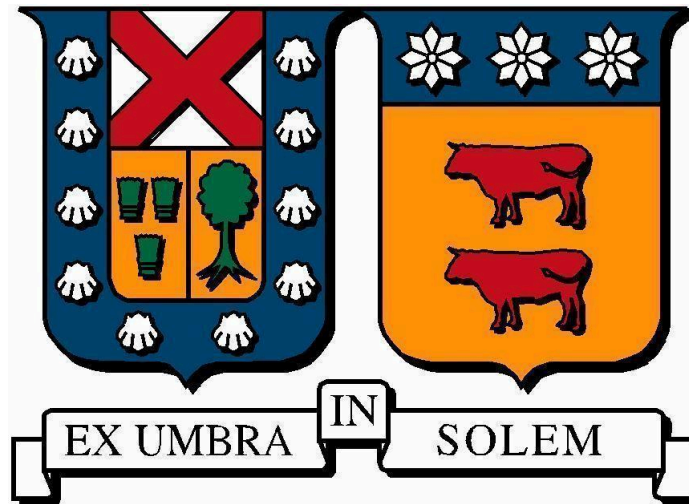


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
ACADEMIA DE CIENCIAS AERONÁUTICAS
SANTIAGO – CHILE



DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN
PLAN DE CONTINGENCIA MASIVA EN EL CENTRO DE CONTROL
OPERACIONAL DE AEROLÍNEAS DEL AEROPUERTO ARTURO
MERINO BENÍTEZ

JAVIER ALONSO ALCAYAGA GUTIÉRREZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
EN AVIACIÓN COMERCIAL.

PROFESOR GUÍA: SR. MARTINUS POTTERS
PROFESOR CORREFERENTE: SRA. MARÍA AUXILIADORA MORALES M.

ENERO 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: DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE UN PLAN DE CONTINGENCIA MASIVA EN EL CENTRO DE CONTROL OPERACIONAL DE AEROLÍNEAS DEL AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ

Nombre del candidato(a): JAVIER ALONSO ALCAYAGA GUTIÉRREZ

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.

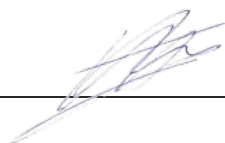
☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

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

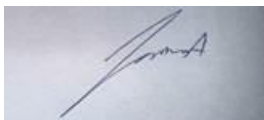
Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

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

Fecha: 20/01/2026 ; **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 16/01/2026 ; **Firma:** 



Derechos de autor

“©Javier Alonso Alcayaga Gutiérrez, 2026”

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial sin autorización previa o por escrito.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que han sido un pilar fundamental durante todo este proceso académico.

En primer lugar, a mi mamá, por su esfuerzo permanente, por inculcarme valores como la responsabilidad, la perseverancia y el compromiso, y por creer siempre en mí, incluso cuando yo mismo dudé. Su respaldo ha sido una base sólida a lo largo de toda mi formación profesional y personal.

A mi hermana, por su compañía, apoyo y palabras de aliento, que muchas veces llegaron en el momento justo. Su presencia y confianza fueron un impulso importante para seguir adelante y no bajar los brazos.

A mi pareja, por su apoyo constante, paciencia y comprensión en cada etapa de este camino. Su compañía, motivación y confianza fueron esenciales para mantener el ánimo y la constancia, incluso en los momentos de mayor exigencia y desgaste. Este logro también es reflejo de su apoyo incondicional.

Finalmente, agradezco de manera especial a mi padre y a mi abuela, quienes ya no están físicamente en este mundo, pero cuya presencia y enseñanzas continúan acompañándome. Su apoyo y ejemplo fueron parte esencial de este camino, y quiero creer que este logro, que hoy culmina con la finalización de esta memoria y una etapa fundamental de mi formación como Ingeniero en Aviación Comercial, también les pertenece.

RESUMEN EJECUTIVO

Durante las últimas décadas, la industria aeronáutica chilena ha realizado un crecimiento importante, junto a una recuperación progresiva generada por la crisis del COVID-19. El Aeropuerto Comodoro Arturo Merino Benítez (AMB/SCL) se consolida como el principal eje operacional del país, con una operación continua H24, alta demanda y fuerte dependencia entre conexiones domésticas e internacionales. Estas características aumentan la sensibilidad del sistema ante contingencias, ya que restricciones por meteorología, infraestructura, factores técnicos u otros, pueden desencadenar de manera veloz afectando la operación de vuelos, tripulaciones, recursos en tierra y pasajeros.

Una de las dificultades que se identificaron en el contexto operacional es que, si bien los CCO actualmente cuentan con prácticas habituales y herramientas internas para controlar contingencias, la respuesta frente a eventos de alta simultaneidad y baja anticipación suele depender de procesos informales, sin un plan estructurado de contingencias masivas. Lo anterior incrementa el riesgo de descoordinación entre equipos, hay duplicidad en las tareas, acciones y decisiones fuera de la ventana óptima y pérdida de continuidad entre turnos, estos puntos pueden significar en tener una recuperación prolongada y mayores impactos operacionales, económicos y reputacionales.

De lo mencionado anteriormente, el objetivo general del estudio es definir lineamientos para la formulación de un plan de contingencias masivas aplicable al CCO de una aerolínea comercial que opere en AMB. Para ello, se desarrollan cuatro objetivos específicos, delimitar el concepto de contingencia masiva y a su vez identificando riesgos y eventos para AMB; diagnosticar la gestión actual y sus brechas en comunicación, coordinación y trazabilidad; contrastar prácticas observadas con referencias de la industria en continuidad operacional y gestión de crisis; y estimar mediante un modelo simplificado, impactos operacionales y económicos asociados a contingencias masivas, con un caso real comparable.

La aplicación del modelo al caso LIM evidencia un impacto importante, 663



vuelos programados, 200 cancelaciones (30,2%), 225 vuelos afectados (33,9%) y 32.706 pasajeros afectados (34,5%), además de costos directos mínimos por concepto de compensación por pernocte estimados entre USD 128.700 y USD 257.400, sin la inclusión de otros componentes. El análisis identifica brechas típicas en eventos disruptivos, como por ejemplo, escalamiento no estandarizado, ausencia de una imagen común de la operación, dificultades de coordinación transversal, trazabilidad poco efectiva y continuidad débil entre turnos.

Como resultado, se definen lineamientos operacionales que escalan por nivel de severidad, con instrumentos mínimos para su implementación, checklist de activación, bitácora de decisiones, traspaso de turno estructurado y un Tablero Maestro con la idea consolidar la información, sostener la coordinación y control en la ejecución de acciones operacionales. Se concluye que estructurar un plan de contingencias masivas para el CCO es necesario en el contexto de AMB y como trabajo futuro se plantea evolucionar el soporte hacia herramientas digitales junto a una incorporación de inteligencia artificial como apoyo a la toma de decisiones, con la idea de reducir tiempos de respuesta y mejorar el tiempo de recuperación.

Palabras clave: *Gestión de contingencias masivas; Centro de Control Operacional (CCO); IROPs; continuidad operacional; recuperación operacional; aviación comercial.*

EXECUTIVE SUMMARY

Over the last decades, the Chilean aviation industry has shown an important growth, together with a progressive recovery generated by the COVID-19 crisis. Comodoro Arturo Merino Benítez Airport (AMB/SCL) is consolidated as the main operational axis of the country, with a continuous H24 operation, high demand, and strong dependency between domestic and international connections. These characteristics increase the system sensitivity to contingencies, since restrictions due to meteorology, infrastructure, technical factors or others, can trigger in a fast way affecting the operation of flights, crews, ground resources and passengers.

One of the difficulties that were identified in the operational context is that, although OCCs currently have usual practices and internal tools to control contingencies, the response in front of events of high simultaneity and low anticipation usually depends on informal processes, without a structured mass-contingency plan. The above increases the coordination risk between teams, there is duplication in tasks, actions and decisions outside the optimal window and loss of continuity between shifts, these points can mean having a prolonged recovery and higher operational, economic and reputational impacts.

From what was mentioned above, the general objective of the study is to define guidelines for the formulation of a mass-contingency plan applicable to the OCC of a commercial airline that operates in AMB. For that, four specific objectives are developed, to delimit the concept of mass contingency and at the same time identifying risks and events for AMB; to diagnose the current management and its gaps in communication, coordination and traceability; to contrast observed practices with industry references in operational continuity and crisis management; and to estimate through a simplified model, operational and economic impacts associated to mass contingencies, with a comparable real case.

The application of the model to the LIM case shows an important impact, 663



scheduled flights, 200 cancellations (30.2%), 225 affected flights (33.9%) and 32,706 affected passengers (34.5%), in addition to minimum direct costs for overnight compensation estimated between USD 128,700 and USD 257,400, without the inclusion of other components. The analysis identifies typical gaps in disruptive events, such as, for example, non-standardized escalation, absence of a common picture of the operation, cross-functional coordination difficulties, low-effective traceability and weak continuity between shifts.

As a result, operational guidelines are defined that scale by level of severity, with minimum instruments for its implementation, activation checklist, decision logbook, structured shift handover and a Master Dashboard with the idea to consolidate the information, sustain the coordination and control in the execution of operational actions. It is concluded that structuring a mass-contingency plan for the OCC is necessary in the AMB context and as future work it is proposed to evolve the support towards digital tools together with an incorporation of artificial intelligence as support to decision-making, with the idea to reduce response times and improve recovery time.

ÍNDICE

Introducción.....	15
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.....	17
1.1 Justificación.....	17
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Objetivo general.....	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	19
1.3 Metodología.....	20
1.4 Alcance.....	22
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE.....	24
2.1 Antecedentes del tema de estudio.....	24
2.1.1 Marco normativo y estándares de la industria en gestión de contingencias.....	24
2.1.2 Gestión de contingencias masivas en aerolíneas internacionales.....	26
2.2 Marco teórico y conceptual.....	28
2.2.1 Contingencia masiva.....	28
2.2.2 Centro de Control Operacional (CCO).....	28
2.2.3 Gestión de crisis operacional.....	29
2.2.4 Continuidad o Resiliencia operacional.....	30
Figura 1. Modelo PDCA aplicado a ISO 22301.....	32
2.2.5 Gestión de riesgo operacional y SMS.....	32
2.2.6 Disrupciones operacionales (IROPS) y cuidado del pasajero en la industria aeronáutica.....	33
2.2.7 Transformación digital e impacto de la Inteligencia Artificial en la gestión operacional.....	35
2.2.8 Comunicación efectiva y coordinación entre áreas en contingencias operacionales.....	37
2.3 Propuesta metodológica.....	38
CAPÍTULO 3: DESARROLLO.....	40
3.1. Introducción del capítulo.....	41
3.2 Contexto operacional del Aeropuerto Arturo Merino Benítez.....	42
3.2.1 Identificación, ubicación y características generales.....	42
3.2.2 Infraestructura: pistas y continuidad operacional.....	43
3.2.3 Infraestructura terminal, plataforma y puertas de embarque.....	44
3.2.4 Dinámica de demanda, conectividad y rol de AMB en la red.....	46
3.2.5 Factores operacionales recurrentes en AMB.....	47



- 3.2.6 Actores y coordinación en AMB.....49
- 3.3 Definición y caracterización de una contingencia masiva en la operación aérea.50
 - 3.3.1 Definición operacional de contingencia masiva.....51
 - 3.3.2 Criterios de masividad y dimensiones de impacto..... 51
 - 3.3.3 Tipos de eventos disruptivos según su origen..... 52
 - 3.3.4 Mecanismo de escalamiento y propagación.....53
 - 3.3.5 Niveles de severidad y criterios de escalamiento.....53
 - 3.3.6 Variables criterios para el escalamiento..... 55
 - Figura 2. Matriz de criticidad basada en simultaneidad y anticipación (SIM–ANT) para la clasificación de contingencias en el CCO..... 56
- 3.4 Rol del CCO frente a contingencias masivas..... 56
 - 3.4.1 Estructura general y equipos de trabajo..... 57
 - 3.4.2 Situación actual, gestión operacional del CCO frente a disrupciones...58
 - 3.4.3 Situación actual frente a contingencias masivas..... 59
 - 3.4.4 Evidencia desde la experiencia y caso observado (LIM)..... 59
 - 3.4.5 Brechas del modelo actual del CCO frente contingencias masivas..... 61
- 3.5 Procesos operacionales críticos afectados ante una contingencia masiva.....64
 - 3.5.1 Gestión de capacidad del sistema.....64
 - 3.5.2 Ejecución del itinerario y control de la red - Estabilidad vs Arrastre... 65
 - 3.5.3 Operación en tierra y turnaround.....65
 - 3.5.4 Gestión de flota y mantenimiento..... 66
 - 3.5.5 Gestión de tripulaciones..... 66
 - 3.5.6 Gestión del pasajero y sus servicios..... 67
 - 3.5.7 Comunicación, coordinación y trazabilidad..... 67
- 3.6 Identificación de variables operacionales críticas..... 67
 - 3.6.1 Conjunto de variables operacionales críticas..... 68
 - 3.6.2 Variables de coordinación del CCO, simultaneidad y anticipación..... 69
 - 3.6.3 Matriz de criticidad SIM–ANT para clasificación y activación.....69
- 3.7 Caso de estudio: Cierre del Aeropuerto LIM por inoperatividad de luces de pista (02/06/2024)..... 70
 - 3.7.1 Estimación del impacto operacional caso Lima..... 70
 - Tabla 1 Consolidado de tasas en estimación impacto económico simplificado caso de estudio Lima 2024. Fuente: elaboración propia..... 72
- 3.8 Aproximación al impacto económico asociado al caso Lima..... 72
- 3.9 Diagnóstico del estado actual de la gestión de contingencias..... 74
 - 3.9.1 Propósito del diagnóstico..... 74
 - 3.9.2 Alcance y enfoque metodológico..... 74



3.10 Lineamientos para formulación del plan y recomendaciones.....	78
3.10.1 Principio de escalamiento y cambio de modo del CCO.....	78
3.10.2 Elementos que escalan con la severidad.....	79
3.10.3 Descripción operativa por nivel.....	80
3.10.4 Control y trazabilidad en ejecución “Tablero maestro e indicadores por área”.....	81
3.10.5 Cierre de la contingencia.....	83
3.11 Criterios de validación de la propuesta.....	83
3.11.1 Enfoque de validación.....	84
3.11.2 Criterios e indicadores de evaluación.....	84
3.11.3 Resultado esperado de la validación.....	84
3.11.4 Aseguramiento de efectividad.....	85
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
4.1 Conclusión general del estudio.....	87
4.2 Conclusiones específicas por objetivo.....	87
4.3 Recomendaciones y trabajo futuro.....	89
ANEXOS.....	90
ANEXO A - Checklist de clasificación y activación.....	90
ANEXO B - Bitácora de decisiones y trazabilidad.....	95
ANEXO C - Traspaso estructurado de turno.....	96
ANEXO D - Diseño del “Tablero Maestro” para gestión de contingencias masivas.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	103

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Modelo PDCA aplicado a ISO 22301.....	30
Figura 2. Matriz de criticidad basada en simultaneidad y anticipación (SIM-ANT) para la clasificación de contingencias en el CCO.....	54
Tabla 1 Consolidado de tasas en estimación impacto económico simplificado caso de estudio Lima 2024. Fuente: elaboración propia.....	70

GLOSARIO

AOG: Aircraft on Ground - aeronave en tierra fuera de servicio por falla/daño (prioridad alta de recuperación).

AMB: Aeropuerto Arturo Merino Benítez (nombre del aeropuerto de Santiago).

