-day delivery representó el 16,3% de los ingresos del mercado de parcel delivery en 2025, siendo el segmento de mayor expansión. En Chile, su existencia queda confirmada por operadores como Chilexpress, que ofrece formalmente entrega el mismo día dentro de la Región Metropolitana, evidenciando que la disposición a pagar por velocidad ya existe en el mercado local.

La Tabla 3.6 cuantifica esta ventaja para cada par OD de la red propuesta, comparando los tiempos de tránsito estimados para ambos modos bajo supuestos homogéneos.

Destino	Distancia SCL (km)	Tiempo terrestre	Tiempo aéreo puerta a puerta	Ventaja aérea
Talca	255	3h 10min	1h 50min	1h 20min
Chillán	400	4h 30min	2h 20min	2h 10min
Los Ángeles	500	5h 30min	2h 40min	2h 50min
Pucón	780	8h 00min	3h 30min	4h 30min

Tabla 3.6: Diferencias entre destinos medios de transporte para rutas seleccionadas.

3.6.3.2 Flujos y frecuencias

La Tabla 3.7 presenta los flujos bilaterales estimados para 2026 bajo el escenario conservador y la frecuencia semanal adoptada para cada par origen-destino. A diferencia de un esquema en que la frecuencia se deriva de la demanda capturada, el servicio opera con una frecuencia fija de 7 vuelos semanales por ruta (un vuelo diario, los siete días de la semana), decisión que responde a la naturaleza del producto: un servicio express solo es comercializable si garantiza despacho diario en fecha cierta.

Par OD	Flujo ida SCL→dest. (ton/año)	Flujo retorno dest.→SCL (ton/año)	Ratio ret./ida	Flujo total par (ton/año)	Vuelos/sem Caravan
SCL ↔ Talca	652	346	0,53	998	7
SCL ↔ Chillán	865	468	0,54	1.333	7
SCL ↔ Los Ángeles	337	178	0,53	51	7
SCL ↔ Pucón	87	45	0,52	132	7

Tabla 3.7: Tabla con cantidades anuales en tonelada y frecuencias por ruta.

Fuente: Elaboración propia.

Talca y Chillán concentran los mayores volúmenes del corredor, con flujos totales superiores a 1.000 toneladas anuales. Los Ángeles presenta un flujo total de 515 toneladas anuales, y Pucón, con 132 toneladas anuales, el volumen más acotado de la red. Bajo el criterio de máximo teórico de captura total, la demanda de Talca y Chillán justificaría frecuencias de entre 8 y 11 vuelos semanales de ida; Los Ángeles requeriría entre 4 y 5, y Pucón apenas 1 o 2. La frecuencia fija adoptada queda por encima de lo estrictamente necesario para Pucón y Los Ángeles, lo que implica operar con mayor capacidad disponible que la demanda capturada en esas rutas, diferencia que se absorbe como costo de la promesa de servicio express y cuyo impacto económico se analiza en el capítulo 3.9.

Los flujos de retorno representan aproximadamente el 53% del flujo de ida para todos los pares del corredor, reflejando la asimetría estructural del mercado CEP chileno donde Santiago concentra el 51,1% de la demanda nacional y actúa como principal generador de flujos de salida. Esta asimetría se incorpora directamente en el dimensionamiento económico del capítulo 3.9.

3.7 Oferta Actual

El presente capítulo caracteriza la oferta logística existente para el transporte de carga ligera tipo CEP en Chile, con foco en la zona centro-sur y sur. El análisis comprende los principales operadores terrestres que constituyen la alternativa modal dominante, describiendo sus condiciones de precio, cobertura y tiempos de entrega. Esta caracterización provee el marco de referencia necesario para la definición de la estructura tarifaria del servicio aéreo regional en el capítulo 3.8.

La información de tarifas y tiempos de entrega fue obtenida directamente desde los sitios webs oficiales de cada operador durante el mes de mayo de 2026. Con el propósito de asegurar comparabilidad entre operadores, se utilizó un conjunto de paquetes de referencia estandarizados, manteniendo constantes el peso, las dimensiones y el valor declarado en todas las cotizaciones.

El peso volumétrico se calculó aplicando el divisor de 4.000 cm³/kg, estándar utilizado por los operadores terrestres nacionales. El precio por kilogramo cobrado se obtiene dividiendo el precio total por el peso facturable efectivo, que corresponde al mayor valor entre el peso físico y el peso volumétrico. Los tres paquetes de referencia utilizados fueron:

- Paquete pequeño: 1 kg físico, dimensiones 25×20×10 cm, peso volumétrico 1,25 kg, peso cobrado 1,25 kg.
- Paquete mediano: 5 kg físico, dimensiones 40×30×20 cm, peso volumétrico 6,0 kg, peso cobrado 6,0 kg.
- Paquete grande: 10 kg físico, dimensiones 50×40×30 cm, peso volumétrico 15,0 kg, peso cobrado 15,0 kg.

El valor declarado utilizado en todas las cotizaciones fue de \$20.000 CLP, valor representativo de un envío de e-commerce estándar que no activa recargos adicionales por alto valor declarado. Se utilizaron tarifas regulares en todos los casos, excluyendo promociones por tiempo limitado para garantizar la comparabilidad entre operadores. Las cotizaciones se realizaron para las diez rutas de la red: cinco de ida desde Santiago hacia cada destino y cinco de retorno, en todos los casos con entrega en sucursal o punto de venta como modalidad base.

3.7.1 Operadores del mercado CEP terrestre

El mercado CEP en Chile presenta una concentración moderada, con operadores de distinto alcance y modelo de negocio. Para efectos de este estudio se seleccionaron los cuatro operadores con mayor presencia y con tarifas públicamente disponibles: Chilexpress, Starken, Blue Express y CorreosChile. Se excluyeron DHL, FedEx y UPS dado que su modelo está orientado principalmente a envíos internacionales y clientes corporativos de alto volumen.

Según Mordor Intelligence (2026), el mercado CEP chileno muestra una concentración moderada donde Chilexpress y CorreosChile anclan las redes nacionales, mientras que Blue Express aprovecha el respaldo de Empresas Copec para integrar plataformas logísticas con capacidades digitales avanzadas. La especialización geográfica continúa siendo un eje diferenciador: CorreosChile aprovecha su presencia estatal para operar casilleros a nivel nacional, incluyendo localidades de difícil acceso donde los operadores

Los cuatro operadores analizados ofrecen cobertura en la totalidad de los cinco destinos del corredor sur. Sin embargo, la cobertura no es homogénea en términos de nivel de servicio ni de tiempo de entrega. La Tabla 3.8 presenta la disponibilidad de servicios express y normal para cada combinación operador-destino, junto con los tiempos de entrega declarados.

Operador / Servicio	Talca	Chillán	Los Ángeles	Pucón	Tiempo de entrega
Chilexpress Express	✓	✓	✓	No tiene servicio	1 día hábil (Talca, Chillán, Los Ángeles)
Chilexpress Normal	✓	✓	✓	✓	3-5 días
Starken Normal	✓	✓	✓	✓	2 días
Blue Express Normal	✓	✓	✓	✓	2 días / Pucón 5 días
CorreosChile Express	✓	✓	✓	✓	1-2 días hábiles (todos los destinos)
CorreosChile Normal	✓	✓	✓	✓	3-4 días hábiles

Tabla 3.8: Cobertura y tiempos de entrega por operador y destino.