ATC: Air Traffic Control - control de tránsito aéreo.

ATM: Air Traffic Management - gestión del tránsito aéreo (concepto amplio que incluye servicios y gestión de flujo, según contexto).

ATS: Air Traffic Services - servicios de tránsito aéreo.

BCP: Business Continuity Plan - plan de continuidad del negocio.

BCMS: Business Continuity Management System - sistema de gestión de continuidad del negocio.

CCO: Centro de Control Operacional (OCC) - coordinación y recuperación de la operación diaria.

CCV: Centro de Control de Vuelo

CMP: Crisis Management Plan - plan de gestión de crisis (roles, escalamiento, comunicaciones, coordinación).

CNS: Communications, Navigation and Surveillance - comunicaciones, navegación y

vigilancia.

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil (Chile).

EASA: European Union Aviation Safety Agency - agencia de seguridad aérea de la Unión Europea.

ERP: Emergency Response Plan - plan de respuesta a emergencias.

ETA: Estimated Time of Arrival - hora estimada de llegada.

ETD: Estimated Time of Departure - hora estimada de salida.

FAA: Federal Aviation Administration - autoridad aeronáutica de Estados Unidos.

HUB: aeropuerto nodo de conexión (concentración de conexiones/bancos de vuelos).

IA: Inteligencia Artificial.

IATA: International Air Transport Association - asociación internacional de aerolíneas.

IROPS: Irregular Operations - operación irregular (demoras, cancelaciones, desvíos, etc.).

ISO: International Organization for Standardization - organismo de normas internacionales.

LIM: código IATA del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (Lima).

LVP: Low Visibility Procedures - procedimientos por baja visibilidad.

MET: meteorología aeronáutica / información meteorológica para la operación.

MOP: Ministerio de Obras Públicas (Chile).

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO).



PDI: Policía de Investigaciones de Chile.

PDCA: Plan–Do–Check–Act - ciclo de mejora continua
(Planificar–Hacer–Verificar–Actuar).

RSO: Reglamento de Servicio de la Obra (en contexto de aeropuertos concesionados).

RVR: Runway Visual Range - alcance visual en pista.

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero (Chile).

SCL: código IATA de Santiago (Aeropuerto Arturo Merino Benítez).

SMS: Safety Management System - sistema de gestión de la seguridad operacional.

STA: Scheduled Time of Arrival - hora programada de llegada.

STD: Scheduled Time of Departure - hora programada de salida.

TAF: Terminal Aerodrome Forecast - pronóstico meteorológico de aeródromo.

USD: dólar estadounidense (United States Dollar).

Introducción

La industria aérea en Chile ha mostrado un crecimiento sostenido durante los últimos 30 años, a excepción del año 2020 donde se presentó la mayor crisis global producida por el COVID-19, fenómeno que impactó negativamente a las aerolíneas en el país. A pesar de esta crisis, las aerolíneas fueron recuperándose paulatinamente, y se espera para el 2026 un aumento del tráfico aéreo en Latinoamérica, impulsado por la estabilidad económica y la mejora de la conectividad interregional.

El Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez (AMB) ubicado en la comuna de Pudahuel en Santiago de Chile es el aeropuerto más importante del país. Actualmente, cumple un rol estratégico como principal aeropuerto del país, concentrando una alta proporción de las operaciones domésticas e internacionales. En 2024, el aeropuerto registró un récord histórico al superar los 25 millones de pasajeros, lo que refuerza su carácter crítico para la continuidad de la red aérea en Chile. En AMB operan las principales aerolíneas comerciales del mercado chileno, entre las que se encuentran LATAM Airlines, Sky Airline y JetSMART Airlines, las cuales presentan distintos modelos de negocio, pero comparten la necesidad de gestionar operaciones complejas en un entorno altamente dinámico y exigente.

Respecto a la organización de las aerolíneas, cada una cuenta con un Centro de Control Operacional (CCO) que cumple un rol fundamental en la coordinación y toma de decisiones frente a situaciones críticas, tales como atrasos, cancelaciones y desvíos de los vuelos. Éste se encarga de orquestrar la operación recolectando información de distintas áreas, coordina con aeropuertos la llegada y salida de los vuelos, verifica con el área gestora de tripulaciones la disponibilidad de los tripulantes y legalidades que se puedan ver comprometidas. Además, recibe información del área de Atención al Pasajero quienes se encargan de proteger al pasajero en eventos disruptivos que alteren el itinerario del vuelo. Y en el caso de que una aeronave se encuentre en contingencia, el área de Soporte Técnico y Mantenimiento tiene la función de asegurar que la aeronave

se encuentre en condiciones seguras para volar.

La aviación comercial es susceptible a enfrentar distintos tipos de crisis, que pueden generar contingencias masivas. Estas se definen como eventos disruptivos cuyo origen puede ser social, meteorológico, técnico, regulatorio y/o de infraestructura y afectan simultáneamente a múltiples vuelos, tripulaciones y recursos operativos. Las contingencias masivas representan uno de los desafíos más importantes para CCO, ya que se requieren respuestas rápidas, coordinadas y efectivas para evitar mayores impactos en los pasajeros, y en consecuencia en la aerolínea.

A nivel nacional, y particularmente en aeropuertos de alta concentración de tráfico como el Aeropuerto Arturo Merino Benítez, si bien las aerolíneas han desarrollado herramientas internas tales como planillas en Excel y chats automatizados, aún no se cuenta con un plan definido de contingencia masiva aplicable en CCO. Esta situación genera una respuesta desorganizada, con riesgos de descoordinación entre las áreas y afectaciones para la operación y en consecuencia, los pasajeros. De lo anterior, surge la importancia de desarrollar lineamientos que orienten la formulación de planes de contingencia masiva adaptados al contexto operativo de las aerolíneas en el Aeropuerto AMB.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

En este capítulo se presenta la justificación del tema de estudio, los objetivos generales y específicos, la metodología utilizada y el alcance de la investigación, delimitando el espacio y el tiempo considerados.

1.1 Justificación

La OACI y otros entes internacionales señalan que la demanda de transporte aéreo continuará creciendo en tasas cercanas al 4% anual durante las próximas décadas, esto implica una mayor demanda del espacio aéreo, infraestructura de aeropuertos y recursos de las aerolíneas. Para las aerolíneas que operan en Chile, este contexto se traduce en un aumento de la complejidad operacional, particularmente en aeropuertos de alta concentración de tráfico como el Aeropuerto Arturo Merino Benítez (AMB). Si a esto se le suma la frecuencia de eventos disruptivos de origen meteorológico, social, técnico, de infraestructura y/o regulatorio que pueden ocurrir, se genera una necesidad de contar con planes de acción estandarizados para responder de forma eficiente.

Cuando estos eventos disruptivos alcanzan cierta magnitud en que afectan simultáneamente una gran cantidad de vuelos, bases o recursos aparece el término de contingencias masivas. Algunos ejemplos pueden ser cierres prolongados de aeropuertos HUB (centro de conexión) por condiciones meteorológicas que limitan la cantidad de salidas y despegues. Pueden existir fallas de sistemas informáticos, los cuales planifican y controlan la operación aérea, por lo que también entrarían en la categoría de contingencia masiva. Además, ocurren huelgas y negociaciones de personal de aeropuerto o tripulaciones, quienes buscan mejores acuerdos y condiciones laborales favorables, como también existen eventos de seguridad que obligan a suspender en un cierto periodo de tiempo las operaciones en distintos aeropuertos. En todos estos casos, la ausencia de un protocolo definido incrementa la vulnerabilidad operacional y económica de la aerolínea, especialmente cuando los impactos se concentran en aeropuertos críticos de la red operacional de vuelos como AMB.

En las aerolíneas del Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez, el Centro de Control Operacional actúa como eje de coordinación operativa, pero actualmente depende de herramientas informales tales como, planillas de Excel básicas y chats entre áreas para enfrentar estos eventos, lo que limita la efectividad de la respuesta. La existencia de un plan estructurado de contingencia masiva permitiría definir las directrices, estandarizar la toma de decisiones y optimizar el uso de recursos.

En este contexto, la presente memoria se justifica en la necesidad de definir los lineamientos para la formulación de un plan de contingencias masivas aplicable al CCO de una aerolínea comercial que opera en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez, con la idea de entregar lineamientos claros respecto a la gestión de eventos operacionales críticos. Para lograr esto, se propone caracterizar la estructura y procesos de CCO, analizar la gestión actual de contingencias masivas, incluyendo casos recientes como el cierre de pista en Lima (2024), utilizado como referencia operacional para comprender los mecanismos de impacto, propagación y recuperación asociados a una pérdida abrupta de capacidad.

Para finalizar este apartado tenemos dos ejes claves que fundamentan la justificación de esta memoria. Primero, considerando el riesgo operacional que existe ante eventos disruptivos, sin la presencia de un plan estructurado de contingencias masivas la respuesta ante este evento depende exclusivamente de la experiencia en el cargo de los responsables de controlar esta situación, la cual puede variar entre cada turno o equipos, y así, se aumenta la posibilidad de cometer errores bajo escenarios de alta simultaneidad y baja anticipación. En segundo lugar, el impacto económico, en el cual cada minuto de demora adicional, cancelaciones no óptimas y cada conexión perdida se refleja en costos directos a la compañía (combustible, horas extra, compensaciones, etc) y costos indirectos como pérdida de reputación y confianza del pasajero, impactos que se amplifican cuando las disrupciones afectan a aeropuertos críticos como AMB.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Definir lineamientos para la formulación de un plan de contingencias masivas aplicable al Centro de Control Operacional (CCO) de una aerolínea comercial chilena, utilizando como contexto de análisis el Aeropuerto Arturo Merino Benítez (AMB).

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir el concepto de contingencia masiva e identificar los principales eventos y riesgos asociados a la operación aérea de AMB, para caracterizar el rol, la estructura y los procesos fundamentales del CCO en la gestión de este tipo de contingencias.
- Diagnosticar la gestión actual de contingencias operacionales relevantes para el contexto de AMB, incluyendo la revisión de eventos recientes y análisis de brechas en comunicación, coordinación y trazabilidad.
- Contrastar las prácticas actuales de una Aerolínea Comercial Chilena del aeropuerto AMB con referencias de la industria aeronáutica en gestión de crisis operacional, identificando brechas y oportunidades de mejora aplicables al diseño del plan.
- Estimar, mediante un modelo simplificado, los impactos operacionales y económicos asociados a contingencias masivas relevantes para una aerolínea con operación en el aeropuerto AMB, aplicando el modelo a un caso real con el fin de sustentar la formulación de lineamientos y requerimientos de apoyo para la gestión de contingencias.

1.3 Metodología

La metodología utilizada en este estudio corresponderá a un carácter descriptivo y analítico, orientado a proponer lineamientos para la formulación de un plan de contingencia masiva para el Centro de Control Operacional (CCO) de una aerolínea comercial chilena utilizando un caso de contingencia masiva operacionalmente comparable al contexto AMB. Para ello, se combinará bibliografía, análisis de procesos, estudio de casos reales y una estimación cuantitativa simplificada en costos operacionales y económicos.

La primera etapa corresponde al levantamiento de información ligada a organizaciones internacionales (OACI, IATA) que hablen sobre la gestión de crisis y continuidad operacional. Además, se utilizarán publicaciones o casos de estudio de otras aerolíneas e información de acceso público y experiencia profesional del autor. Esta etapa permitirá definir conceptos clave, como contingencia masiva, y establecer un marco de referencia para la gestión de eventos altamente disruptivos en la industria aeronáutica.

En una segunda etapa se analizará la situación actual de CCO recopilando información de acceso público, experiencia profesional del autor y las herramientas utilizadas ante contingencias masivas. Para esto, se definirá el concepto de contingencia masiva aplicado a la realidad de Aerolíneas Chilenas, considerando específicamente contingencias que se originan o impactan en el aeropuerto AMB. Se recopilarán antecedentes de la gestión actual donde se incluyan los flujos de trabajo, los roles y coordinación de cada equipo al interior del área de gestión operativa en conjunto con la literatura referida a gestión de crisis en la industria aeronáutica.

Se continúa con una identificación de los riesgos y una clasificación de contingencias masivas relevantes para el contexto del aeropuerto AMB, donde se tipifican los eventos por origen tales como meteorología, técnicos, regulatorios, humanos y sociales.

Se toma un caso de contingencia ocurrida en el pasado, tal como la contingencia en pista de Lima (2024) realizando una reconstrucción de la secuencia de hechos ocurridos en conjunto de decisiones claves, y así identificar fortalezas y debilidades del manejo realizado. Este caso se utilizará como referencia para contrastar aprendizajes con contingencias de características comparables que puedan presentarse en el contexto operacional del aeropuerto AMB.

Además, se elaborará un registro basado en la experiencia profesional del autor, con una visión global de CCO y más interiorizada respecto al área de gestión operativa. Todo esto con el fin de establecer el paso a paso que permita encontrar brechas y limitaciones respecto a las prácticas de la industria aeronáutica que tienen protocolo definido.

Por último, se evalúa el impacto operacional y económico esperado, realizando una estimación simplificada considerando tanto cancelaciones como demoras y costos asociados, utilizando un caso de contingencia masiva operacionalmente comparable al contexto AMB. Para la estimación cuantitativa de impactos, se privilegiará el caso de estudio que cuente con registros completos y trazables, aun cuando no ocurra en AMB, de tal manera que sea operacionalmente comparable y permita demostrar la aplicabilidad del modelo propuesto.

Con los resultados de etapas anteriores, se procederá a la definición de lineamientos para la formulación de un plan de contingencia masiva para CCO de las aerolíneas del aeropuerto AMB. Se propondrán elementos clave a modo de recomendación, con el fin de que a futuro la compañía pueda contar con un protocolo formal y eficiente para la gestión de contingencias masivas en CCO. Considerando puntos tales como, definición de niveles de activación, definición de roles al momento de encontrarse en un evento masivo y una propuesta resumida de los flujos de comunicación y registro.

1.4 Alcance

Este estudio pretende realizar un análisis de tipo exploratorio y descriptivo acerca de la situación operacional en CCO de una aerolínea comercial del aeropuerto AMB, sin intervenir directamente en el entorno, enfocado en la respuesta frente a contingencias masivas y en la definición de los lineamientos para formular un plan estructurado para su gestión. Es de tipo exploratorio dado que en la literatura existen pocos estudios específicos acerca de la gestión operacional en contingencias masivas. Por otro lado, es de tipo descriptivo, ya que busca caracterizar a nivel general cómo se gestionan actualmente estas contingencias masivas en CCO, presentando los procesos, flujos de trabajo, roles y coordinación entre equipos del área de gestión operativa.

La información utilizada proviene de herramientas operacionales de uso interno de CCO, procedimientos generales asociados a la gestión operativa diaria, documentos de carácter corporativo de acceso limitado y la experiencia profesional del autor en entornos reales de operación aérea. Debido a la confidencialidad, algunos de estos procesos serán presentados de manera descriptiva y general, evitando la difusión de detalles sensibles relacionados con la compañía, su operación o sus trabajadores.

El horizonte temporal considera principalmente eventos y datos ocurridos entre los años 2018 y 2025, excluyendo casos de naturaleza única y sin aprendizaje analizable.

Queda fuera del alcance de esta memoria la implementación operativa del plan de contingencias masivas, el desarrollo de herramientas tecnológicas específicas, la realización de simulacros formales y la evaluación cuantitativa de resultados posteriores. Estos elementos se proponen como etapas futuras que podrían ser abordadas por la organización a partir de los lineamientos y recomendaciones entregados en este estudio.

El estudio se limita al Aeropuerto Arturo Merino Benítez como principal nodo operacional en Chile, analizando contingencias que se originan o impactan aeropuertos HUB desde la perspectiva del Centro de Control Operacional (CCO) de una aerolínea comercial chilena, y su capacidad de respuesta y recuperación. Sin perjuicio de lo



anterior, para efectos de ejemplificación y validación del modelo de estimación, se incorpora un caso regional comparable (Caso de cierre pista en Lima, 2024) con mayor nivel de detalle en sus registros, con el fin de asegurar consistencia en el cálculo.

CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se presentan los antecedentes del tema de estudio, el marco teórico y conceptual y una propuesta metodológica, que es el resultado de lo expuesto en antecedentes y el marco teórico.

2.1 Antecedentes del tema de estudio

2.1.1 Marco normativo y estándares de la industria en gestión de contingencias

En la industria aeronáutica, los eventos de contingencias masivas representan un desafío operacional como consecuencia del constante aumento en la demanda de vuelos, lo que implica una mayor complejidad de la operación. Estos eventos se caracterizan por afectar de manera simultánea múltiples vuelos, recursos y procesos del área de CCO, generando impactos que pueden colapsar los mecanismos rutinarios de respuesta y obligar a escalar la coordinación y la toma de decisiones.

A pesar de que no existe un único manual internacional específico para CCO, sí existen documentos que entregan directrices relacionadas a la preparación, respuesta y recuperación ante eventos disruptivos. En materia de seguridad operacional, la OACI establece el enfoque de gestión relacionado a peligros y riesgos a través del Anexo 19 del Sistema de gestión de la seguridad operacional (SMS), el cual exige identificar riesgos y peligros proactivamente. En este sentido, un plan estructurado de contingencias masivas se alinea con el SMS al buscar prevenir e identificar de manera oportuna posibles factores que puedan generar un evento crítico para la operación.

Además, el SMS no solo está limitado a la identificación de riesgos en la seguridad operacional, sino que añade un plan de seguridad operacional que se basa en planificación, control y mejora continua. Bajo esta mirada, un plan de contingencias masivas aporta gran valor al transformar la respuesta ante eventos disruptivos en un proceso estandarizado, con criterios de activación, roles, vías de comunicación y mecanismos de registro de decisiones. Esto ayuda a reducir la variabilidad de la respuesta, mejora la coordinación y facilita el aprendizaje al interior de la organización

posterior al evento, a su vez alineándose con el enfoque de mejora continua del SMS.

Organismos internacionales como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) han realzado la importancia de contar con planes estructurados de gestión de crisis y continuidad operacional. En sus bases, se reconoce que la capacidad de una aerolínea para responder eficazmente ante un evento o una contingencia masiva no sólo reduce impactos operacionales y financieros, sino que también protege su imagen y confianza pública (OACI, 2018).

Considerando lo anterior, existen procesos tales como, Crisis Management Plans (CMP), Emergency Response Plans (ERP) y Business Continuity Plans (BCP), los cuales se adhieren a protocolos para una activación rápida y eficaz de equipos de respuesta, comunicación interna y externa, y una fase con procedimientos de recuperación. Estas herramientas ayudan a anticipar posibles escenarios, asignar responsabilidades, establecer canales de comunicación y documentar aprendizajes para un posible nuevo evento.

En términos prácticos, estos métodos se pueden diferenciar por su alcance. El ERP se orienta a respuestas inmediatas frente a emergencias, poniendo foco en seguridad, coordinación y un control del evento. El CMP incluye un enfoque respecto a la conducción y gobernanza durante la crisis, incorporando un comité de crisis para la toma de decisiones estratégicas. En cambio el BCP busca mejorar la recuperación operacional de la manera más eficiente.

Desde la perspectiva del pasajero y la experiencia del viaje, organismos como IATA han desarrollado guías y estándares asociados a la gestión de operaciones irregulares (IROPS), que adhieren procesos de atención, reacomodación, coordinación entre aerolíneas, handling y aeropuertos y gestión de cambios involuntarios fuera del itinerario. Esto refuerza la necesidad de una coordinación robusta de CCO no solo para estabilizar la red, sino también para sostener la respuesta de cara al cliente durante la fase disruptiva y de recuperación.

En diversas aerolíneas de la región, existe una preocupación respecto a la necesidad de gestionar de manera estructurada las contingencias masivas. Los mecanismos actuales, como las planillas compartidas y los flujos comunicacionales, aún no conforman un plan formalmente institucionalizado para su aplicación en CCO.

2.1.2 Gestión de contingencias masivas en aerolíneas internacionales

En los últimos años, distintos eventos han dejado en evidencia la vulnerabilidad de las aerolíneas del mundo frente a contingencias masivas y han demostrado la importancia de contar con Centros de Control Integrados. Un caso que ocurrió en el año 2022 fue la presencia de tormentas invernales en Estados Unidos, las cuales obligaron a cancelar más de 4.400 vuelos en un período de 2 días (La Tercera, 2022).

Otro ejemplo es la existencia de fallas informáticas en sistemas de planificación o de check-in, que han dejado de manera temporal a aerolíneas como Delta sin respuesta alguna, afectando significativamente su reputación, altos costos y una gran cantidad de pasajeros (BBC, 2016). Del caso CrowdStrike, si bien existe un juicio en la actualidad que busca definir responsables de pérdidas económicas que rondan los 500 millones de dólares, dejó alrededor de 1,3 millones de pasajeros afectados y provocó 7 mil cancelaciones de vuelos. En este caso, se deja en evidencia la baja capacidad que tuvo la aerolínea Delta para sobreponerse ante este evento disruptivo debido a que se evidenciaron limitaciones en la capacidad de recuperación/continuidad tecnológica dando como resultado un impacto sustancial a nivel organizacional (Technology Magazine, 2024).

Un evento regional relevante corresponde al cierre operacional asociado a infraestructura crítica en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez durante el año 2024, caso que provocó cancelaciones, desvíos y demoras, afectando a una gran cantidad de pasajeros en un corto periodo de tiempo. Esta forma de evento disruptivo, en la que se genera un falla localizada en infraestructura aeroportuaria puede escalar rápidamente a una contingencia masiva. Esto dificulta la capacidad de comunicación y coordinación entre aeropuertos, ATC, aerolíneas y especialmente CCO, ya que debe priorizar vuelos,

gestionar rotación de tripulación, conexiones y recuperación de la red.

Por otro lado pueden existir cierres del espacio aéreo cuyo motivo principal es la seguridad, un ejemplo pueden ser eventos naturales como erupciones volcánicas, los cuales pueden desviar o reducir el flujo de aeronaves significativamente. En 2010, la erupción del volcán Eyjafjallajökul en Islandia expulsó densas columnas de ceniza volcánica a más de 10 km de altura. Este evento, si bien fue relativamente pequeño, provocó enormes consecuencias dejando el espacio aéreo de Europa paralizado. Según el National Centre for Atmospheric Science, las aerolíneas perdieron cada día unos 130 millones de libras (aproximadamente 148,49 millones de euros) mientras el espacio aéreo permaneció cerrado. Millones de pasajeros quedaron atrapados en el país por cancelaciones y retrasos de los vuelos.

El espacio aéreo se puede ver comprometido debido a la presencia de conflictos bélicos, estos generan desviaciones de vuelos, aumento en los costos y tiempos de viaje. Además se genera un riesgo de colisión ante presencia de aeronaves en funciones militares con patrones impredecibles, y existe una amenaza de misiles, en caso de que una aeronave ingrese a estos espacios en conflicto.

En síntesis, los casos anteriormente señalados muestran que las contingencias masivas pueden nacer de múltiples factores (meteorología, infraestructura, tecnología, seguridad o factores externos) pero comparten un patrón operacional, un aumento exponencial de la cantidad de decisiones, saturación de recursos importantes y una necesidad de coordinación transversal bajo presión. Es por esto, que los aprendizajes revisados son transferibles al análisis aplicado al contexto del aeropuerto AMB, considerando su rol como principal nodo operacional en Chile y su potencial de desencadenar un efecto en cadena para contingencias masivas.

2.2 Marco teórico y conceptual

2.2.1 Contingencia masiva

Una contingencia masiva es un evento disruptivo de alto impacto que afecta múltiples vuelos o recursos simultáneamente. Según la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA,2022), la planificación frente a estos eventos debe incluir escenarios predefinidos, criterios de activación y matrices de criticidad basadas en variables como simultaneidad e impacto, generando un efecto de propagación en la red que obliga a escalar coordinación y toma de decisiones.

Si bien el término puede variar entre organizaciones, la literatura y los estándares de la industria suelen abordar estos escenarios mediante planes de respuesta y continuidad. Por ejemplo, OACI describe el Emergency Response Plan (ERP) como un documento operativo integral que define roles, acciones y marcos de tiempo para responder a interrupciones, mientras que Business Continuity Plans (BCP) se relacionan con sostener y recuperar procesos críticos.

Para efectos del análisis posterior, una contingencia masiva no se define solo por “un atraso o una cancelación”, sino por variables combinadas como: simultaneidad, grado de anticipación, duración, alcance (número de vuelos/recursos afectados), limitaciones de infraestructura o ATC, y capacidad de recuperación dentro de la misma jornada operacional.

2.2.2 Centro de Control Operacional (CCO)

El Centro de Control Operacional es el área centrada en el monitoreo, coordinación y toma de decisiones para garantizar la continuidad y la eficiencia de las operaciones en tiempo real. Estos centros integran sistemas y equipos con la función de supervisar procesos críticos en diversas industrias como seguridad, transporte y logística.

Finalizando en esta definición, el Centro de Control de Operaciones (CCO) en el

contexto aeronáutico aparece no sólo como una unidad técnica encargada de coordinar vuelos, tripulaciones y recursos, sino como el espacio donde se materializa la continuidad de la operación. Es el lugar físico donde la planificación, los sistemas y los procedimientos se encuentran con la experiencia y el criterio de las personas que toman decisiones bajo presión y en poco tiempo.

Entender el rol de CCO desde esta mirada integral que combina tecnología, regulación, procesos y trabajo colaborativo permite dimensionar por qué su forma de operar y las herramientas de apoyo que utiliza resultan importantes. Este enfoque será clave para el análisis que se desarrollará en los capítulos siguientes, sobre todo al momento de evaluar cómo CCO gestiona las contingencias y qué oportunidades de mejora existen en ese ámbito.

2.2.3 Gestión de crisis operacional

La gestión de crisis corresponde al conjunto de procedimientos que adopta una organización para enfrentar eventos críticos que podrían generar impactos negativos tanto a nivel interno como en sus grupos de interés externos. Su propósito es reducir la frecuencia y severidad de estos eventos, así como mitigar sus efectos sobre los procesos, la eficiencia y la seguridad operacional. En organizaciones donde el factor tiempo resulta crítico, como la industria aeronáutica, este enfoque constituye un pilar fundamental para anticipar fallas, limitar su impacto y sostener la estabilidad operativa.

Desde una perspectiva vinculada a la comunicación y la gestión de crisis en la industria aérea, diversos lineamientos técnicos y marcos conceptuales señalan que los eventos disruptivos tienden a generar altos niveles de incertidumbre, presión operacional y aumento de reclamos por parte de los pasajeros y del entorno externo, lo que exige una gestión coordinada tanto interna como externamente. En este contexto, organismos como la International Air Transport Association (IATA) enfatizan la necesidad de contar con estructuras formales de planificación, comunicación y control para enfrentar adecuadamente situaciones de crisis operacional (IATA, 2006).

2.2.4 Continuidad o Resiliencia operacional

Una gestión robusta respecto al riesgo operacional es considerada un elemento importante dentro del término resiliencia operacional, la cual se entiende como la capacidad de una organización para resistir, responder y lograr recuperarse de una crisis o eventos disruptivos. Si bien existen modelos tradicionales cuyo propósito es evitar la ocurrencia de incidentes, la resiliencia parte de una premisa de que los eventos disruptivos son inevitables. Es por esto que otorga énfasis en la preparación, respuestas coordinadas y capacidad de restaurar las operaciones críticas con una visión sistémica que considere los procesos esenciales del más básico al más complejo. En ese sentido, ISO 22301 es un estándar en la continuidad debido a que enfatiza una respuesta sistemática ante incidentes y una mirada orientada a minimizar la interrupción del servicio.

En un contexto aeronáutico es relevante considerar la gestión de crisis y la exposición a diversos factores durante el transcurso de la operación, tales como eventos meteorológicos, técnicos, humanos, regulatorios o de infraestructura que pueden derivar a contingencias a gran escala. Integrar las ideas principales de riesgo y resiliencia operacional permite desarrollar mecanismos sólidos que ayuden a enfrentar eventos disruptivos y a su vez mejorar la capacidad de respuesta y recuperación de CCO y las distintas áreas envueltas en el contexto de operaciones.

En el marco respecto a la continuidad operacional, la cual consiste en la capacidad que tiene una organización de mantener sus funciones básicas y servicios a pesar de eventos disruptivos que puedan ocurrir. Algunos estándares como ISO 22301 se estructuran bajo el ciclo *Planificar - Hacer - Verificar - Actuar* (PDCA) como modelo de mejora continua. En otras palabras, este enfoque permite **planificar** considerando el contexto, objetivos, identificando riesgos y recursos; **hacer** implementando lo planificado; **verificar** monitoreando y midiendo la eficacia de la continuidad y **actuar** tomando acciones correctivas y ciertos ajustes cuando sean necesarios que permitan mantener y mejorar el sistema. Esta mirada refuerza que la continuidad operacional no

solo dependa de contar con un plan estructurado, sino de mantener la capacidad, revisión y aprendizaje de manera continua y de esta forma fortalecer la recuperación frente a eventos disruptivos.