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de cobertura se desprenden tres observaciones relevantes. Primera, Chilexpress no ofrece servicio express hacia Pucón, limitando la opción de entrega urgente en ese destino a CorreosChile como único operador con express disponible. Segunda, Blue Express presenta el mayor tiempo de entrega hacia Pucón de todos los operadores del corredor, con cinco días frente a los dos días que ofrece en los destinos del valle central, reflejando las condiciones de acceso más exigentes de ese destino. Tercera, CorreosChile es el único operador que cubre con servicio express la totalidad de los cuatro destinos analizados, con tiempos declarados de uno a dos días hábiles, lo que confirma la existencia de demanda por velocidad incluso en Pucón.

3.7.2 Tarifas de referencia del mercado terrestre

El análisis de precios se realizó sobre la base de los tres paquetes de referencia descritos al comienzo del capítulo. Dado que el precio por kilogramo cobrado varía significativamente según el tamaño del paquete (los operadores aplican tarifas por tramos fijos que generan economías de escala en peso) se utiliza el paquete mediano como referencia principal, por ser el más representativo del perfil de envíos CEP. Para el paquete mediano de 5 kg físico con peso cobrado de 6,0 kg, los precios por kilogramo oscilan entre \$1.217/kg (Blue Express) y \$3.693/kg (Chilexpress Express) en el corredor Talca-Los Ángeles.

La Tabla 3.9 presenta el precio mínimo y máximo de mercado por kilogramo para el paquete mediano en cada destino, junto con el operador de menor precio y el tiempo mínimo de entrega disponible.

Destino	\$/kg mínimo mercado	\$/kg máximo mercado	Promedio \$/kg paquete mediano	Operador más económico	Tiempo mínimo disponible
Talca	\$1.903	\$3.693	\$1.903	CorreosChile Normal	1 día hábil (express)
Chillán	\$1.903	\$3.367	\$1.903	CorreosChile Normal	1 día hábil (express)
Los Ángeles	\$1.903	\$3.367	\$1.903	CorreosChile Normal	1 día hábil (express)
Pucón	\$1.630	\$2.469	\$1.630	CorreosChile Normal	1-2 días hábiles (express)

Tabla 3.9: Tarifas de referencia del mercado terrestre por destino.

: Elaboración propia a partir de cotizadores oficiales, mayo 2026.

El precio mínimo de mercado en todos los destinos corresponde a CorreosChile en modalidad normal, con valores entre \$1.630 y \$1.903/kg según destino. Estos valores constituyen el piso de referencia sobre el cual se construye la estructura tarifaria del servicio aéreo propuesto en el capítulo 3.8, donde el diferencial se justifica por la ventaja temporal que el modo aéreo ofrece frente a cualquier alternativa terrestre disponible en el corredor.

En cuanto al modo aéreo, el único operador que permite cotizar y contratar el transporte de un paquete individual de forma directa es SKY Airline. Su red doméstica de carga tiene como destino más cercano hacia el sur, la ciudad de puerto montt desde Santiago.

3.8 Configuración operativa

El presente capítulo define la configuración operativa del servicio, estableciendo los parámetros bajo los cuales se determinan las tarifas, las frecuencias de operación, el programa de vuelo semanal y el dimensionamiento de flota requerido para cada escenario tarifario.

El análisis toma como base los flujos proyectados para el horizonte 2026–2035, la aeronave seleccionada en el capítulo 3.5 (Cessna 208B Grand Caravan) y la red hub and spoke con centro en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez (SCL) definida en el mismo capítulo.

Los supuestos operativos que sustentan el modelo son los siguientes. El servicio opera los siete días de la semana. La ventana operativa diaria comprende el período entre las 08:00 y las 18:00 horas, restricción impuesta por las condiciones de operación de los aeródromos de destino. El tiempo de turnaround en destino se estima en 40 minutos, valor derivado del análisis de tiempos de operación en tierra presentado en la sección 3.6.3.1. El tiempo de recarga en SCL entre dos rotaciones consecutivas de la misma aeronave se estima en 30 minutos. La velocidad de crucero del Caravan utilizada en los cálculos es de 324 km/h.

A diferencia de un esquema en que la frecuencia se ajusta año a año a la demanda capturada, el servicio adopta una frecuencia fija de un vuelo diario por ruta, los siete días de la semana, constante a lo largo de todo el horizonte de evaluación. Esta decisión responde a la naturaleza del producto: un servicio express solo es comercializable si garantiza un despacho diario en fecha cierta, condición que ningún operador CEP contrataría bajo una frecuencia variable o intermitente. La capacidad por vuelo corresponde al payload de 1.590 kg del Cessna 208B Grand Caravan, holgado frente a los volúmenes diarios proyectados, de modo que el crecimiento de la demanda se absorbe mediante mayor ocupación de la misma frecuencia y no mediante vuelos adicionales.

3.8.1 Estructura de tarifas

La estructura tarifaria del servicio se construye a partir de las tarifas de referencia del mercado terrestre caracterizadas en el capítulo 3.7, aplicando multiplicadores sobre el precio promedio de mercado por kilogramo (escenarios $\times 1,0$, $\times 1,25$ y $\times 1,5$). Estos multiplicadores reflejan la diferenciación de velocidad que el modo aéreo ofrece respecto a la alternativa terrestre, expresada como entrega el mismo día frente a tiempos mínimos de uno a dos días hábiles en los destinos cercanos y varios días en Pucón.

La tarifa no se fija en un único valor, sino que se trata como la variable central del análisis de sensibilidad económico desarrollado en el capítulo 3.9. Para los cuatro destinos de la red se evalúan tres niveles tarifarios definidos como múltiplos del precio promedio del mercado terrestre: un escenario conservador a paridad con el modo terrestre ($\times 1,0$), un escenario normal con un recargo del 25% ($\times 1,25$) y un escenario optimista con un recargo del 50% ($\times 1,5$). Este último se adopta como tarifa de referencia para presentar la estructura, por posicionar el servicio como una alternativa premium justificada por la ventaja temporal sin alejarse del rango de precios que el mercado CEP chileno reconoce como razonable para servicios express. La elección entre escenarios y sus implicancias de rentabilidad se discute en el dimensionamiento económico.

El peso facturable se determina aplicando el divisor de $6.000 \text{ cm}^3/\text{kg}$ para el cálculo del peso volumétrico, adoptando como peso cobrado el mayor valor entre el peso físico y el peso volumétrico. Este criterio es consistente con la regla general utilizada en el transporte aéreo de carga, según la cual el volumen del envío en centímetros cúbicos se divide por 6.000 para estimar el peso volumétrico, tarifándose posteriormente sobre el mayor valor resultante entre peso real y peso volumétrico (International Air Transport Association, 2021).

De esta forma, el operador puede recuperar el costo asociado al uso de capacidad en envíos de baja densidad, cuya limitante operacional no necesariamente corresponde al peso físico, sino al volumen ocupado dentro de la aeronave. La Tabla 3.10 presenta las tarifas propuestas para cada destino de la red, junto con el precio promedio de referencia del mercado terrestre y las tarifas resultantes para los tres escenarios evaluados.

Destino	Promedio terrestre (\$/kg)	Tarifa $\times 1,0$	Tarifa $\times 1,25$	Tarifa $\times 1,5$ (referencia)
---------	----------------------------	---------------------	----------------------	----------------------------------

Talca	\$3.831	\$3.831	\$4.789	\$5.746
Chillán	\$3.767	\$3.767	\$4.709	\$5.650
Los Ángeles	\$3.767	\$3.767	\$4.709	\$5.650
Pucón	\$3.310	\$3.310	\$4.138	\$4.965

Tabla 3.10: Estructura tarifaria propuesta por destino.

Fuente: elaboración propia.