Como se observa en la figura , el Sistema de Gestión de Continuidad del Negocio (Business Continuity Management System, BCMS) se estructura en un ciclo PDCA de acuerdo a lo siguiente:

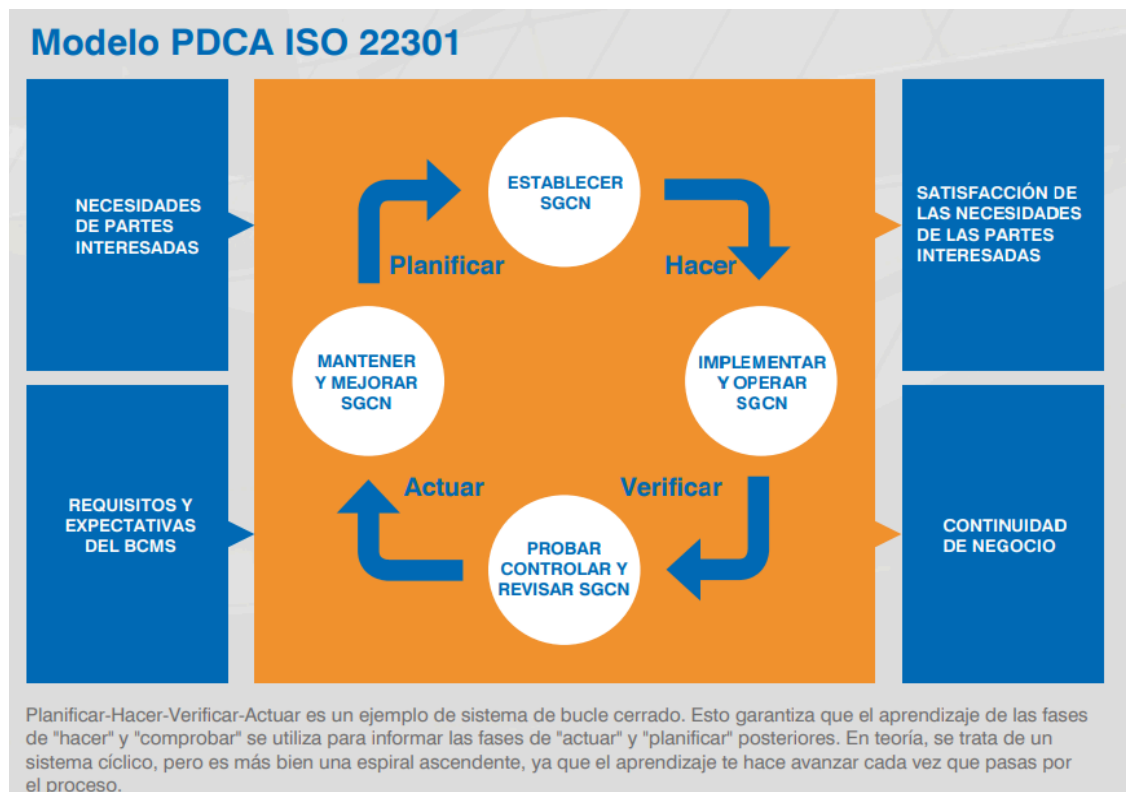


Figura 1. Modelo PDCA aplicado a ISO 22301

Fuente: NQA, "ISO 22301: Guía de implementación de sistemas de gestión de continuidad de negocio"

2.2.5 Gestión de riesgo operacional y SMS

En la industria de aviación el riesgo operacional se refiere a la probabilidad de que una acción o evento genere consecuencias negativas que agredan la seguridad, continuidad o la eficiencia de la operación. La gestión es un punto esencial dentro del



sistema de cualquier organización ligada a la aviación, ya que ayuda a identificar peligros, evaluar riesgos y entregar medidas mitigadoras las cuales ayudan a reducir la exposición a eventos adversos. La OACI establece, dentro de su Anexo 19 y del documento 9859 (Manual de Gestión de la Seguridad Operacional) que los Estados y proveedores de servicios deben integrar un Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS) orientado a la mejora continua. Estos sistemas cuentan con una estructura de cuatro componentes que definen los requisitos mínimos para implementar un SMS:

- Política y objetivos de seguridad: coordinación de la planificación de respuestas ante emergencias.
- Gestión del riesgo de seguridad: identificación y evaluación de riesgos de seguridad operacional.
- Aseguramiento de la seguridad: medición del rendimiento, mejora continua del SMS.
- Promoción de la seguridad: educación y comunicación de la seguridad operacional.

Dentro de esta situación, la gestión del riesgo operacional es una herramienta fundamental que ayuda a anticipar escenarios adversos y definir controles que permitan reducir el porcentaje de ocurrencia o el impacto de incidentes. El SMS obliga a identificar peligros de forma proactiva, evaluarlos y realizar mecanismos de mitigación que ayuden a mantener los riesgos dentro de los niveles aceptables de la organización.

En el contexto referido a operaciones aéreas, esta gestión del riesgo toma gran relevancia debido a cómo funciona la operación y bajo qué condiciones, tales como meteorología adversa, fallas técnicas, limitaciones de infraestructura, factor humano o eventos externos con gran potencial, se pueden generar contingencias significativas.

Una integración de lo propuesto en el SMS con los procesos operativos permiten robustecer la capacidad de respuesta ante contingencias, optimizar la toma de decisiones y mejorar la continuidad operacional. En ese sentido, un plan de contingencias masivas

se acopla perfectamente con los objetivos del SMS, ya que muestra procedimientos estandarizados, roles definidos y mecanismos de coordinación que facilitan el control de riesgos y a su vez una recuperación operacional.

2.2.6 Disrupciones operacionales (IROPS) y cuidado del pasajero en la industria aeronáutica

En la aviación comercial, la sigla IROPS se refiere al término Irregular Operations. Estas corresponden a alteraciones en la operación diaria que afectan el itinerario y la continuidad de la operación. Son identificadas por una aerolínea o un operador de tierra que actúa en nombre de una aerolínea cuando una interrupción del día del viaje o el día anterior al mismo impide al cliente utilizar el o los vuelos emitidos. Una operación irregular (IROP) puede ser, entre otras, un retraso, una cancelación, un desvío por mal tiempo, un problema mecánico, una restricción de aterrizaje, una congestión del tráfico aéreo, un accidente o daños a la aeronave, un problema de seguridad, un problema de inmigración, un vuelo sobrevendido, un retraso en el embarque, escasez de tripulación u otros problemas de personal (IATA,2020).

Por otro lado, Delta Air Lines, a través de su política operacional para la gestión de irregularidades (Irregular Operations Policy), define una Irregular Operation (IROPs) como una demora o cancelación del itinerario de un vuelo dentro de las 72 horas previas a su realización, originada por diversos factores tales como condiciones meteorológicas adversas, eventos de mantenimiento de aeronaves, cambios de equipo, restricciones asociadas al descanso de tripulación u otros eventos operacionales.

Debido a la naturaleza de la industria, la cual es interdependiente, si tenemos una disrupción localizada esta puede producir un efecto dominó afectando distintos vuelos, rutas o bases operativas. Por lo que una gestión de IROPS necesita una estrecha coordinación entre los centros de control operacional, servicio al pasajero, aeropuertos y el área comercial. IATA señala 4 elementos fundamentales que son necesarios para una

respuesta efectiva:

- Comunicación oportuna y clara.
- Protección del pasajero.
- Reacomodación eficiente.
- Coordinación instantánea durante la fase de recuperación.

La gestión de Irregular Operations (IROPs) no involucra únicamente aspectos operativos, sino que también tiene un impacto directo en la dimensión reputacional de las aerolíneas. Diversos estudios y análisis del sector señalan que, ante eventos disruptivos, una respuesta tardía o deficientemente organizada afecta de manera significativa la experiencia del pasajero, incrementa los costos asociados a compensaciones y reduce la percepción de confiabilidad hacia la aerolínea. Según un análisis realizado por Wipro (2023), las interrupciones operacionales representan aproximadamente el 8% de los ingresos de las aerolíneas, es decir, cerca de 60.000 millones de dólares anuales, principalmente debido a retrasos, cancelaciones y compensaciones a pasajeros.

Se reconoce que las IROPS necesitan herramientas específicas para controlar y manejar la información en tiempo real, coordinar recursos, priorizar vuelos y comunicar decisiones, sin embargo, estas herramientas sólo resultan efectivas cuando están integradas al interior de un plan estructurado de contingencias, el cual defina criterios de activación, roles definidos y lineamientos claros.

Finalizando esta sección, desde este punto de vista, los lineamientos de la IATA forman parte del Estado del Arte en la gestión de interrupciones, debido a que aportan un enfoque que se centra tanto en la estabilidad de la operación como en la protección del pasajero.

2.2.7 Transformación digital e impacto de la Inteligencia Artificial en la gestión operacional

En los últimos años, la industria aérea ha experimentado procesos de digitalización acelerados que han comenzado a modificar o analizar la manera en que las aerolíneas gestionan sus operaciones diarias y la forma en que se abordan distintos escenarios de disrupción. La introducción de herramientas hechas por IA ha permitido optimizar procesos que antes se basaban con exclusividad en el criterio humano, tales como pronósticos de congestión, planificación respecto al tránsito aéreo, una identificación temprana de riesgos y un análisis en tiempo real de condiciones operacionales fluctuantes.

De acuerdo con la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la inteligencia artificial (IA) está transformando profundamente el sector aeronáutico. En el Working Paper A42-WP/389 “The Impact of Artificial Intelligence on the Aviation Sector”, la OACI señala que la capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos y detectar patrones complejos está permitiendo optimizar procesos críticos como la gestión del tránsito aéreo (Air Traffic Management, ATM), el mantenimiento predictivo y la seguridad operacional, mejorando así la eficiencia en el uso del espacio aéreo y la anticipación de situaciones operativas complejas. Desde una perspectiva operacional, esto favorece una mayor capacidad de adaptación ante contingencias, respuestas más rápidas y una utilización más eficiente de recursos y tiempos de recuperación de la operación.

En el ámbito internacional, diversos organismos coinciden en que la IA será un importante componente para fortalecer la resiliencia operacional. La IATA ha señalado que la digitalización y el uso de información en tiempo real ayudan a mejorar la comunicación y coordinación entre las distintas áreas de operaciones durante eventos disruptivos, una reacomodación eficiente de pasajeros y disminuir costos asociados a demoras, compensaciones y consumo de combustibles.

Por otro lado, la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (EASA)



impulsa un enfoque centrado en el operador, y que la automatización funcione como apoyo inteligente y no como el reemplazo del juicio humano, con el fin de no depender de los sistemas. En una idea similar, la Administración Federal de Aviación (FAA) trabaja en ciertos lineamientos con el fin de validar y certificar sistemas que se basen en IA, centrándose en eventos de seguridad operacional, con un enfoque en la confiabilidad, supervisión continua y la mitigación de riesgos derivados de acciones automatizadas.

De lo anterior señalado, OACI ha propuesto avanzar hacia el concepto AI/CNS/ATM, el cual busca concretar la integración de la IA al interior de sistemas de comunicaciones, navegación, vigilancia (CNS) y gestión de tránsito aéreo (ATM). Este enfoque facilita la adopción de manera ordenada y regulada, con los criterios de seguridad operacional y estándares que permitan su implementación de manera coherente a distintos países.

La importancia de esta transformación digital respecto al estudio sobre contingencias masivas es claro, la IA aumentaría la capacidad de anticipación de CCO, disminuiría el tiempo de reacción ante eventos disruptivos y mejoraría la coordinación entre todas las áreas que se ven comprometidas. Sin embargo, la implementación también implica desafíos importantes, tales como ajustar procedimientos, la capacitación de equipos y asegurar que la automatización se complementa junto al criterio de los especialistas en operación diaria.

A modo de resumen, la digitalización y adherencia de la IA ayuda a mejorar la eficiencia operacional, además fortalece la resiliencia y continuidad operacional frente a contingencias. Su integración de forma progresiva durante los procesos aeronáuticos refuerza la importancia de contar con planes estructurados, criterios de activación claros y herramientas capaces de mostrar visibilidad en tiempo real de la operación. De esta manera, la adherencia a una transformación digital se posiciona como un pilar emergente dentro del Estado del Arte e importante para entender cómo las aerolíneas modernas enfrentan, controlan y se recuperan de eventos disruptivos.

2.2.8 Comunicación efectiva y coordinación entre áreas en contingencias operacionales

En una contingencia masiva, si bien la comunicación efectiva afecta la percepción del pasajero, también afecta directamente la operación, ya que define qué tan rápido el CCO puede alinear el conjunto de elementos para concretar una decisión. En el contexto de IROPS: “Una respuesta coordinada se nutre si existen hechos establecidos, a quiénes les corresponde conocer esta información, conformar un equipo y decidir los canales de comunicación, ya que una ausencia de esa secuencia aumenta la incertidumbre y frena la recuperación operacional” (Amadeus, 2016).

En el lado sistemático, se plantea mejorar la comunicación entre puestos operacionales al interior del CCO y al exterior como aeropuertos y proveedores, esto ya que favorece a un entorno más colaborativo al momento de presentarse contingencias, lo que lleva a una ejecución coordinada durante la etapa de recuperación.

Debido a que esta coordinación ocurre bajo presión, la industria suele reforzar que la comunicación no se improvisa, sino que requiere práctica y entrenamiento. En el texto de Amadeus se menciona que el personal operativo necesita nuevos ejercicios, y que disminuir las sesiones de entrenamiento trae como consecuencia un desempeño poco confiable por errores que pudieron evitarse pero que finalmente afectaron la operación y los clientes. Lo último se entrelaza con los enfoques de formación en habilidades no técnicas, como el Crew Resource Management (CRM), el cual enfatiza en la comunicación, trabajo en equipo, liderazgo y toma de decisiones, los cuales se ven fortalecidos gracias a la práctica y feedback continuo.

2.3 Propuesta metodológica

En un principio, se presentará un marco conceptual y regulatorio asociado a la gestión de contingencias masivas en la industria aérea, luego se consideran las directrices de los organismos internacionales tales como OACI e IATA, junto a los conceptos mínimos para entender el comportamiento de los Centros de Control

Operacional y a su vez conocer sus responsabilidades frente a eventos críticos. Gracias a lo anterior, que está definido en el Estado del Arte, se logra contextualizar el problema y entender las bases que orientan la gestión de crisis y la continuidad operacional en la industria, considerando como contexto de análisis el Aeropuerto Arturo Merino Benítez (AMB) debido a que corresponde a un nodo relevante de la operación aérea chilena.

Luego, se describe la estructura de un CCO de una aerolínea comercial chilena del aeropuerto AMB, en conjunto a sus procesos generales y técnicas utilizadas para enfrentar contingencias en la operación del día a día. La revisión permitirá demostrar cómo se organizan los equipos, la dirección de la información y qué herramientas se emplean en la actualidad, siempre reconociendo las limitaciones que comprende un sistema sin un plan estructurado en la compañía, especialmente frente a contingencias que se originan o impactan a un aeropuerto nodo como AMB.

A continuación, se presentará una caracterización de los distintos tipos de eventos masivos que pueden afectar una operación aérea, enfocándose en aquellos con mayor relevancia para el contexto AMB. Su clasificación será según el origen de estas (meteorológico, técnico, social, regulatorio o de infraestructura). Se incluirán definiciones claves y una descripción de cómo estos eventos generan un cierto grado de impacto el cual puede escalar a una disrupción mayor en la red de vuelos.

Posteriormente, se presentará un estudio de el caso de cierre de pista en el aeropuerto Jorge Chávez (LIM/SPJC) acontecido en 2024 como referencia regional para contrastar aprendizajes y reforzar elementos transferibles a la realidad del CCO bajo un evento de alta criticidad., donde se reconstruirá una secuencia de eventos, decisiones adoptadas por los equipos operativos involucrados y principales puntos observados durante la fase de recuperación. El anterior análisis permitirá dejar en evidencia fortalezas y debilidades que se presentaron en la gestión de un evento altamente disruptivo.

De manera complementaria, se considerará el caso de estudio en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (LIM) por su comparabilidad funcional con el Aeropuerto



Arturo Merino Benítez (AMB/SCL) como nodo principal de conectividad del país, con operación mixta doméstica - internacional, comportamiento tipo hub con horas punta y alta sensibilidad a restricciones de capacidad. Bajo estas condiciones, un cierre de pista genera mecanismos de impacto operacional (colas, pérdida de slots, interrupción de rotaciones y conexiones) que son transferibles al análisis de respuesta del CCO de una aerolínea comercial chilena que opera en AMB.

Adicionalmente, se realizará un diagnóstico del estado actual del CCO, utilizando prácticas operacionales, su coordinación interna, medios y mecanismos de comunicación y criterios de priorización que se consideran en eventos disruptivos, poniendo énfasis en la respuesta y recuperación frente a contingencias con impacto en AMB.

Finalmente, se realizará una estimación de los impactos operacionales y económicos que se relacionan a contingencias masivas, para esta estimación se consideran variables como demoras, cancelaciones, uso de recursos críticos y afectación de conexiones. Esta estimación será abordada desde una mirada simplificada, apoyado en antecedentes operacionales y referencias de la industria, y todo con el fin de fundamentar la definición de lineamientos para un plan de contingencias masivas aplicado a CCO de una aerolínea comercial del aeropuerto AMB.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO

El siguiente capítulo presentará los detalles respecto a la metodología utilizada para completar este estudio, resultados y análisis del método.