Pucón es el destino de menor volumen de la red y, por tanto, el más exigente en términos de equilibrio por ruta. Aun cuando su demanda individual no alcanza el umbral de equilibrio en los primeros años, la operación diaria se mantiene desde el inicio por una razón estratégica: la frecuencia fija es condición necesaria para comercializar el servicio como express, dado que ningún operador CEP contratará un despacho de fecha indeterminada. El análisis económico de esta ruta, y el efecto de subsidio cruzado entre rutas, se desarrolla en el capítulo 3.9.

3.8.2 Frecuencias por ruta

La frecuencia operativa no se deriva de la demanda capturada año a año, sino que se fija en un vuelo diario por ruta, los siete días de la semana, para los cuatro destinos y de forma constante durante todo el horizonte de evaluación, totalizando 28 frecuencias semanales (4 rutas $\times$ 7 días).

La tasa de captura de mercado se mantiene fija en 40% en los tres escenarios tarifarios, criterio deliberadamente conservador para no sobreestimar la demanda: dado que el servicio opera como único operador aéreo de carga en cada aeródromo de destino, la restricción no proviene de la competencia sino de la capacidad comercial de construir contratos con operadores CEP y de la maduración del mercado. Bajo este supuesto, los volúmenes capturados se mantienen holgadamente por debajo de la capacidad de la frecuencia diaria, de modo que el crecimiento de la demanda se traduce en mayor ocupación de los vuelos y no en frecuencias adicionales. La Tabla 3.11 presenta las frecuencias semanales por destino, constantes a lo largo del horizonte.

Destino	Vuelos/día	Vuelos/semana	Constante 2026–2035
Talca	1	7	Sí
Chillán	1	7	Sí

Los Ángeles	1	7	Sí
Pucón	1	7	Sí
TOTAL RED	4	28	Sí

Tabla 3.11: Frecuencias semanales por destino.

. Fuente: elaboración propia.

Todos los destinos comparten la misma frecuencia diaria, con independencia de su volumen relativo. Esta uniformidad es una decisión comercial y no técnica: la frecuencia diaria fija es la que permite ofrecer un servicio express con despacho en fecha cierta, atributo que constituye la propuesta de valor del servicio y sustenta su estructura tarifaria. En los destinos de mayor demanda (Talca, Chillán) la frecuencia diaria opera con mayor ocupación del payload, mientras que en Pucón la misma frecuencia opera con ocupación menor, diferencia que se analiza en el dimensionamiento económico.

3.8.3 Itinerarios semanales

Las frecuencias semanales determinan cuantos vuelos hay a cada destino en la semana. Su diseño responde a dos criterios simultáneos: maximizar la utilización de cada aeronave mediante la combinación de la mayor cantidad de rutas en un mismo día cuando los tiempos lo permiten, y distribuir las visitas a cada destino de forma uniforme durante la semana, evitando concentraciones de frecuencia en días aislados que generarían cuellos de botella de carga y días de inactividad.

La viabilidad de combinar dos rotaciones en un mismo día depende del tiempo total acumulado, que no puede exceder la ventana operativa de 10 horas. El tiempo de una rotación completa se compone del vuelo de ida, el turnaround de 40 minutos en destino y el vuelo de retorno. Entre dos rotaciones consecutivas del mismo avión se añaden 30 minutos de recarga en SCL. La Tabla 3.12 resume los tiempos de rotación por destino y la factibilidad de combinación.

Destino	Dist. (km)	Vuelo ida (h)	Rotación completa (h)	Rot./día posibles	Combinable con otro destino
Talca	255	0,79	2,45	3	Sí
Chillán	400	1,23	3,13	2	Sí
Los Ángeles	500	1,54	3,75	2	Sí (con Pucón)
Pucón	780	2,41	5,49	1	Sí (con Los Ángeles)

Tabla 3.12: Tiempos de rotación y factibilidad de combinación por destino.

Fuente: elaboración propia.

Bajo operación diaria, la red se cubre combinando los cuatro destinos en dos rotaciones por aeronave dentro de la ventana de diez horas. La rotación de Pucón (5,49 horas) admite combinarse con la de Los Ángeles (3,75 horas), totalizando 9,74 horas con la recarga intermedia, dentro del límite operativo. Talca (2,45 horas) y Chillán (3,13 horas) se combinan holgadamente en 5,9 horas. De este modo, cada aeronave realiza dos destinos diarios y el conjunto de la red queda cubierto con dos aeronaves operando los siete días de la semana.

Para los destinos de Talca, Chillán y Los Ángeles, las combinaciones posibles en un día son las siguientes: Talca con Chillán (5,9 horas totales), Talca con Los Ángeles (6,5 horas), y Chillán con Los Ángeles (7,4 horas). Estas combinaciones permiten que un avión cubra dos rutas distintas en una jornada, incrementando significativamente la utilización de la aeronave sin necesidad de flota adicional.

La Tabla XX presenta el programa de vuelo semanal, con 28 vuelos (4 destinos $\times$ 7 días) distribuidos en las 2 aeronaves. El Avión 1 cubre la combinación Talca + Chillán todos los días, y el Avión 2 cubre Los Ángeles + Pucón todos los días, manteniendo una asignación estable durante toda la semana.

Aeronave	Ruta diaria (Lunes a Domingo)	Rotación diaria (h)
Avión 1	Talca + Chillán	5,9
Avión 2	Los Ángeles + Pucón	9,74

Tabla 3.13: Programa de vuelo semanal por avión.

Fuente: elaboración propia.

Dado que la frecuencia es fija y la capacidad por vuelo es holgada frente a la demanda proyectada, el programa de vuelo se mantiene constante durante todo el horizonte de evaluación: no se requieren aeronaves adicionales, ya que el crecimiento de la demanda se absorbe mediante mayor ocupación de los vuelos diarios existentes. La flota se mantiene en dos Cessna 208B Grand Caravan a lo largo de los diez años.

3.9 Dimensionamiento económico

El análisis económico adopta un horizonte de evaluación de diez años (2026–2035), consistente con la duración del contrato de dry lease de las aeronaves. La metodología utiliza flujo de caja descontado con una tasa de descuento del 14% real anual, que incorpora el riesgo propio de un operador nuevo en un nicho de carga aérea sin historial operacional en el corredor centro-sur de Chile. El impuesto de primera categoría se aplica a la tasa vigente del 27% sobre el resultado antes de impuestos cuando este es positivo.

La elección del dry lease por sobre la adquisición directa del avión responde a dos factores. Primero, al tratarse de un operador nuevo sin historial de operaciones, el leasing reduce el umbral de capital inicial requerido. Segundo, se transfiere el riesgo de valor residual al arrendador, si la demanda no se materializa como en la proyecciones, el operador no enfrenta a la necesidad de la venta de los aviones recién comprados.

El financiamiento de las aeronaves se estructura mediante leasing capitalizado. El valor presente de los pagos futuros de leasing se incorpora en el año 0 del flujo mediante la siguiente ecuación, donde rm corresponde a la tasa mensual equivalente al 14% anual:

$$VP = 44.160.000 \times \frac{[1 - (1 + rm)^{-120}]}{rm}$$

Fórmula 3.10: Valor presente del costo total del leasing.

El resultado es aproximadamente \$2.937 millones de CLP para las dos aeronaves. Sumado a los ítems de inversión operacional directa; depósito de garantía (\$220,8 MM), equipamiento de tierra (\$8 MM), software TMS (\$3 MM), camión (\$20 MM), capital de trabajo inicial (\$43 MM) y habilitación AOC (\$1 MM), totalizando \$296 MM. La inversión inicial neta registrada en el año 0 del flujo de caja asciende a \$3.233 millones de CLP. Esta aproximación permite representar el compromiso contractual del leasing como una obligación financiera equivalente en valor presente, evitando una doble contabilización de sus pagos dentro de los costos operacionales anuales.