3.1. Introducción del capítulo

El presente capítulo desarrolla la aplicación de la metodología que se ha definido en el capítulo anterior, con el fin de abordar el análisis del impacto operacional y económico relacionado a una contingencia masiva en la operación, considerando como contexto del estudio, el Aeropuerto Arturo Merino Benítez (AMB).

En primer lugar, se contextualiza el entorno operacional del aeropuerto AMB, luego se define el concepto de contingencia masiva, tomando una mirada desde la operación diaria e identificando distintos tipos de eventos y riesgos que impactan en la operación. Posteriormente, se caracteriza el rol del CCO de una aerolínea comercial que opera en el aeropuerto AMB, y a su vez describiendo sus funciones, procesos y pilares principales al momento de toparse con eventos disruptivos.

Además, se mencionan distintos casos reales de contingencias masivas en distinto grado y tipología que afectaron la operación de una aerolínea comercial. Algunos de estos casos se describen principalmente gracias a la percepción personal del autor, dado que son sucesos ocurridos en el aeropuerto AMB y Aeropuerto Jorge Chávez, los cuales dejaron evidenciado cómo se gestionan estos eventos sin un plan de contingencia estructurado.

A continuación, se identifican las variables operacionales críticas que se ven comprometidas ante una contingencia masiva, las cuales ayudan a estructurar un modelo de estimación de impacto operacional, constituido a partir de supuestos explícitos, literatura y de las prácticas en la industria aeronáutica.

Por último, se presenta una estimación del impacto económico relacionado a eventos operacionales disruptivos, esto con el objetivo de establecer un diagnóstico de la

situación actual respecto a la gestión de contingencias. Lo anterior servirá como base para la definición de los lineamientos fundamentales para la formulación de un plan estructurado de contingencias masivas en el contexto del CCO.

3.2 Contexto operacional del Aeropuerto Arturo Merino Benítez

El aeropuerto Arturo Merino Benítez (AMB), también llamado SCL en nomenclatura IATA y SCEL en nomenclatura OACI, corresponde al principal aeropuerto de Chile. En el día a día, este recinto funciona como la puerta aérea del país y como un punto de equilibrio para la continuidad en la operación. Cuando el Aeropuerto AMB se ve perjudicado, ya sea por meteorología, infraestructura, saturación o eventos externos, el impacto se propaga en cadena hacia las aerolíneas, pasajeros, tripulaciones y afecta los aeropuertos de todo el país.

En esta parte del estudio se presenta el contexto operacional de AMB desde una mirada completa, considerando su ubicación, capacidad, infraestructura aeronáutica y terminal, la dinámica de su demanda, conectividad por tierra, factores operacionales, y el por qué estas características lo convierten en un escenario importante para el análisis de contingencias masivas.

3.2.1 Identificación, ubicación y características generales

El Aeropuerto Arturo Merino Benítez se ubica en la comuna de Pudahuel, correspondiendo a la Región Metropolitana y oficialmente corresponde a un aeródromo de uso público administrado por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

En términos operacionales, existen dos datos que nos ayudan a dimensionar el entorno, por una lado la elevación del aeródromo corresponde a 474 m (1.555 ft) y por otro lado, la operación de este aeropuerto es continua, es decir, declara una operación H24.

El término H24 significa que el aeropuerto nunca se reinicia, la operación continua, si bien con ventanas menos demandantes, pero nunca existen pausas. Esto provoca que la gestión de recursos como slots, mantenimiento y coordinación sea

intensa, y que ante alguna contingencia estos efectos pasen de un turno a otro. Como antecedentes históricos, se menciona que el aeropuerto fue inaugurado el 9 de febrero de 1967, llamado primeramente como Pudahuel, sin embargo, luego en 1980 pasó a llamarse Arturo Merino Benítez gracias al Decreto Ley N° 3.245.

Finalmente, para entender el entorno del recinto, se debe diferenciar la autoridad aeronáutica y la gestión concesionada, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) informa que la segunda concesión aeropuerto AMB está asociada a la concesionaria Nuevo Pudahuel S.A., cuyo inicio fue el año 2015 mes de octubre. Esta diferenciación de roles aporta cierta relevancia ya que al momento de contingencias masivas existen varios actores como aerolíneas, aeroportuarios, autoridades y proveedores que deben coordinar simultáneamente de manera efectiva cada una con sus propias responsabilidades.

Finalizando en esta sección, cualquier evento que disminuya la performance de las pistas, gracias eventos de meteorología adversa, incidentes en la pista, inspecciones prolongadas, trabajos no planificados pueden desencadenar a que el aeropuerto deba operar bajo una capacidad degradada, donde se acumula demanda en forma de demoras y se altera el itinerario. En ese sentido, cómo AMB opera H24, una disrupción no solo afecta el volumen de vuelos cercanos, sino que puede desencadenarse en diversas jornadas horarias y amplificar el impacto de aeronaves, tripulaciones y conexiones.

3.2.2 Infraestructura: pistas y continuidad operacional

Si hablamos sobre su capacidad aeroportuaria, la principal infraestructura en AMB corresponde a su sistema de pistas paralelas. La información oficial proporcionada gracias a la ficha técnica de la DGAC nos reporta las siguientes dimensiones:

- Pista 17R-35L de 3800 x 45 metros
- Pista 17L-35R de 3750 x 55 metros

¿Por qué esto es relevante para un análisis de contingencias masivas?

La relevancia de estas pistas para el estudio de contingencias masivas se entiende ya que estas concentran una parte esencial de la capacidad del lado aire (Airside) lo que provoca efectos en la tasa de aterrizajes y despegues que un aeropuerto está acostumbrado a procesar en un periodo de tiempo. Como referencia de la industria, ACI EUROPE define la capacidad de pista de la siguiente forma: “An airport’s runway capacity is defined as the number of departures and landings that can be handled in a given period of time” (“La capacidad de la pista de un aeropuerto se define como el número de salidas y aterrizajes que se pueden gestionar en un período de tiempo determinado”).)

A modo complementario, EUROCONTROL describe la capacidad airside como la habilidad del sistema pista, rodajes, plataforma para absorber la demanda operacional con una cantidad o nivel de demora aceptable, lo cual ayuda a entender por qué una restricción de pista siempre tiende a elevar la tasa de delay y en casos críticos lleva a forzar decisiones más complejas, en algunos casos puede llegar a cancelar un vuelo para detener el arrastre de la operación y así recuperar la regularidad).

3.2.3 Infraestructura terminal, plataforma y puertas de embarque

La continuidad operacional de AMB no depende únicamente del sistema de pistas, sino también de la capacidad terminal relativa al procesamiento de pasajeros y de la capacidad airside en plataforma (posiciones de estacionamiento/puertas y su interacción con rodajes). En el marco de la segunda concesión, el proyecto del aeropuerto considera explícitamente una separación funcional de terminales: un nuevo terminal de pasajeros destinado a vuelos internacionales, compuesto por un procesador central y cuatro espigones, y la remodelación y ampliación del terminal existente para uso doméstico o nacional, incluyendo un espigón adicional hacia el poniente.

Para las contingencias masivas, esta forma de configuración es importante debido a que condiciona la forma en que el aeropuerto absorbe la demanda y a su vez cómo se controla la propagación de la contingencia. En un evento crítico, esta menor

capacidad de pista afecta directamente a la capacidad del terminal si no cuenta con la robustez necesaria para estacionar aeronaves, realizar desembarque de pax o aguantar rotaciones sin degradar el servicio.

En términos respecto a disponibilidad de puertas, gracias a la modernización del aeropuerto ha aumentado la infraestructura de embarque. La dirección general del MOP, señala que las obras “permitieron también aumentar la capacidad operativa, pasando de 34 a 80 puertas de embarque”. Esta información es relevante para el análisis, puesto que en contingencias masivas la capacidad de puertas actúa como limitante para gestionar demoras en tierra y cambios de matrícula de aeronave.

Complementando, la infraestructura del terminal internacional continúa incorporando nuevas áreas de embarque y desembarque. Por ejemplo, en abril de 2024 el MOP informó la habilitación del edificio T2-F, indicando que suma “10 puertas de embarque” y se integra a un plan de obras que también contempla intervenciones en plataforma y calles de rodaje.

Además, en la misma comunicación se proyecta la apertura del edificio T1-A, el cual “sumará ocho nuevas puertas de embarque” para enfrentar incrementos de demanda en temporadas altas.

Además, ACI EUROPE dictamina que en el terminal la capacidad depende de puntos de contacto (touchpoints), tales como, control de seguridad, control migratorio, puertas de embarque, mangas y sistemas de equipaje, si uno de estos puntos se ve comprometido o sufre alguna limitación esto puede impactar la capacidad del aeropuerto. Para casos de contingencias masivas, donde la irregularidad altera los flujos previstos donde se concentran pasajeros en salas, se tensiona el sistema de equipaje debido a cambios o cancelaciones y se generan alta demanda en zona de counters y puertas, las cuales afectan la capacidad del terminal. Bajo este contexto, el análisis de AMB para contingencias masivas debe considerar que el aeropuerto es un sistema acoplado: la pista define el máximo teórico de movimientos, pero la continuidad

operacional en la práctica puede quedar limitada por disponibilidad de puertas y posiciones, eficiencia de turnaround (tiempos de rotación y coordinación en tierra), y capacidad de procesamiento terminal en puntos críticos.

Desde una perspectiva institucional, el constante reforzamiento de la infraestructura demuestra acciones acordes a la resiliencia operacional ya que las autoridades destacan respecto al aumento de nuevos espacios operacionales del aeropuerto que tiene la principal puerta de entrada y salida del país. En el marco de este estudio, estas mejoras que ha sufrido AMB denotan que este aeropuerto funciona como un nodo importante, donde la disponibilidad de puertas y posiciones en conjunto con el desempeño de flujos terminales impactan de manera directa en qué escala de magnitud la contingencia se contiene o se amplifica.

3.2.4 Dinámica de demanda, conectividad y rol de AMB en la red

A parte de su infraestructura física, el nivel de criticidad de AMB para este estudio sobre contingencias masivas se explica por su dinámica de demanda y además, por el papel que cumple al ser el principal aeropuerto que concentra mayor tráfico en el país. En la operación, AMB no es un aeropuerto más, como se comentaba en el punto anterior, AMB es el nodo o eje central donde convergen la mayoría de vuelos nacionales e internacionales. Es por esto que cuando AMB opera con restricciones, el impacto se propaga hacia la red de aeropuertos completa.

- **Escala de operación:** El volumen de pasajeros que ingresa por AMB trae como consecuencia que si existen pequeñas variaciones en la capacidad de este aeropuerto, ya sea en congestión en los touchpoints o limitantes en la tasa de despegues y aterrizajes, estas impliquen una acumulación de demanda. A modo referencial, el MOP informó que durante el año 2025 el aeropuerto AMB superó el récord de 25 millones de pax transportados, compuestos en dos categorías, donde para vuelos nacionales logró un total de 13,6 millones y 11,3 millones en rutas internacionales. (MOP, 11 diciembre 2024). A lo anterior se suma que los picos estacionales tienden a una demanda mucho más concentrada. En periodos

de alto flujo, como vacaciones, festividades o temporada alta, no solo incrementa el número de pasajeros, además aumenta la presión a los procesos del terminal y rotaciones en plataforma.

- **AMB como punto de conexión:** Otro elemento fundamental es la conexión, en la operación AMB actúa como un punto de se unen o encadenan vuelos (llegadas desde regiones conectan con salidas nacionales o internacionales y viceversa. Esto se traduce en un efecto en cadena común en la planificación de aeronaves, cuando un conjunto de arribos sufre retraso, el conjunto de salidas siguiente se ve expuesto a demoras, conexiones perdidas y reacomodaciones importantes. Desde la mirada operacional, esto último tiene alta criticidad ya que las decisiones del CCO durante contingencias no suelen ser sólo locales, un claro ejemplo es cuando los arribos demorados obligan a esperar conexiones, afectando el itinerario de las salidas, para evitar el efecto bola de nieve CCO puede realizar cancelaciones tácticas, rotaciones de tripulaciones o matrículas cortando el reaccionario y manteniendo la red operativa. A modo de resumen, AMB y su conectividad transforman al aeropuerto en un potenciador en la cantidad de impactos, el problema no es solo la cantidad de vuelos afectados, sino cómo estos se enlazan con el resto de las salidas.
- **Estacionalidad, flujos diarios y comportamiento de la demanda:** Otro elemento clave es entender que la demanda no es constante, esta se concentra en horas punta y en fechas específicas. El MOP, cuando habla de fiestas de fin de año, reportó días proyectados de alta demanda con una cantidad de 78 a 81 mil pasajeros.
- **Implicancias directas para contingencias masivas:** Con lo expuesto anteriormente, AMB se entiende como un caso relevante de estudio para contingencias masivas porque combina, alta frecuencia de pasajeros y operaciones, alta interdependencia por conexiones y por una alta variabilidad en la demanda. Considerando esto, para una contingencia que reduzca la capacidad del aeropuerto o aumente los tiempos, generará: acumulación de demoras, aumento en la pérdida de conexiones, congestión de recursos críticos y como

consecuencia una fase de recuperación más compleja.

3.2.5 Factores operacionales recurrentes en AMB

En AMB, los eventos gatillantes de disrupciones importantes no sólo emergen de las fallas internas de una aerolínea, sino también de los factores propios del entorno aeroportuario y del sistema ATS (servicio de tránsito aéreo). Para efectos de este trabajo, se consideran como factores recurrentes aquellos que pueden reducir la capacidad efectiva del aeropuerto o aumentar una variabilidad operacional, los cuales aumentan las probabilidades de que una pequeña disrupción escale hacia una contingencia masiva.

- Meteorología y visibilidad: Durante la operación del día a día, la meteorología impacta a través de dos caminos, primero encontramos el factor de visibilidad y cambios en los vientos. Cuando la visibilidad se encuentra en ciertos niveles, la operación entra en un modo conservador y coordinado, esto desencadena operaciones más lentas, mayor separación de aeronaves, un flujo mayor de comunicaciones. En Chile la DGAC a través de la DAP 11 105 “Operación en condiciones de visibilidad reducida en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez “ se formaliza la aplicación de procedimientos de visibilidad reducida (LVP) para AMB bajo puntos concretos. Por ejemplo, se dictamina que los LVP serán aplicados cuando el alcance visual de la pista (RVR) en la zona de contacto se encuentre por debajo del nivel definido y se mantendrán hasta que la condición se estabilice. (DGAC)
- Viento y configuración de pistas: AMB cuenta con dos pistas paralelas, sin embargo la configuración que utilicen dependen exclusivamente respecto a la dirección del viento que predomine. Además, se observa que las pistas operan con una configuración 17 manteniendo esta selección a menos que los componentes de viento de cola alcancen cierto margen. Esto significa que la capacidad respecto a la infraestructura no corresponde exclusivamente a la máxima capacidad operacional, ya que, un solo cambio de pista producido por vientos puede forzar a varios ajustes afectando la cantidad de salidas y llegadas.

- Restricciones de ATS: Otro factor recurrente pero menos visible para el pasajero, son las restricciones de capacidad ATM/ATS, en situaciones de meteorología crítica, poca visibilidad, congestión o limitaciones temporales, permiten que la autoridad de ATC pueda aplicar medidas en la gestión del flujo como por ejemplo: espaciar secuencias, regular salidas, priorizar ciertos vuelos, sin embargo esto trae como consecuencia en poner a la operación a un modo de contención la cual puede colapsar la capacidad del aeropuerto.
- Riesgos operacionales de peligro aviar: Además de la meteorología y el ATC, existe el evento conocido como peligro aviar, el cual puede hasta suspender las operaciones por seguridad. Durante Abril de 2025, ocurrió una suspensión temporal de operaciones en AMB debido a una condición severa de peligro aviar, el cual generó impactos inmediatos en la continuidad del itinerario. (Emol, 2025)

3.2.6 Actores y coordinación en AMB

La gestión de la continuidad operacional en AMB se relaciona en un ecosistema con distintos protagonistas, donde se relacionan responsabilidades del ámbito aeronáutico, aeroportuarias, de seguridad y de control fronterizo, además de las funciones propias de las aerolíneas. En una operación normal, esta interacción sigue un flujo continuo y estable, sin embargo, ante un evento disruptivo la coordinación entre los actores se torna un factor determinante para evitar la propagación del impacto y ayudar en la recuperación.

Primeramente, la DGAC cumple un rol central como autoridad aeronáutica del Estado de Chile y, para el caso de AMB, se identifica como entidad administradora del aeródromo. Desde el anterior punto, la DGAC participa en la continuidad de la operación mediante su gestión asociada al aeropuerto, provee servicios de tránsito aéreo y la difusión de información operacional relevante como NOTAM y condiciones MET/TAF.

En segundo lugar, la infraestructura terminal y parte de la operación que se relaciona con servicios aeroportuarios concesionados, es un punto importante. El MOP describe la “Segunda Concesión AMB” como un proyecto que considera la construcción

y mejora de la infraestructura, asociada a la operación del principal aeropuerto del país. Bajo este contexto, el “Reglamento de Servicio de la Obra” (RSO) muestra el enfoque operativo de los servicios en fase de explotación, señalando como objetivo en “presentar el Manual de operación para la prestación y explotación de todos los servicios aeronáuticos y no aeronáuticos”, el cual incluye mecanismos de asignación de recursos de aeropuerto.

Lo anterior es importante y relevante para contingencias masivas, ya que la recuperación depende no sólo de decisiones que vengan del CCO, sino también de la disponibilidad y asignación de recursos del aeropuerto.

Además, para el procesamiento de pasajeros en operaciones del ámbito internacional involucra a organismos de fiscalización y control los cuales pueden convertirse en restricciones operacionales indirectas ante eventos críticos. La Policía de Investigaciones (PDI) cumple funciones de control migratorio, por otro lado, el Servicio Nacional de Aduanas mantiene funciones de control en el interior del aeropuerto, como también el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) establece procedimientos de declaración e inspección mediante canes, rayos X e inspección manual. En contingencias masivas, la coordinación con estas entidades gubernamentales se vuelve importante ya que ayuda a reducir una eventual congestión terminal, mantener flujos de arribo y así evitar que una acumulación de pasajeros sea otro problema adicional.

Para terminar este apartado, tenemos que mencionar a los encargados operacionales que ejecutan en terreno (Ground Handling), empresas de asistencia en rampa, abastecimientos de combustible, catering y servicio de limpieza, mantenimiento, y unidades internas asociadas a la seguridad.

3.3 Definición y caracterización de una contingencia masiva en la operación aérea

En la operación aérea es común que se presenten desviaciones respecto a lo planificado, ya sea por motivos externos como meteorología, restricciones de control de tránsito aéreo, infraestructura o internas como mantenimiento no programado, disponibilidad de tripulación, procesos en tierra. En la industria, estos eventos se

agrupan bajo el concepto de operaciones irregulares (IROPs, Irregular Operations), las cuales son interrupciones que provocan una afectación al itinerario del pasajero y a los vuelos. IATA define IROPs como aquellas identificadas por la aerolínea cuando una interrupción próxima al día del viaje provoca que el cliente no pueda ingresar a sus vuelos, adicional a posibles demoras, cancelaciones y desvíos.

De lo anterior, una contingencia masiva corresponde a una escala elevada de severidad y complejidad en la operación. Esta oportunidad no se trata de un solo vuelo en problemas, sino que se presenta un escenario en que la interrupción se amplifica y pone en riesgo múltiples vuelos y sus elementos como aeropuerto, flota, tripulaciones, atención a pasajeros y coordinación interinstitucional, lo supera la capacidad de respuesta cotidiana.

3.3.1 Definición operacional de contingencia masiva

Para efectos del estudio, se define contingencia masiva como:

“Evento disruptivo que afecta simultáneamente una cantidad significativa de vuelos y recursos durante una ventana acotada de tiempo, reduciendo la capacidad efectiva de los sistemas y a su vez, obligando a los encargados en la aplicación de medidas extraordinarias de coordinación y priorización para continuar con la operación.”

3.3.2 Criterios de masividad y dimensiones de impacto

Con el fin de caracterizar una contingencia masiva de la forma adecuada, consistente y comparable entre eventos, se proponen cinco parámetros de análisis.

- Alcance: cantidad de vuelos con demora importante, cancelación, alterno o reprogramado durante el evento.
- Concentración temporal: afectación que se acumula en una ventana de tiempo, la cual aumenta el riesgo de saturación de puertas, posiciones y servicios de atención, posiciones y servicios de atención.
- Duración y arrastre: tiempo necesario para volver a una operación estable,

considerando que la contingencia lleva un arrastre derivado de rotaciones de aeronaves, tripulaciones y conexiones.

- Restricción recursos críticos: degradación de capacidad en componentes claves, como pista, rodajes, plataformas, controles terminales, mantenimiento no programado o disponibilidad de tripulación.
- Medidas extraordinarias: decisiones que surgen por necesidad, las cuales exceden el manejo normal, estas medidas pueden ser, cancelaciones tácticas, cambios de aeronave, reacomodación a gran escala de pasajero y tripulaciones, cambios de prioridades y coordinación con elementos del aeropuerto.

Es importante precisar que, para efectos de este estudio, el origen del evento no determina por sí mismo la severidad de la contingencia. Un mismo factor gatillante, como condiciones meteorológicas, restricciones de infraestructura o limitaciones del sistema de tránsito aéreo, puede derivar en disrupciones de distinto nivel, dependiendo del contexto operacional, la simultaneidad de afectación, la capacidad efectiva del sistema y la eficacia de las medidas de respuesta disponibles.

En este sentido, la clasificación de los eventos según su origen se utiliza únicamente con fines descriptivos y analíticos, mientras que la determinación del nivel de severidad responde a criterios de impacto operacional y a la magnitud de las acciones requeridas para restablecer la continuidad de la operación.

3.3.3 Tipos de eventos disruptivos según su origen

Para ordenar los escenarios y facilitar el diseño de respuestas, se consideran los siguientes tipos por origen:

- Meteorológicas: vientos, baja visibilidad, tormentas u otras condiciones que disminuyen tasas de operación y aumentan las separaciones.
- Infraestructura aeroportuaria: cierre o limitación de pista, incidentes en plataforma, indisponibilidad de posiciones, fallas de equipamiento crítico.



- ATM/ATS y gestión de flujo: restricciones de capacidad impuestas por regulación de salidas y llegadas, congestión del sistema de control de tránsito aéreo.
- Técnicas - operacionales internas: incremento abrupto de aeronaves AOG, fallas recurrentes de flota, interrupciones en mantenimiento, nula disponibilidad de tripulación.
- Sociales y de seguridad: eventos que alteran acceso, seguridad aeroportuaria, disponibilidad de personal o condiciones de operación.
- Facilitación y control: congestión o restricciones asociadas a procesos de control migratorio, aduanero y sanitario que terminan afectando el desempeño terminal.

3.3.4 Mecanismo de escalamiento y propagación

Un elemento distintivo de una contingencia masiva es su capacidad de propagación, afectando no solo donde fue el origen, sino también los destinos de los vuelos afectados. Para redes de vuelos con un alto factor de interdependencia, los atrasos tienden a acumularse y afectar a vuelos posteriores por efecto en cadena. En términos operativos, esto ayuda a entender por qué una contingencia en un aeropuerto nodo como AMB puede llegar a convertirse en un problema de red general, el sistema acumula atrasos, genera conexiones perdidas, ocurren reposicionamientos y sobrecarga de recursos.

3.3.5 Niveles de severidad y criterios de escalamiento

Para evitar que la respuesta ante eventos disruptivos dependa del criterio individual del equipo que se enfrente a la contingencia, este estudio propone un esquema de severidad de 4 niveles, donde el nivel 1 es a una afectación baja y el nivel 4 a una afectación severa. La idea de esta clasificación es homogeneizar el lenguaje operacional entre equipos y a su vez activar una respuesta proporcional al nivel adecuado, escalando coordinación, recursos y criterios de priorización en función del impacto esperado.

Esta clasificación no se define por el origen del evento, sino por la capacidad de impactar en la continuidad operacional, su probabilidad de propagación y el volumen de

medidas para recuperar la estabilidad.

- Disrupción leve (Nivel 1): corresponde a situaciones que generan ajustes a menor escala, normalmente son contingencias cotidianas derivadas de mantenimiento activación de tripulación o sus reaccionarios, las cuales se mantienen dentro de márgenes normales de gestión. Adicionalmente no se observa saturación de recursos, la prioridad se centra en monitoreo y contención temprana.
- Contingencia moderada (Nivel 2): asociada a escenarios donde la afectación deja de ser puntual, y compromete a varios elementos y recursos en una ventana horaria sensible. Aumenta el riesgo de arrastre por enlace de rotaciones y conexiones, y además, pueden aparecer restricciones localizadas como en puertas y posiciones, tiempos de rotación, disponibilidad de tripulación y congestión terminal. En este nivel resulta necesario operar con una coordinación reforzada, teniendo responsables definidos y criterios de priorización más específicos, todo con el fin de proteger la continuidad operacional.
- Contingencia grave (Nivel 3): en este nivel se presenta una complejidad elevada y obliga a decisiones con trade-offs claros (se debe sacrificar ciertos elementos para asegurar la continuidad operacional). Se identifican restricciones de capacidad (infraestructura crítica o recursos internos, aeropuerto/ATM/ATS), una simultaneidad elevada y un backlog (tareas pendientes) sostenido con alta probabilidad de propagación. Para este nivel la etapa de recuperación pasa a requerir medidas de control del sistema, considerando un reordenamiento de los recursos, estrategias de regularización, definiciones de prioridad de conexiones y según el caso medidas tácticas orientadas a reducir el arrastre.
- Contingencia masiva (Nivel 4): último nivel de la escala, corresponde al escenario más severo, donde se produce un corte operacional o una menor capacidad, con afectación transversal y alta probabilidad de propagación en la red de vuelos. Su simultaneidad es elevada, existe una incertidumbre respecto a la duración final y altera la operación diaria completamente. Para este nivel, la gestión requiere una estructura de coordinación alta, una trazabilidad y control

formal respecto a la toma de decisiones y un enfoque por fases (activación - ejecución - recuperación), debido a que el evento puede atravesar distintas ventanas operativas hasta que vuelva a estabilizarse.

En resumen, la severidad va en aumento cuando el evento compromete la capacidad efectiva del sistema, genera una acumulación sostenida de la demanda operacional y exige medidas extraordinarias para recuperar la estabilidad.

3.3.6 Variables criterios para el escalamiento

Con la idea de mejorar el criterio de escalamiento, se plantea que cada evento se evalúa mediante tres componentes complementarios:

- Anticipación: margen de tiempo entre la detección y el impacto principal. Con mayor anticipación aumenta la capacidad de respuesta, preparar recursos y aplicar medidas preventivas, por otro lado, con baja anticipación, el sistema tiende a reaccionar con mayor riesgo de backlog.
- Simultaneidad: cantidad de vuelos y recursos comprometidos en paralelo dentro de una ventana corta de tiempo, una alta simultaneidad incrementa el riesgo de saturación de la infraestructura, operación y acelera el arrastre.
- Factor de riesgo: variables sobre el contexto, los cuales elevan o atenúan el impacto, algunos de estos pueden ser la franja horaria (punta o valle), la cantidad de aeropuertos afectados, holguras disponibles de tripulación, problemas de coordinación externa y restricciones de infraestructura.

De manera integrada, estas variables permiten orientar el criterio operacional: cuando la anticipación es baja, la simultaneidad es alta y el factor de riesgo es elevado, aumenta la probabilidad de escalar hacia niveles 3 o 4; por el contrario, con anticipación suficiente y simultaneidad limitada, es posible sostener la gestión en niveles 1 o 2 con medidas preventivas y coordinación reforzada. La relación entre anticipación y simultaneidad se representa en la matriz definida:



Figura 2. Matriz de criticidad basada en simultaneidad y anticipación (SIM-ANT) para la clasificación de contingencias en el CCO.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Rol del CCO frente a contingencias masivas

El Centro de Control Operacional constituye a la unidad que planifica, monitorea y coordina la operación aérea diaria en tiempo real, integrando información operacional de distintas áreas con el fin de sostener la seguridad, legalidad y continuidad del itinerario. En términos generales, se le reconoce como el “centro neurálgico” desde donde se gestionan las decisiones del día de operación, en especial, cuando se presentan desviaciones importantes respecto a lo planificado.(Skybrary)

Para el caso de una aerolínea comercial latinoamericana, la estructura del CCO corresponde a un espacio especializado y concentra la supervisión de la red de vuelos,

gestión de tripulaciones, coordinación con aeropuertos y también como enlace con áreas estratégicas como mantenimiento, servicio al cliente y planificación. Si bien una de sus funciones es reaccionar ante eventos imprevistos, no solo se limita a eso, sino también a anticipar escenarios de alto riesgo y así tomar decisiones preventivas con el fin de minimizar interrupciones.

Es así como el CCO se transforma en el cerebro de la coordinación frente a eventos que alteren la operación diaria normal, como condiciones meteorológicas adversas, cierres de infraestructura, fallas técnicas o restricciones de control de tránsito aéreo.

Cuando una interrupción escala hacia escenarios de mayor severidad (según los niveles definidos en 3.3), el CCO tiende a transitar desde un enfoque principalmente táctico (resolver vuelo a vuelo) hacia un enfoque de recuperación por escenario, donde se requieren: criterios de priorización más explícitos, coordinación reforzada con actores internos y externos, y trazabilidad de decisiones para sostener la ejecución y la fase de recuperación. La efectividad del CCO en este proceso se refleja directamente en la magnitud final del impacto operacional (demoras, cancelaciones, conexiones perdidas) y en los costos asociados a la recuperación.

3.4.1 Estructura general y equipos de trabajo

El CCO de una aerolínea comercial latinoamericana presenta distintos equipos o áreas especializadas de trabajo en su organización, los que colaboran de forma coordinada frente a la operación diaria y ante contingencias.

A modo general se pueden identificar las siguientes funciones claves:

- Control de vuelos (CCV/Despacho): realizan seguimiento constante y permanente de la red, control en la ejecución del itinerario, supervisan e identifican de manera temprano los desvíos, retrasos y riesgos en la operación.
- Gestión de tripulaciones (Crew tracking): asignación a vuelos o turnos, estricto

cumplimiento a la normativa y convenios sindicales, máximo tiempos de servicio y de vuelo, reprogramaciones con el fin de cumplir con los descansos mínimos establecidos, como también cambios operacionales durante el día.