Los tres escenarios evaluados corresponden a tres niveles de tarifa sobre la referencia terrestre, donde el escenario conservador es cobrando lo mismo que la referencia terrestre y el escenario más optimista es cobrando un 150%. La demanda captada es de 40% en los tres

casos, con el fin de no sobreestimar demanda, de modo que la única variable diferenciadora es el ingreso unitario por kilogramo transportado.

3.9.1 Estructura de ingresos y costos

Los ingresos se calculan como el producto entre los kilogramos anuales transportados en cada ruta y la tarifa correspondiente. El cobro se realiza sobre el peso real del envío, criterio que se justifica a partir de las características físicas del paquete de referencia. El segmento small parcel de comercio electrónico, con dimensiones de $25,4 \times 20,3 \times 10,2$ cm y un peso promedio de 2,27 kg, presenta una densidad real de 432 kg/m^3 (Red Stag Fulfillment, s.f.), valor que supera la densidad de equilibrio de la aeronave de 159 kg/m^3 . Esto implica que la restricción operativa real es el peso estructural (1.590 kg de payload) y no el volumen disponible (10 m^3), de modo que la aeronave alcanza su límite de carga por peso antes que por espacio. En consecuencia, aplicar un divisor volumétrico sobreestimaría la capacidad facturable real y no está metodológicamente justificado. Las tarifas base corresponden al escenario $\times 1,5$ sobre el valor terrestre de referencia. La tabla 3.14 presenta los ingresos totales del año base (2026) por escenario.

Ruta	Tarifa $\times 1$	Tarifa $\times 1,25$	Tarifa $\times 1,5$
Talca	1.529	1.911	2.293
Chillán	2.009	2.511	3.013
Los Ángeles	775	969	1.163
Pucón	174	217	261
TOTAL	4.487	5.608	6.730

Tabla 3.14: Ingresos operacionales totales año 2026 por escenario tarifario (millones de CLP).

Los costos operacionales se clasifican en variables y fijos. Los costos variables están determinados por las horas de vuelo programadas, constantes durante todo el horizonte dado que la frecuencia es fija (un vuelo diario por ruta, siete días a la semana). Dado que la operación se modela con frecuencia fija y capacidad disponible suficiente durante el

horizonte evaluado, el crecimiento de la demanda incrementa los ingresos sin requerir aumentos proporcionales en horas de vuelo.

El costo variable unitario es USD 1.191/FH (Aircraft Cost Calculator), convertido a \$920 CLP/USD, por el tipo de cambio a mayo de 2026. Las horas de vuelo anuales por ruta son: Talca 573 FH, Chillán 876 FH, Los Ángeles 1.101 FH y Pucón 1.528 FH. Sumando el seguro de mercancías (1% del valor del flete), el total de costos variables asciende a \$4.529 millones de CLP anuales. Los costos fijos totalizan \$515 millones e incluyen seguros de aeronaves, entrenamiento de pilotos, remuneraciones de pilotos y personal administrativo, TOA DGAC, estacionamiento en SCL y arriendo de bodega en Pudahuel. La suma de ambos componentes determina un costo operacional total anual de \$5.044 millones de CLP, constante a lo largo del horizonte evaluado

3.9.3 Flujo de caja e indicadores

La Tabla 3.15 presenta los flujos netos anuales (después de impuesto) para los tres escenarios tarifarios durante el horizonte 2026–2035. El año 0 registra una salida de \$3.233 millones en los tres escenarios. Los valores negativos se expresan entre paréntesis.

Año	Escenario x1	Escenario x1,25	Escenario x1,5
2026	(407)	412	1.230
2027	(323)	517	1.357
2028	(248)	611	1.470
2029	(180)	696	1.572
2030	(117)	774	1.666
2031	(60)	846	1.751
2032	(7)	912	1.831
2033	42	974	1.905
2034	88	1.031	1.974
2035	132	1.086	2.039

Tabla 3.15: Flujos netos anuales

Indicador	Escenario Conservador	Escenario Normal	Escenario Optimista
------------------	----------------------------------	-----------------------------	--------------------------------

VAN	(\$ 4.126 MM)	\$ 453 MM	\$ 5.032 MM
TIR	Indeterminable	16,9%	43,6%
Payback (años)	No recupera	5,77	2,44

Tabla 3.16: Indicadores de rentabilidad por escenario tarifario.

El escenario conservador arroja un VAN de -\$4.126 millones. En el escenario conservador, la TIR no resulta económicamente interpretable dentro del horizonte evaluado, dado que los flujos positivos aparecen tardíamente y son insuficientes para compensar las salidas acumuladas de los primeros años. El VAN no alcanza valores positivos bajo tasas de descuento positivas dentro del horizonte evaluado. En términos económicos, la causa es estructural: el costo variable de operación por sí solo (\$4.529 millones anuales) supera los ingresos totales a tarifa paridad (\$4.487 millones en 2026), generando un margen de contribución bruto negativo desde el primer año, bajo la tasa de captura considerada en el modelo. Esto hace inviable competir bajo una tarifa equivalente a la de los operadores actuales.

El escenario normal obtiene un VAN de \$453 millones y una TIR de 16,9%, con un margen de rentabilidad reducido de 2,9 puntos porcentuales sobre la tasa de descuento. Esta diferencia implica que pequeñas desviaciones adversas en las variables de entrada (un alza del tipo de cambio que encarezca el costo variable en USD, una caída en la tasa de captura, o un crecimiento de la demanda inferior al proyectado) son suficientes para llevar el VAN a valores negativos. El payback de 5,77 años, superior a la mitad del horizonte de evaluación, refuerza esta fragilidad: el proyecto no recupera la inversión inicial hasta mediados del período, lo que lo expone a riesgo de interrupción antes de alcanzar el punto de recuperación. En síntesis, este escenario es viable en condiciones de cumplimiento exacto de los supuestos del modelo, pero no cuenta con holgura financiera suficiente para absorber perturbaciones.

El escenario $\times 1,5$ presenta una TIR de 43,6%, ubicándose ampliamente por sobre la tasa de descuento utilizada, lo que indica robustez ante cambios significativos en los parámetros del modelo. El VAN de \$5.032 millones representa el valor económico neto creado en términos presentes sobre y por encima del retorno mínimo exigido del 14%, equivalente a 1,56 veces la inversión inicial capitalizada: por cada peso invertido, el proyecto genera \$1,56 de valor presente neto adicional al costo de capital. El payback de 2,44 años implica que la inversión queda recuperada antes de que concluya el primer cuarto del horizonte de evaluación, reduciendo el riesgo de exposición a eventos adversos de largo plazo. Los flujos netos crecen desde \$1.230 millones en 2026 hasta \$2.039 millones en 2035, impulsados por el crecimiento sostenido de la demanda proyectada, lo que indica que el perfil de rentabilidad mejora a lo largo del horizonte sin depender de un evento terminal de recuperación.

3.9.3 Análisis de Sensibilidad Tarifaria

Los tres escenarios evaluados corresponden a un análisis de sensibilidad sobre el multiplicador tarifario, manteniendo constantes la demanda, los costos y la frecuencia operacional. Los resultados muestran que el VAN y la TIR son altamente sensibles a esta variable: la diferencia entre el escenario inviable ($\times 1$) y el marginalmente viable ($\times 1,25$) corresponde a un incremento del 25% en la tarifa; la diferencia entre el marginalmente viable y el escenario recomendado ($\times 1,5$) agrega otros \$4.579 millones de VAN y 26,7 puntos porcentuales de TIR.

Esta sensibilidad es una característica estructural del negocio: dado que los costos variables son función exclusiva de las horas de vuelo (independientes del volumen o la tarifa), cualquier incremento tarifario se traduce en margen operacional adicional. El punto de equilibrio tarifario (VAN = 0 al 14%) se ubica entre los multiplicadores $\times 1$ y $\times 1,25$, dado que el primero arroja un VAN negativo y el segundo positivo. Por interpolación lineal entre ambos puntos se estima un multiplicador de equilibrio de aproximadamente $\times 1,22$, equivalente a una tarifa de referencia de \$7.010/kg para Talca y \$6.893/kg para Chillán y Los Ángeles. Por debajo de este umbral el proyecto no genera valor.

El análisis desagregado por ruta revela que el modelo opera como un sistema integrado y no como una suma de rutas independientes. Talca y Chillán alcanzan su punto de equilibrio individual con multiplicadores tarifarios de 0,46x y 0,53x respectivamente, lo que significa

que estas rutas cubren la totalidad de sus costos asignados incluso cobrando por debajo de la tarifa terrestre de referencia. Los Ángeles requiere un multiplicador de 1,74x para equilibrarse, situándose en el límite de viabilidad individual dentro del rango tarifario analizado. Pucón, en cambio, presenta un punto de equilibrio individual de 10,76x, comercialmente inviable de forma aislada. Esta estructura es característica de los operadores CEP regionales: las rutas de alta densidad subsidian las rutas de menor demanda, sosteniendo una red de cobertura que constituye la propuesta de valor diferenciadora frente al modo terrestre. La inclusión de Pucón en el corredor no responde a su rentabilidad individual, sino a la completitud de la red y a la diferenciación comercial que aporta operar destinos sin alternativa aérea regular.

Ruta	Tarifa equilibrio (CLP/kg)	Multiplicador tarifario	Tarifa ×1,5 aplicada (CLP/kg)
Talca	\$1.762	×0,46	\$5.746
Chillán	\$2.015	×0,53	\$5.650
Los Ángeles	\$6.558	×1,74	\$5.650
Pucón	\$35.623	×10,76	\$4.965

Tabla 3.17: Punto de equilibrio tarifario por ruta para año base.

En consecuencia, la viabilidad del servicio CEP en el corredor centro-sur depende fundamentalmente de la capacidad del operador de posicionarse como un servicio premium y sostener una tarifa diferenciada respecto al modo terrestre. A paridad con el transporte terrestre, el proyecto es inviable en términos estructurales. A una tarifa del 25% sobre la referencia terrestre, el proyecto es marginalmente viable con indicadores ajustados y escaso margen de seguridad frente a desviaciones en costos o demanda. A una tarifa del 50% sobre la referencia terrestre, el proyecto es financieramente robusto, con una TIR de 43,6% ampliamente superior al costo de capital del 14% y un período de recuperación de 2,44 años.

El escenario ×1,5 se considera el escenario técnicamente recomendado para efectos de la evaluación de prefactibilidad. La naturaleza del servicio CEP, orientado a la velocidad y

confiabilidad, justifica estructuralmente una prima sobre el modo terrestre, y la prima del 50% se considera plausible para un servicio express aéreo diferenciado, siempre que el operador logre capturar clientes con alta sensibilidad al tiempo y menor sensibilidad relativa al precio. En síntesis, el modelo confirma la prefactibilidad económica del proyecto bajo condiciones tarifarias realistas, con la diferenciación comercial del servicio como condición necesaria para su viabilidad.

Conclusión

El presente estudio evaluó la prefactibilidad técnica, operativa y económica de implementar un servicio aéreo regional de carga ligera tipo CEP en Chile, bajo un modelo hub and spoke centrado en Santiago y orientado a conectar aeródromos secundarios de la zona centro-sur. A partir de los resultados obtenidos, se concluye que existe una oportunidad preliminar, pero condicionada a una precisión fundamental: el servicio no es viable como competidor de los operadores terrestres actuales, sino como proveedor de capacidad aérea para ellos. Esa distinción no es una matización menor, sino la conclusión estructural que se deriva directamente del análisis económico.

La demanda proyectada debe entenderse como un mercado potencial máximo, no como demanda directa del servicio. Por ello, fue necesario aplicar filtros de distancia, urgencia, competitividad terrestre, frecuencia y disposición a pagar. En este sentido, el servicio no busca reemplazar al transporte terrestre, sino atender un segmento específico de carga urgente, express o same-day, donde la reducción del tiempo de entrega justifique un mayor costo logístico.

La estimación de demanda se construyó a partir de la serie oficial de encomiendas del INE para el período 2018–2024, utilizada como variable proxy del mercado CEP. Esta decisión permitió trabajar con una base continua y verificable, aunque no captura completamente el comportamiento de los operadores privados de courier y paquetería. Debido a esta limitación y a la variabilidad observada en la serie, la proyección 2026–2035 se desarrolló mediante escenarios conservador, normal y optimista, en lugar de una predicción puntual.

Los resultados muestran una fuerte concentración territorial de la demanda. La Región Metropolitana alcanza un 51,1% del total nacional, seguida por Valparaíso con 8,3% y por Antofagasta y Biobío con 4,8% cada una. Esta estructura justifica la elección de Santiago como hub principal, ya que ninguna región secundaria concentra por sí sola suficiente demanda para sostener un esquema punto a punto robusto. En consecuencia, el modelo hub-and-spoke resulta coherente con la centralización económica, logística y territorial del país.

Desde el punto de vista técnico-operativo, el Cessna 208B Super Cargomaster resulta una aeronave adecuada para el tamaño de mercado estimado. Su capacidad permite ajustar la oferta a volúmenes moderados, evitando el sobredimensionamiento asociado a aeronaves de mayor porte. Además, presenta bajo costo relativo por hora de vuelo, operación monopiloto, capacidad para operar en pistas cortas y aeródromos secundarios, soporte técnico certificado en Chile y experiencia internacional en operaciones feeder y courier. Su principal limitación es su capacidad útil cercana a 1.590 kilogramos, lo que hace que el resultado económico sea sensible al factor de ocupación, la densidad de carga y la regularidad de la demanda.

La evaluación económica confirma que la tarifa es la variable crítica del proyecto. Con una tasa de descuento real del 14% y una captura conservadora del 40% de la demanda aérea estimada, el escenario a paridad con el transporte terrestre resulta inviable. El escenario con una prima tarifaria del 25% mejora los resultados, pero mantiene una rentabilidad marginal y vulnerable. Solo el escenario con una prima del 50% presenta indicadores más sólidos, con VAN positivo, TIR superior al costo de capital y menor período de recuperación. Esto confirma que competir por precio contra el modo terrestre no es sostenible.

En consecuencia, la viabilidad económica depende de posicionar el servicio como una alternativa especializada para carga de alto valor temporal. El cliente objetivo no sería aquel que busca el menor costo, sino aquel que necesita reducir tiempos de entrega y está dispuesto a pagar por velocidad, confiabilidad y cumplimiento de ventanas horarias. Bajo esta lógica, los acuerdos comerciales con operadores CEP, marketplaces o clientes corporativos serían determinantes para asegurar demanda recurrente y mejorar la utilización de la aeronave.

El estudio también muestra que la red debe evaluarse como un sistema integrado. Algunas rutas presentan mejores condiciones de demanda y costo, mientras que otras solo se justifican si aportan cobertura, consolidación o diferenciación comercial al conjunto de la operación. Por ello, no todas las rutas deben interpretarse como negocios independientes; su aporte debe analizarse dentro del equilibrio general de la red.