- Coordinación aeroportuaria y en tierra: permiten el enlace con aeropuertos, rampa y autoridades locales, asegurando que las directrices del CCO sean aplicables al contexto real.
- Soporte técnico y mantenimiento: coordinación con áreas encargadas de mantenimiento programado y no programado, gestión de aeronaves en tierra (AOG) y evaluación de alternativas que entregue la flota.
- Apoyo comercial y atención al cliente: coordinación con áreas comerciales y especialistas en servicio al pasajero en contingencia, cuyas acciones son reacomodación de pasajeros, definir prioridades y comunicación eficiente en escenarios disruptivos.

Estos últimos parámetros no son exactos y pueden variar en la configuración, puesto que dependerá de la envergadura y complejidad de la aerolínea, pero en términos generales CCO opera como un entorno de trabajo colaborativo donde distintas áreas convergen con información necesaria para la operación en tiempo real.

3.4.2 Situación actual, gestión operacional del CCO frente a disruptciones

En la práctica, el CCO gestiona eventos gracias al monitoreo continuo, coordinación interna y toma de decisiones en tiempo real. En casos de baja afectación, el turno se desarrolla principalmente en trabajo táctico y de control, resolviendo afectaciones puntuales, cambios de tripulación en caso de ser necesario, cambios de aeronaves por motivos de mantenimiento, todo con la finalidad de contener el impacto y así evitar un arrastre a otros recursos posteriores.

La dinámica de coordinación se apoya en la interacción de equipos especializados (control de vuelos, tripulaciones, mantenimiento y operación en tierra), los cuales comparten información para mantener el mismo conocimiento del estado de la operación. La efectividad de este sistema depende de variables que cambian minuto a

minuto: capacidad efectiva del aeropuerto, disponibilidad de puertas/posiciones, restricciones ATS/flujo, condición técnica de flota, y legalidades de tripulación. En consecuencia, aun ante disrupciones de naturaleza similar, el resultado puede variar de acuerdo con la carga del sistema y el nivel de holguras disponibles.

3.4.3 Situación actual frente a contingencias masivas

Cuando la contingencia aumenta en simultaneidad y la capacidad real de sistema se afecta, el CCO toma un cambio de naturaleza ante el problema, ya no se ve un caso a caso debido a que no sería lo eficiente, ahora toma una posición orientada a recuperar la estabilidad de la operación y de los sistemas involucrados.

En la situación actual esta transición suele ocurrir progresivamente, ya que se incrementa la frecuencia de coordinación, se establecen prioridades específicas y se intensifica la comunicación con agentes internos y externos. Para el caso de contingencias de alto impacto la operación tensiona elementos estructurales como la disponibilidad de la flota, cobertura de tripulaciones contemplando legalidades y convenios, capacidad de atención en tierra y mantener consistencia en la comunicación hacia los pasajeros. Bajo esto último, el CCO debe tomar decisiones que si o si impactarán a otras como sacrificio pero que impacten menos a la operación.

3.4.4 Evidencia desde la experiencia y caso observado (LIM)

El 2 de junio de 2024, se produjo una interrupción del sistema de luces de la pista en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (LIM), situación que derivó en la suspensión temporal en las operaciones de despegues y aterrizajes. Diversos reportes atribuyen el origen del evento a un cortocircuito subterráneo, trayendo como consecuencia un cierre operacional prolongado mientras se identificaba y reparaba la falla.

Cronológicamente, fuentes de prensa citan que equipos técnicos acudieron al lugar de los hechos alrededor de las 18:00 hrs, y que la falla fue localizada en torno a las 4:35 hrs del 03 de junio, donde se realizaron pruebas volviendo a la normalidad la pista.

Durante la afectación, el aeropuerto informó la suspensión y se observó un desvío de vuelos hacia aeropuertos alternos y, en algunos casos, desvíos hacia el norte de Chile.

Desde la perspectiva de la operación de una aerolínea, un evento de estas características, tiende a propagar el desplazamiento de aeronaves fuera de posición, saturación de la infraestructura en alternos y una pérdida significativa en la continuidad de rotaciones. La consecuencia inmediata observada fue un aumento de vuelos desviados, seguido por la necesidad de cancelaciones en la base afectada, debido a que parte de la flota que debía continuar la operación no se encontraba disponible en Lima para ejecutar la programación posterior tanto para vuelos domésticos e internacionales.

Además el evento incrementó la complejidad de la recuperación por la capacidad limitada de los todos los aeropuertos involucrados y por restricciones de recursos importantes, como consecuencia de las demoras acumuladas, cambios en la programación y riesgos de incumplimiento en legalidades o descansos.

Como resultado, a pesar de que la pista volvió a la operación durante la madrugada del 03 de junio, la estabilización completa de la red o en otras palabras la ventana de recuperación fue en total de 72 horas (información considerada gracias a registros internos).

Por el lado de la gestión interna del CCO, se observó que CCO inició comunicaciones internas con el fin de anunciar la situación y coordinar acciones. Sin embargo, una de las primeras acciones fue contener y estructurar la información de forma manual a través de una planilla compartida Excel en blanco, considerando los vuelos alternados.

Además se evidenció una dependencia marcada en el tiempo estimado de restitución de la pista del aeropuerto, lo cual conlleva a una incertidumbre operacional respecto al posible arrastre y la magnitud del impacto final. Provocando una transición lenta de la forma en que el CCO resolvía la contingencia.

De forma paralela, se observó que la coordinación con equipos externos fue altamente friccionada, la alta demanda y cambios en simultáneo provocó una importante saturación de de las capacidades operativas. Mientras que en la interna, se identificaron



fricciones típicas en contingencias masivas sin estructura formal, duplicidad de tareas, esfuerzos en paralelo para el mismo requerimiento y pérdida en la eficiencia.

Una vez restablecida la operación, la gestión pudo llevarse de mejor manera hacia la recuperación, debido a que ya se podía planificar mejor sin incertidumbre. En esa fase se vieron medidas típicas como cancelaciones selectivas y reordenamiento operacional, aunque el arrastre fue tan significativo, que se generó una recuperación extendida más de lo que debería.

3.4.5 Brechas del modelo actual del CCO frente contingencias masivas

Luego de la caracterización del rol del CCO y de su dinámica durante la operación ya descrita en secciones anteriores, permite establecer que el modelo actual de gestión es funcional para una gran proporción de las interrupciones diarias. No obstante, al momento que la operación se afecta y crece en simultaneidad y como consecuencia se degrada la capacidad del sistema (aeropuerto, operación terrestre, recursos de aerolínea), a su vez emergen brechas estructurales que dificultan sostener una resiliencia ordenada. Estas brechas no significa que no exista gestión, sino que deben considerarse como limitaciones esperables en momentos que las contingencias superan los márgenes operativos cotidianos y pone a coordinar varios factores en paralelo, alto flujo de información y de presión en la toma de decisiones.

En el marco de esta memoria, tendremos ocho brechas, las cuales explican por qué una contingencia puede escalar velozmente y por qué la recuperación se vuelve prolongada cuando no existen lineamientos y criterios consistentes para este tipo de escenarios masivos.

- Brecha de escalamiento y gobernanza de la operación: en contingencias masivas, el primer desafío cuando y como el CCO pasa de un metodología de gestión táctica a una por escenario. Debido a que no existe proceso estandarizado, el escalamiento puede depender del criterio del turno o de la percepción de la severidad, lo cual genera variabilidad en la forma en que se coordina y con qué rapidez se ejecuta. Un claro ejemplo de esta brecha se manifiesta cuando ocurre



duplicidad para la misma tarea en la que no debería, cambios en la priorización sin un alineamiento transversal con los equipos.

- Brecha de conciencia y consolidación de información: a medida que aumenta la simultaneidad, crece de manera exponencial la cantidad de información importante, algunos casos son: estado de vuelos, restricciones de aeropuertos, disponibilidad real de puertas y posiciones, rotaciones afectadas, cobertura de tripulaciones, condición de la flota y estado actual de los pasajeros. Una brecha siempre presente es la dificultad de construir y mantener una imagen en común con el resto de los equipos involucrados que permita tomar decisiones alineadas. Si la información no es la misma para todos, está dispersa o no está consolidada, desencadena un aumento en el riesgo de tomar decisiones inconsistentes.
- Brecha de priorización y reglas de decisión: en la operación habitual gran parte de la priorización se resuelve de una manera normal. En contingencias masivas, el sistema opera bajo capacidad reducida, es por esto que el CCO debe elegir que proteger y que sacrificar. Sin criterios o lineamientos explícitos, estas decisiones pueden impactar a una mayor ventana de la que debería, aumentando el arrastre e incrementando aún más el tiempo de recuperación. Esta brecha tiende a aumentar cuando la decisión va enfocada en priorizar la estabilidad del sistema por sobre la puntualidad de los vuelos.
- Brecha en la gestión de recursos críticos: las contingencias masivas tienden a tensionar recursos que usualmente tienen holgura limitada. En flota de aeronaves, existen riesgos en quebrar rotaciones, cuadrar tareas de mantenimiento, y en algunos casos, aeronaves limitadas a destinos por cierta restricción de seguridad. Por el lado de tripulaciones, el aumento de demoras puede desencadenar ilegalidades y restricciones de descanso. Para la operación terrestre, una congestión en puertas, tiempos de rotación extensos y una eventual saturación de servicios se transforman en limitantes que reducen la efectividad en las decisiones del CCO, a pesar de que estas sean correctas a nivel de planificación. Si no existe un mecanismo estructurado para gestionar recursos críticos, la recuperación dependerá de medidas contingentes y de alto costo para



la operación.

- Brecha de coordinación con actores externos y ejecución terrestre: las contingencias masivas aunque sean orquestadas por el CCO el mérito de que sean resueltas no depende solo de ellos, la ejecución depende de aeropuertos, control de tránsito aéreo, proveedores de rampa y servicios asociados. Una brecha habitual es la falta de coordinación con estos actores, lo cual puede afectar considerablemente, emergen retrasos y pérdida de tiempo operacional importante.
- Brecha de consistencia comunicacional y gestión del pasajero en contingencia: en escenarios masivos, la experiencia del pasajero respecto a la cancelación o atraso queda en segundo plano y pasa tomar más importancia la coherencia de la comunicación, rapidez en la reacomodación. Si la coordinación entre operación y atención al pasajero no se estructura, es común que genere saturación en puntos de contacto como puertas, canales remotos y mostradores, donde la falta de información consistente aumente la percepción de cierto desorden, afectando considerablemente la reputación y aumentando los costos indirectos.
- Brecha de trazabilidad y continuidad entre turnos: una contingencia masiva suele extenderse a más de un turno, bajo esa lógica, una brecha importante es la continuidad entre equipos, supuestos que se olvidan, decisiones que no quedan registradas, pendientes que se duplican, o acciones sin claridad. La ausencia de una estructura básica de trazabilidad, con inputs como registro de decisiones, responsables, próximos pasos, entre otros, aumenta la probabilidad de pérdidas en la eficiencia, errores de coordinación, trayendo un retraso en el retorno de una operación normal.
- Brecha de aprendizaje y mejora continua post-contingencia: los eventos disruptivos generan información de alto valor para prevenir casos recurrentes y fortalecer la continuidad operacional. Sin mecanismos fuertes, análisis posterior, y captura de lecciones, la organización tiende a repetir el patrón, se logran mejoras a corto plazo, pero no se lleva a cabo una formalización de las mejoras en los procedimientos, criterios de escalamiento o herramientas de soporte. Este

punto es importante para este estudio, ya que el diseño de lineamientos debe considerar la capacidad de la organización para aprender y reforzar su preparación para futuros eventos.

En conjunto, estas ocho brechas muestran el por qué una operación puede mantenerse adecuadamente en disrupciones habituales, pero volverse vulnerable cuando escala una afectación simultánea reduciendo la capacidad del sistema. Es por esto que el diagnóstico de la situación actual sirve como base para la definición de lineamientos para un plan estructurado de contingencias masivas, orientado a la priorización, estándares en el escalamiento, coordinación y trazabilidad.

3.5 Procesos operacionales críticos afectados ante una contingencia masiva

Una contingencia masiva no afecta solo un proceso, sino que impacta de manera simultánea varios componentes operacionales. En condiciones normales, la operación aérea tiende a ser una cadena continua, planificación, ejecución, rotaciones, cobertura de tripulación, atención en tierra, manejo del pasajero y recuperación ante disrupciones. Al momento de presentarse una contingencia de alto impacto, la cadena mencionada anteriormente pierde sincronía y genera cuellos de botella los cuales tienden al aumento del arrastre. Bajo ese contexto, el CCO cumple la función de integrador, puesto que monitorea, coordina y gestiona el funcionamiento de la operación diaria, consolidando información desde distintos frentes para mantener la seguridad, eficiencia y continuidad del itinerario.

Para el presente estudio, se identifican los procesos críticos afectados en una contingencia masiva, desde la capacidad de los sistemas, hasta la recuperación del pasajero. Cabe destacar que estos procesos sean secuenciales, perfectamente pueden ocurrir al mismo tiempo, pero facilita comprender cómo se acumula el impacto y que puntos existen quiebres.

3.5.1 Gestión de capacidad del sistema

El primer proceso crítico corresponde a la gestión de la capacidad eficiente, en una contingencia masiva, la capacidad real del sistema puede disminuir por diversos factores, y esa disminución gatilla en acumulación de aeronaves en espera, puertas sin disponibilidad y backlog de pasajeros. A pesar de que el sistema pueda tener infraestructura disponible, la capacidad operacional depende de ciertos puntos que se transforman en limitantes, tales como, disponibilidad de posiciones, aumento en tiempo de rodaje, secuencias de salida, control fronterizo y de seguridad o entrega de equipaje.

En este sentido, el Airport Capacity Position Paper de Airports Council International Europe (ACI EUROPE) señala que las restricciones en un único punto del sistema aeroportuario pueden limitar la capacidad total del aeropuerto, incluso cuando otros subsistemas cuenten con holguras operacionales. Esta interdependencia entre procesos explica cómo, durante una contingencia, las interrupciones pueden propagarse rápidamente desde la pista hacia el terminal de pasajeros, o bien en sentido inverso, afectando la operación de manera sistémica (ACI EUROPE, 2023).

3.5.2 Ejecución del itinerario y control de la red - Estabilidad vs Arrastre

Como segundo proceso crítico corresponde al control de la red de vuelos. En contingencias leves, el CCO puede contrarrestar los eventos mediante ajustes puntuales. Sin embargo, para las contingencias masivas el problema ya es a nivel de sistema, una demora deja de ser un evento aislado y pasa a encadenarse debido a rotación de aeronaves y por continuidad de la operación. En esta situación, el foco operacional pasa de optimizar vuelo a vuelo hacia recuperar el control, evitando que el arrastre pase a las siguientes franjas horarias.

3.5.3 Operación en tierra y turnaround

El turnaround es el punto donde cooperan múltiples procesos, algunos como desembarque, equipaje, limpieza, abastecimiento de la aeronave, embarque, documentación y push back. En contingencias masivas, el turnaround se degrada por tres razones: congestión de plataforma, una saturación de servicios en tierra y variabilidad en

la llegada de pasajeros a sala por conexiones perdidas, cambios de puerta de gates, colas de seguridad o migración.

Cuando los turnaround se extienden del plazo normal, la recuperación se torna más lenta y costosa, esto debido a que se quiebra rotaciones, se pierden holguras, hay mayor consumo de recursos y se tensiona la coordinación. Es por esto, que la operación en tierra pasa de ser un servicio de apoyo a uno de control, puesto que si no se ejecuta con estabilidad, cualquier decisión del CCO queda solo en la teoría debido a que no habrán recursos disponibles al momento necesario.