El principal aporte de esta investigación es metodológico. El trabajo propone una forma de estudiar un mercado con información pública limitada, integrando estimación de demanda, proyección por escenarios, distribución territorial, análisis modal, selección de aeronave y

evaluación económica. Más que entregar una decisión definitiva de inversión, permite identificar condiciones mínimas, variables críticas y rangos de sensibilidad que deben ser validados en una etapa posterior.

Las principales limitaciones se relacionan con la falta de datos específicos del mercado CEP privado en Chile. No existe información pública detallada por origen-destino, tipo de envío, urgencia, tarifa efectiva o densidad de carga. Por ello, los resultados deben entenderse como órdenes de magnitud propios de una prefactibilidad, no como una estimación definitiva para inversión.

En futuras etapas, sería necesario levantar información directa con operadores CEP, empresas de e-commerce, marketplaces y clientes corporativos. Esto permitiría estimar pares de origen-destino reales, volúmenes por tipo de servicio, tarifas pagadas y disposición a pagar por reducción de tiempos. También sería conveniente modelar con mayor precisión la cadena logística puerta a puerta, incorporando recolección, clasificación, traslado al aeropuerto, vuelo, descarga y distribución final.

Asimismo, una etapa de factibilidad debería profundizar en simulaciones de itinerarios, rotación diaria de aeronaves, restricciones meteorológicas, disponibilidad de aeródromos, combustible, handling, mantenimiento, financiamiento, tipo de cambio y sensibilidad probabilística. También podría evaluarse el uso de belly cargo en una eventual operación regional de pasajeros o acuerdos con operadores existentes, reduciendo la exposición a una flota exclusivamente carguera.

En síntesis, el servicio aéreo regional de carga ligera no debe entenderse como una solución general para el transporte de encomiendas en Chile. Su espacio está en un nicho específico: carga urgente, sensible al tiempo y dispuesta a pagar una tarifa superior. Bajo esa lógica, el proyecto presenta condiciones preliminares de prefactibilidad, pero su desarrollo dependerá de validar la demanda real, asegurar acuerdos comerciales, controlar costos y diseñar una red ajustada a los volúmenes efectivamente capturables.

Bibliografía

Boeing. (2024). *World air cargo forecast 2024–2043*. The Boeing Company. <https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/market/assets/downloads/Boeing-WACF-2024.pdf>

Insider Intelligence. (2024). *Worldwide retail ecommerce forecast 2025*. eMarketer. <https://www.emarketer.com/content/worldwide-retail-ecommerce-forecast-2025>

Junta de Aeronáutica Civil. (2024). *Resumen mensual de estadísticas de tráfico aéreo - diciembre 2024*. <https://www.jac.gob.cl/estadisticas/>

Instituto Nacional de Estadísticas. (2024). *Transporte y comunicaciones*. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/transporte-y-comunicaciones/transporte-y-comunicaciones>

Observatorio Logístico. (2024). *Envíos postal y courier de ingreso por aeropuerto*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. <https://www.observatoriologistico.cl/datos/envios-postal-y-courier-de-ingreso-por-aeropuerto>

Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2013). *The geography of transport systems* (3rd ed.). Routledge.

Sapag Chain, E. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (6ª ed.). McGraw-Hill.

Kupfer, F., Meersman, H., Onghena, E., & Van de Voorde, E. (2017). *The underlying drivers and future development of air cargo*. *Journal of Air Transport Management*, 61, 6–14. https://www.researchgate.net/publication/305664107_The_underlying_drivers_and_future_development_of_air_cargo

Karanki, A., Mukherjee, A., & De, P. (2024). E-commerce and air cargo productivity: Evidence from global top 100 cargo airports. *Journal of Air Transport Management*, 118, 102564. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699724000632>

Lin, C.-C., Lin, Y.-H., & Chen, Y.-M. (2003). The economic effects of center-to-center directs on hub-and-spoke networks for air express common carriers. *Journal of Air Transport Management*, 9(3), 175–183. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096969970300019X>

FedEx Corporation. (2024). *Annual report 2024*. <https://investors.fedex.com/financial-information/annual-reports/default.aspx>

FedEx. (2017). FedEx Express introduces new aircraft. <https://investors.fedex.com/news-and-events/investor-news/investor-news-details/2017/FedEx-Express-Introduces-New-Feeder-Aircraft/default.aspx>

West Atlantic Group. (2012). *Annual Report 2012*. <https://westatlantic.eu/wp-content/uploads/2018/06/WA-Annual-Report-2012-1.pdf>

International Trade Administration. (2023). *Chile - eCommerce*. U.S. Department of Commerce. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/chile-e-commerce>

Banco Mundial. (2023). *Connecting to compete 2023: Trade logistics in an uncertain global economy: The Logistics Performance Index and its indicators* (Informe No. P171468). Washington, DC: Banco Mundial. <https://lpi.worldbank.org>

Arvis, J.-F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K., & Kiiski, T. (2018). *Connecting to compete 2018: Trade logistics in the global economy: The Logistics Performance Index and its indicators* (No. 129486). World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/576061531492034646/pdf/Connecting-to-compete-2018-trade-logistics-in-the-global-economy-the-logistics-performance-index-and-its-indicators.pdf>

Cámara de Comercio de Santiago. (2020). *eCommerce B2C en Chile: Transformación digital del consumo*. Santiago, Chile. Recuperado de <https://www.ccs.cl>

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT). (2010). *Análisis y estimación de la demanda de carga interurbana: Anexo N°1, catastro de la red de transporte de carga*. Dirección de Vialidad – Ministerio de Obras Públicas.

Ministerio de Obras Públicas. (2024, mayo 7). *MOP invierte más de 23 mil millones en el aeródromo de Cauquenes, que se convertirá en uno de los más modernos de la zona centro sur del país*. <https://www.mop.gob.cl/mop-invierte-mas-de-23-mil-millones-en-el-aerodromo-de-cauquenes-que-se-convertira-en-uno-de-los-mas-modernos-de-la-zona-centro-sur-del-pais/>

Cámara de Comercio de Santiago (CCS), PMG, & Corfo. (2023). *SUMMIT 2023: Informe de tendencias del e-commerce en Chile*. <https://www.ccs.cl>

OECD. (2011). *Guide to Measuring the Information Society*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

United Nations Conference on Trade and Development. (2020). *E-commerce during the COVID-19 pandemic: Measures and recovery plans adopted by governments*. UNCTAD. https://unctad.org/system/files/non-official-document/tdb_ed4_2020_nonpaper01_en.pdf

Dirección General de Aeronáutica Civil. (2023). *Programa Nacional de Seguridad de la Carga Aérea – PNSCA* (3ª ed.). https://www.dgac.gob.cl/transparencia/pdf2017/PNSCA_3ed.pdf

Alexiev, M. M., Perez, R. E., Jansen, P. W., & Wang, J. C.-H. (2024). *Modeling cargo demand for regional air transport networks in Canada and the United States*. ICAS 2024.

Ministerio de Obras Públicas de Chile. (s.f.). *Red Aeroportuaria Nacional*. Dirección de Aeropuertos. <https://aeropuertos.mop.gob.cl/red-aeroportuaria-nacional/>

- Banco Central de Chile. (2025).** *Índice de Ventas Online del Comercio Minorista (IVOCM).* <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/estadisticas-experimentales/ivocm#ancla-6>
- Zhao, C., Xiu, C., & Yu, G. (2021).** *FedEx and UPS network structure and accessibility analysis based on complex network theory.* *Complexity*, 2021, 1–15. https://www.researchgate.net/publication/348825426_FedEx_and_UPS_Network_Structure_and_Accessibility_Analysis_Based_on_Complex_Network_Theory
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2018).** *Metodología Encuesta Mensual de Correo* (N° 01). Subdepartamento de Estadísticas de Transporte y Comunicaciones. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/transporte-y-comunicaciones/transporte-y-comunicaciones>
- Liew, C. K. (1984).** *Top-down or bottom-up approaches to regional modeling.* *Socio-Economic Planning Sciences*, 18(2), 85–95. [https://doi.org/10.1016/0161-8938\(84\)90019-X](https://doi.org/10.1016/0161-8938(84)90019-X)
- Lo, W. W. L., Wan, Y., & Zhang, A. (2015).** *Empirical estimation of price and income elasticities of air cargo demand: The case of Hong Kong.* *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 78, 309–324. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.05.014>
- Federal Highway Administration. (2017, June 28).** *Quick Response Freight Manual: Appendix D – Trip Generation Summary Tables.* Travel Model Improvement Program (TMIP).
- Krishnan, A. R., Kasim, M. M., Hamid, R., & Ghazali, M. F. (2021).** *A modified CRITIC method to estimate the objective weights of decision criteria.* *Symmetry*, 13(6), 973. https://www.researchgate.net/publication/352017830_A_Modified_CRITIC_Method_to_Estimate_the_Objective_Weights_of_Decision_Criteria
- Mordor Intelligence. (2026).** *Chile courier, express, and parcel (CEP) market size & share analysis: Growth trends and forecast (2026–2031).* <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/chile-courier-express-and-parcel-cep-market>
- Donoso Mejías, L. A. (2020).** *Análisis y propuestas para potenciar la línea de negocios de carga aérea de Aerocardal Limitada.* Repositorio institucional UTFSM.
- Red Stag Fulfillment. (s.f.).** *How heavy or large is the average ecommerce package?* <https://redstagfulfillment.com/how-heavy-is-average-ecommerce-package/>
- Schoemaker, P. J. H. (1995).** *Scenario planning: A tool for strategic thinking.* *Sloan Management Review*, 36(2), 25–40. https://www.researchgate.net/publication/220042263_Scenario_Planning_A_Tool_for_Strategic_Thinking
- DataIntel. (2025).** *Parcel delivery market research report 2034.* <https://dataintel.com/report/parcel-delivery-market>

International Air Transport Association. (2021). *Air cargo tariffs and rules: What you need to know.* IATA. <https://www.iata.org/en/publications/newsletters/iata-knowledge-hub/air-cargo-tariffs-and-rules-what-you-need-to-know/>

Aircraft Cost Calculator. (s. f.). *Cessna 208B Grand Caravan/Cargo Pod price and operating costs.* Recuperado el 3 de junio de 2026, de <https://www.aircraftcostcalculator.com/AircraftOperatingCosts/5/Cessna+208B+Grand+Caravan-Cargo+Pod>

Anexos

Anexo 3.0

		No documentos Encomiendas (Kg)			
Mes y año	AÑO	Local	Terrestre	Aérea	TOTAL
ene-10	2010	587.348	5.660.361	445.288	6.692.997
feb-10	2010	503.985	5.708.032	412.820	6.624.837
mar-10	2010	714.408	8.149.959	472.766	9.337.133
abr-10	2010	638.043	6.742.952	469.319	7.850.314
may-10	2010	622.124	5.679.445	515.651	6.817.220
jun-10	2010	584.979	5.423.485	563.560	6.572.024
jul-10	2010	2.031.081	5.738.999	457.646	8.227.726
ago-10	2010	1.827.527	6.208.342	544.726	8.580.595
sept-10	2010	1.716.085	5.925.601	473.479	8.115.165
oct-10	2010	2.245.848	6.543.605	602.476	9.391.929
nov-10	2010	2.272.175	6.739.686	589.932	9.601.793
dic-10	2010	1.908.335	7.105.374	651.256	9.664.965

Anexo 3.1

REGIÓN	Share PIB	Share EMP	Share VEN	Share POB
Arica y Parinacota	0,8%	1,5%	0,3%	1,3%
Tarapacá	2,7%	2,0%	1,4%	1,8%
Antofagasta	10,1%	3,1%	2,0%	3,3%
Atacama	2,6%	1,6%	0,8%	1,7%
Coquimbo	3,7%	4,0%	1,1%	4,2%
Valparaíso	8,9%	9,9%	6,4%	10,3%
Metropolitana	46,4%	40,4%	76,1%	40,5%
O'Higgins	4,5%	5,5%	2,2%	5,2%
Maule	3,8%	6,9%	1,5%	5,9%
Ñuble	1,5%	2,8%	0,4%	9,1%

Biobío	6,3%	7,9%	3,0%	2,8%
La Araucanía	2,8%	4,9%	1,0%	5,5%
Los Ríos	1,3%	2,2%	0,5%	2,2%
Los Lagos	3,0%	5,2%	2,6%	4,8%
Aisén	0,6%	0,8%	0,1%	0,6%
Magallanes	1,0%	1,2%	0,4%	0,9%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Anexo 3.2

REGIÓN	Z_PIB	Z_EMP	Z_VEN	Z_POB
Arica y Parinacota	0,006	0,018	0,002	0,017
Tarapacá	0,046	0,030	0,016	0,030
Antofagasta	0,207	0,058	0,024	0,069
Atacama	0,044	0,021	0,008	0,027
Coquimbo	0,068	0,081	0,013	0,091
Valparaíso	0,182	0,230	0,082	0,242
Metropolitana	1,000	1,000	1,000	1,000
O'Higgins	0,085	0,120	0,027	0,115
Maule	0,071	0,155	0,018	0,134
Ñuble	0,020	0,051	0,004	0,213
Biobío	0,124	0,179	0,038	0,055
La Araucanía	0,049	0,103	0,011	0,123
Los Ríos	0,016	0,034	0,005	0,041
Los Lagos	0,054	0,112	0,032	0,105
Aisén	0,000	0,000	0,000	0,000
Magallanes	0,009	0,010	0,004	0,009
Desviación estándar	0,243	0,240	0,247	0,239

Anexo 3.3

REGIÓN	Rango absoluto	Variabilidad relativa	Participación promedio
Arica y Parinacota	0,1%	9,1%	0,9%
Tarapacá	0,4%	20,0%	1,9%
Antofagasta	2,1%	43,4%	4,8%
Atacama	0,3%	21,7%	1,6%
Coquimbo	0,2%	5,1%	3,2%
Valparaíso	1,0%	11,7%	8,3%
Metropolitana	2,3%	4,6%	51,1%
O'Higgins	0,3%	6,7%	4,4%
Maule	0,3%	6,8%	4,6%
Ñuble	0,6%	17,1%	3,6%
Biobío	0,3%	6,2%	4,8%
La Araucanía	0,2%	6,5%	3,6%
Los Ríos	0,1%	6,6%	1,6%
Los Lagos	0,3%	7,1%	4,1%
Aisén	0,1%	13,5%	0,5%
Magallanes	0,1%	7,4%	0,9%

Anexo 3.4

REGIÓN	CRITIC original	Pesos iguales	PIB + POB	VEN + POB	Δ máx (pp)
Arica y Parinacota	0,95%	0,49%	0,51%	0,57%	0,46
Tarapacá	1,92%	1,53%	1,89%	1,27%	0,65
Antofagasta	4,83%	4,76%	6,83%	2,61%	4,22
Atacama	1,57%	1,16%	1,56%	0,90%	0,67
Coquimbo	3,23%	3,21%	3,67%	2,90%	0,77
Valparaíso	8,32%	9,02%	9,63%	8,48%	1,30

Metropolitana	51,12%	52,34%	47,01%	57,56%	10,55
O'Higgins	4,39%	4,51%	4,80%	3,95%	0,84
Maule	4,57%	4,90%	4,90%	4,26%	0,64
Ñuble	3,61%	3,58%	5,21%	5,83%	2,25
Biobío	4,83%	5,11%	4,35%	2,56%	2,54
La Araucanía	3,60%	3,70%	4,00%	3,66%	0,40
Los Ríos	1,55%	1,22%	1,31%	1,23%	0,34
Los Lagos	4,07%	4,08%	3,92%	3,86%	0,23
Aisén	0,54%	0,00%	0,00%	0,00%	0,54
Magallanes	0,89%	0,39%	0,41%	0,36%	0,52

Anexo 3.5

Región	2013 (ton)	2018 (ton)	2021 (ton)	2023 (ton)	% Prom.	Crec. 2013–23
<i>Arica y Parinacota</i>	<i>1.325</i>	<i>1.493</i>	<i>3.719</i>	<i>2.833</i>	<i>0,9%</i>	<i>+114%</i>
<i>Tarapacá</i>	<i>2.610</i>	<i>2.784</i>	<i>8.750</i>	<i>6.279</i>	<i>1,9%</i>	<i>+141%</i>
<i>Antofagasta</i>	<i>6.285</i>	<i>6.854</i>	<i>23.610</i>	<i>15.960</i>	<i>4,8%</i>	<i>+154%</i>
<i>Atacama</i>	<i>2.261</i>	<i>2.277</i>	<i>7.239</i>	<i>4.772</i>	<i>1,6%</i>	<i>+111%</i>
<i>Coquimbo</i>	<i>4.428</i>	<i>5.002</i>	<i>13.644</i>	<i>9.875</i>	<i>3,2%</i>	<i>+123%</i>
<i>Valparaíso</i>	<i>11.941</i>	<i>12.931</i>	<i>32.696</i>	<i>24.882</i>	<i>8,3%</i>	<i>+108%</i>
<i>Metropolitana</i>	<i>66.754</i>	<i>81.807</i>	<i>206.698</i>	<i>156.254</i>	<i>51,1%</i>	<i>+134%</i>
<i>O'Higgins</i>	<i>5.846</i>	<i>6.775</i>	<i>18.764</i>	<i>13.249</i>	<i>4,4%</i>	<i>+127%</i>
<i>Maule</i>	<i>6.132</i>	<i>7.228</i>	<i>18.308</i>	<i>13.670</i>	<i>4,6%</i>	<i>+123%</i>
<i>Ñuble</i>	<i>5.061</i>	<i>5.804</i>	<i>13.561</i>	<i>10.258</i>	<i>3,6%</i>	<i>+103%</i>
<i>Biobío</i>	<i>6.430</i>	<i>7.505</i>	<i>19.625</i>	<i>14.833</i>	<i>4,8%</i>	<i>+131%</i>
<i>La Araucanía</i>	<i>4.869</i>	<i>5.695</i>	<i>14.293</i>	<i>10.823</i>	<i>3,6%</i>	<i>+122%</i>
<i>Los Ríos</i>	<i>2.120</i>	<i>2.454</i>	<i>6.132</i>	<i>4.633</i>	<i>1,6%</i>	<i>+119%</i>
<i>Los Lagos</i>	<i>5.247</i>	<i>6.421</i>	<i>16.694</i>	<i>12.592</i>	<i>4,1%</i>	<i>+140%</i>
<i>Aisén</i>	<i>706</i>	<i>853</i>	<i>2.104</i>	<i>1.586</i>	<i>0,5%</i>	<i>+125%</i>
<i>Magallanes</i>	<i>1.195</i>	<i>1.403</i>	<i>3.477</i>	<i>2.644</i>	<i>0,9%</i>	<i>+121%</i>

TOTAL NACIONAL	133.208	157.286	409.315	305.144	100,0%	+129%
---------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------	--------------

Anexo 3.6

Región	Coficiente CRITIC promedio	Demanda estimada 2026 – Normal (tons)	Demanda estimada 2030 – Normal (tons)
Metropolitana de Santiago	51,1%	213.200	242.900
Valparaíso	8,3%	34.600	39.500
Antofagasta	4,8%	20.000	22.800
Biobío	4,8%	20.000	22.800
Maule	4,6%	19.200	21.900
O'Higgins	4,4%	18.400	20.900
Los Lagos	4,1%	17.100	19.500
Ñuble	3,6%	15.000	17.100
La Araucanía	3,6%	15.000	17.100
Coquimbo	3,2%	13.400	15.200
Tarapacá	1,9%	7.900	9.000
Atacama	1,6%	6.700	7.600
Los Ríos	1,6%	6.700	7.600
Arica y Parinacota	0,9%	3.800	4.300
Magallanes	0,9%	3.800	4.300
Aysén	0,5%	2.100	2.400

Anexo 3.7

Región	Comuna	Proporción Regional	2026 (ton)	2030 (ton)
Antofagasta	Antofagasta	70,8%	836,9	911,0
Antofagasta	Calama	29,2%	344,4	374,9
Arica y Parinacota	Arica	100,0%	232,0	252,6
Atacama	Vallenar	25,4%	97,4	106,1
Atacama	Caldera	66,7%	255,9	278,5
Atacama	Diego de Almagro	7,9%	30,5	33,2
Coquimbo	La Serena	100,0%	789,6	859,5
Tarapacá	Iquique	100,0%	469,4	510,9
Valparaíso	Viña del Mar	44,5%	905,9	986,1
Valparaíso	Valparaíso	44,5%	905,9	986,1
Valparaíso	Santo Domingo	10,9%	222,4	242,0
Metropolitana	Santiago	94,1%	11.753,2	12.793,9
O'Higgins	Rancagua	100,0%	1.072,1	1.167,0
Maule	Talca	59%	659,2	717,6
Maule	Curicó	41,0%	458,2	498,8
Ñuble	Chillán	100,0%	883,0	961,2
Biobío	Concepción	70,9%	835,9	909,9
Biobío	Los Ángeles	29,1%	343,5	373,9
La Araucanía	Temuco	90,0%	793,0	863,6

Región	Comuna	Proporción Regional	2026 (ton)	2030 (ton)
La Araucanía	Pucón	10,0%	87,6	93,7
Los Ríos	Valdivia	100,0%	379,7	413,3
Los Lagos	Puerto Montt	41,3%	410,3	446,7
Los Lagos	Osorno	21,7%	215,2	234,3
Los Lagos	Quellón	16,0%	159,2	173,3
Los Lagos	Dalcahue	16,0%	159,2	173,3
Los Lagos	Chaitén	1,7%	16,6	18,1
Los Lagos	Futaleufú	1,7%	16,6	18,1
Los Lagos	Palena	1,7%	16,6	18,1
Aysén	Coyhaique	58,2%	76,6	83,4
Aysén	Aysén	29,7%	39,1	42,5
Aysén	Chile Chico	7,6%	10,0	10,9
Aysén	Cochrane	4,6%	6,0	6,6
Magallanes	Punta Arenas	79,8%	173,0	188,4
Magallanes	Puerto Natales	14,6%	31,7	34,5
Magallanes	Porvenir	4,4%	9,6	10,5
Magallanes	Cabo de Hornos	1,1%	2,4	2,6
TOTAL			28.491,9	31.021,2