3.5.4 Gestión de flota y mantenimiento

Otro proceso crítico corresponde a la gestión de flota y mantenimiento. En eventos disruptivos, la disponibilidad real de aeronaves puede verse disminuida por efectos indirectos, aeronaves fuera de posición, aeronaves AOG, tareas de mantenimiento programadas y no programadas.

Lo particular de este proceso es que las decisiones de recuperación pueden generar impactos más adelante si no se consideran ciertas restricciones de mantenimiento, en otras palabras, sostener la operación hoy puede comprometer la operación mañana. Es por esto que se vuelve esencial que durante contingencias masivas, la coordinación con mantenimiento sea validando alternativas viables y técnicamente posibles sin atrasar el problema.

3.5.5 Gestión de tripulaciones

La gestión de tripulaciones también aplica a un proceso crítico por su alta sensibilidad al arrastre, una contingencia masiva suele aumentar demoras y extender jornadas, esto puede desencadenar al riesgo de ilegalidades, pérdida de coberturas en asignaciones posteriores por el mismo arrastre, cobertura bajo tiempo y presión por activaciones de licencia médicas, entre otros. Además, la reprogramación de las tripulaciones es altamente dependiente entre el resto de equipos, un ajuste de ETD de un vuelo por el correcto cumplimiento del descanso reglamentario o de alguna otra legalidad puede hacer un efecto en cadena para la operación.



En síntesis, en escenarios severos, para la recuperación de tripulaciones no implica solo en reasignar, se necesita en qué utilizar las reservas, que holguras tomar en consideración, como robustecer la operación para las siguientes olas y evitar que el sistema quede debilitado el resto del día.

3.5.6 Gestión del pasajero y sus servicios

En contingencias masivas, la operación se mide en vuelos y también en pasajeros. Esto significa que hay que dar énfasis en las conexiones perdidas, cancelaciones, reacomodaciones y congestión en puntos de atención. Este proceso se torna crítico porque amplifica impactos indirectos como, saturación de counters, puertas, call centers y canales digitales de atención, aumentando los tiempos de respuesta y deteriorando la experiencia del servicio al pasajero.

La IATA, al mencionar escenarios de IROPs, enfatiza que estos eventos afectan no solo la operación, sino también a equipos de atención al pasajero y los procesos de reacomodación, por lo que se necesitan procesos claros para sostener cambios involuntarios y minimizar la afectación al pasajero.

3.5.7 Comunicación, coordinación y trazabilidad

Por último, existe un proceso transversal que sostiene a todos lo anteriores, estos son coordinación y trazabilidad, en contingencias masivas, el riesgo no es solo tomar una mala decisión, sino que tomar decisiones buenas pero fuera de la ventana óptima, o incompletas. Por ello, el CCO necesita mantener una imagen común del estado operacional, entender la consistencia entre distintos frentes y mantener la continuidad entre turnos.

3.6 Identificación de variables operacionales críticas

El objetivo de esta sección es definir las variables operacionales que permitirán medir, de forma consistente y comparable, el impacto operacional de una contingencia masiva. Estas variables se seleccionan para cuantificar el “shock” del evento (cancelaciones, atrasos y alternos), su duración, y el comportamiento de recuperación,

además de habilitar la comparación con una línea base de operación normal.

3.6.1 Conjunto de variables operacionales críticas

➤ Volumen del periodo

vuelos programados en la ventana (N_{prog}): total de vuelos planificados en el periodo T1 -T2.

➤ Shock operacional

- vuelos cancelados (CNL): total de cancelaciones dentro de la ventana.
- vuelos alternados (ALT): total de vuelos alternados dentro de la ventana.
- vuelos con retorno (ATB): total de vuelos con retorno
- vuelos afectados (N_{af}) = $CNL + ALT + ATB$

➤ Alcance en pasajeros afectados

- pasajeros afectados (PAX_{af}): pasajeros asociados a vuelos cancelados, alternados y retornados.

➤ Ventana temporal del evento

- Duración del evento y recuperación (H): horas desde inicio del evento (T0) hasta el término de la recuperación (T2).

Criterios de selección de variables críticas: una variable se considera “crítica” si cumple al menos tres de los siguientes criterios:

- Relevancia operacional: refleja disrupción real sobre la continuidad de la operación.
- Accionabilidad: se ve influida por decisiones del CCO (cancelar, retrasar, alternar).
- Medibilidad: puede calcularse a partir de registros operacionales disponibles.
- Comparabilidad: permite comparar eventos entre sí (cierre de pista vs

meteorología).

- Trazabilidad: ayuda a reconstruir el comportamiento del evento y la recuperación.

3.6.2 Variables de coordinación del CCO, simultaneidad y anticipación

Además de las variables de resultado operacional (cancelaciones, alternos, atrasos y pasajeros afectados), para efectos de gestión en el CCO resulta necesario incorporar variables que representen la carga de coordinación y la ventana de reacción disponible. En este contexto, se definen dos variables complementarias: simultaneidad (SIM), entendida como el número de recursos involucrados (aviones, tripulaciones) en paralelo dentro de una ventana operacional acotada, y anticipación (ANT), definida como el tiempo disponible entre el primer aviso del evento y el inicio del impacto operacional (T0). Estas variables ayudan a mostrar cuándo un evento deja de ser gestionable “caso a caso” y pasa a requerir coordinación estructurada, priorización y trazabilidad reforzada.

3.6.3 Matriz de criticidad SIM–ANT para clasificación y activación

Con el fin de operacionalizar SIM y ANT como criterio aplicable, se propone una matriz que combina simultaneidad y anticipación para clasificar la criticidad del evento y orientar la activación del plan. A menor anticipación, disminuye la ventana para coordinar recursos y ejecutar acciones; y a mayor simultaneidad, aumenta la saturación del equipo por la cantidad de gestiones concurrentes. Por ello, la matriz permite distinguir desde escenarios de baja criticidad (baja simultaneidad con alta anticipación) hasta escenarios de muy alta criticidad (alta simultaneidad con baja anticipación). Como referencia operacional para alta simultaneidad, puede considerarse un umbral de ≥ 10 tripulantes (para crew tracking) y ≥ 6 aeronaves (para el CCO) involucradas en paralelo dentro de una ventana de 60 minutos, a partir del cual la contingencia tiende a requerir coordinación centralizada y consolidación de imagen común.

3.7 Caso de estudio: Cierre del Aeropuerto LIM por inoperatividad de luces de pista (02/06/2024)

Durante los días 2 al 4 de junio del 2024, se produjo una contingencia operacional asociada al cierre de pista, la cual afectó directamente la capacidad de operación y provocó una disrupción extendida sobre itinerarios domésticos e internacionales. Para efectos de este estudio, el caso es abordado como una contingencia masiva por su impacto simultáneo, con baja anticipación en múltiples vuelos y su arrastre operacional en varias ventanas consecutivas.

Si bien el aeropuerto AMB y el aeropuerto Jorge Chávez presentan diferencias de infraestructura y gestión local, ambos son nodos de conectividad en su país y concentran operación doméstica e internacional durante ventanas de alta demanda. En este tipo de aeropuertos, una reducción abrupta de capacidad produce un impacto operacional similar. Es por esto que el caso Lima se utiliza como evidencia operacional, para parametrizar el golpe, duración y recuperación del evento, y además, para mostrar la carga de coordinación que debe absorber un CCO de una aerolínea comercial chilena que opera en AMB, sin pretender que haya igualdad en infraestructura.

Los datos utilizados para el análisis corresponden a un consolidado operacional de carácter interno/confidencial de una Aerolínea X, la cual registra vuelos cancelados, alternados, retornos a base, pasajeros afectados y desconexiones. La ventana operacional de este evento corresponde a 72 horas, teniendo como variable $T_0 = 02/06/2024$ $T_2 = 04/06/2024$.

Para este caso, el consolidado interno disponible reporta CNL/ALT/ATB y PAX; por ello el impacto se cuantifica con Naf y PAXaf, y la recuperación con H.

3.7.1 Estimación del impacto operacional caso Lima

- 1) Definir ventana de análisis:
 - a) $T_0 = 02/06/2024$
 - b) $T_2 = 04/06/2024$
 - c) Duración total correspondiente a 72 horas
- 2) Determinar el volumen programado diario, del consolidado operacional se

obtienen los siguientes datos:

- a) 02/06 = 273 vuelos programados
- b) 03/06 = 297 vuelos programados
- c) 04/06 = 93 vuelos programados

Siendo un total de vuelos (N_{prog}) = 663 vuelos programados

3) Consolidar vuelos afectados:

- a) Cancelados (CNL) = $49 + 145 + 6 = 200$
- b) Alternados / Desvíos (ALT) = 24
- c) Retornos a base (ATB) = 1

Total de vuelos afectados (Naf) = 225

4) Calcular indicadores operacionales simples

a) Tasa de cancelación del evento: $CNL\% = \frac{CNL}{N_{prog}} = \frac{200}{663} = 30,2\%$

b) Tasa de afectación total:

$$Afectación\% = \frac{Naf}{N_{prog}} = \frac{225}{663} = 33,9\%$$

5) Incorporar magnitud de pasajeros

- a) Pasajeros afectados total = 32.706
- b) Desconexiones total = 5.533
- c) Pasajeros totales programados = 94.761

Entonces: $\frac{PAXaf}{PAXprogramados} = \frac{32.706}{94.761} = 34,5\%$

6) Presentación resumida por día

Fecha	02/06/2024	03/06/2024	04/06/2024	Total
Nprog	273	297	93	663
ALT	24	0	0	24
ATB	1	0	0	1
CNL	49	145	6	200
Afectados	74	145	6	225
CNL%	18%	48,8%	6,5%	30,2%
Afectación%	27,1%	48,8%	6,5%	33,9%
PAX prog	40.483	41.525	12.753	94.761
PAX afectados	11.320	20.546	840	32.706
PAX% afectados	28%	49,5%	6,6%	34,5%

*Tabla 1 Consolidado de tasas en estimación impacto económico simplificado caso de estudio
Lima 2024. Fuente: elaboración propia*

El caso Lima presenta una afectación considerable, donde el mayor impacto se presenció el 03/06, ya que casi la mitad de los vuelos programados fueron cancelados.

Adicionalmente el evento generó una tasa de cancelación del 30,2% y una tasa de afectación total de 33,9%, comprometiendo a un 34,5% de los pasajeros programados en la ventana de 72 hrs. Considerar que los vuelos programados del día 04/06 son 93 en total debido a que si la contingencia continuaba, la aerolínea ya estaría protegida al impacto, realizando cancelaciones estratégicas con el fin de concretar la recuperación final y no seguir con el efecto de bola de nieve.

3.8 Aproximación al impacto económico asociado al caso Lima

Dado a que no se dispone de información detallada interna por evento, el

enfoque económico de este estudio se plantea como una estimación por componentes identificados en el evento, considerando costos directos y una estructura que permita escalar escenarios si es requerido.

Costo directo mínimo. En las observaciones del caso se registran compensaciones a pasajeros por concepto de pernocte, donde:

- a. 1.007 pasajeros recibieron compensación de USD 200 o USD 100
- b. 140 pasajeros recibieron compensación de USD 400 o USD 200

En este caso no se conoce la distribución precisa entre los valores de cada grupo, dicho eso se planteará por rangos:

Escenario bajo: $C_{low} = 1007 * 100 + 140 * 200 = USD 128.700$

Escenario alto: $C_{high} = 1007 * 200 + 140 * 400 = USD 257.400$

Pasajeros compensados: $1.007 + 140 = 1.147$ pax

Costo por pax compensado considerando pernocte:

- Bajo: $128.700/1.147 = USD 112,2$ por pax
- Alto: $257.400/1.147 = USD 224,4$ por pax

Considerar que estos valores de costos solo representan a la compensación/pernocte observado en el evento. No incluyen otros costos, como reacomodos, handling, combustible, rotaciones, posicionamiento de aeronaves, horas extras o pérdidas de ingresos.

Estructura de costos total

Para una siguiente etapa en la que se desee extender el cálculo, se puede dejar planteado de la siguiente manera:

$$C_{total} \approx (CNL * c_{cnl}) + (ALT * c_{alt}) + (ATB * c_{atb}) + (H * c_{crec}) + C_{pernocte}$$

donde para este caso:

CNL = 200, ALT = 24, ATB = 1, H = 72, $C_{pernocte}$ = [USD 128.700 ; USD 257.400]

Donde:

- c_{cnl} = costo promedio por cancelación (reacomodo, handling, pérdida de ingreso)
- c_{alt} = costo promedio por alterno (combustible extra, tasas, handling)
- c_{atb} = costo promedio por retorno a base
- c_{crec} = costo por hora de recuperación (horas extra, posicionamientos, etc.)

3.9 Diagnóstico del estado actual de la gestión de contingencias

3.9.1 Propósito del diagnóstico

El objetivo de este apartado es realizar un diagnóstico del estado actual respecto a la gestión de contingencias masivas, desde una mirada operacional, encontrando brechas y necesidades que afectan una correcta respuesta, coordinación transversal y la trazabilidad de decisiones mientras ocurre la contingencia. Este análisis no busca describir exhaustivamente cómo opera un CCO, sino que evaluar capacidades críticas que deben estar presentes para enfrentar de buena manera las contingencias masivas.

En este estudio, el diagnóstico se sustenta de la siguiente manera:

- marco conceptual desarrollado previamente en este estudio.
- variables operacionales críticas, identificadas en el capítulo 3.6.
- evidencia disponible en el caso de estudio, el cual actúa como escenario con el fin de identificar qué información y qué mecanismos de coordinación son necesarios.

3.9.2 Alcance y enfoque metodológico

Ya que la información operacional utilizada proviene de registros internos de carácter anónimo y confidencial, el diagnóstico se estructura en un enfoque basado en la evidencia. Esto quiere decir:

- describir requerimientos de gestión comunes a contingencias masivas.
- identificar puntos de fricción típicos que surgen en situaciones cuando los requerimientos no están formalizados.
- conectar el diagnóstico con resultados observables del caso como, magnitud de cancelaciones, alternos, pasajeros afectados, desconexiones y ventana de recuperación y con la necesidad de comunicación, coordinación y trazabilidad mencionada en punto 3.5.7.

Para ordenar el análisis, el diagnóstico será estructurado en cinco dimensiones. Con el fin de tener un marco de evaluación que permita identificar fortalezas y oportunidades de mejora.

Dimensión 1: Activación y gobernanza de contingencia masiva

La capacidad de activar tempranamente o al tiempo correcto un modo de operación para contingencias masivas requiere, como mínimo:

- criterios para reconocer que un evento supera el manejo normal
- reglas de escalamiento de la contingencia
- definición de prioridades como, seguridad, continuidad operacional, conexiones críticas, protección del itinerario.
- asignación clara de responsables por frente.

Riesgo operacional asociado

Cuando no existe un criterio común de activación o se aplica tardíamente, aumenta la probabilidad de decisiones reactivas y fragmentadas. Esto no significa que sean decisiones erradas, sino que pueden ser decisiones fuera de la ventana óptima, esto puede traer consecuencias como alteración en la ventana de recuperación.

Relación con el caso de estudio

Un evento con alto volumen de cancelaciones y desconexiones exige coordinación temprana para evitar que el impacto se arrastre progresivamente en múltiples turnos.

Dimensión 2: Gestión de información operativa e imagen común

La gestión eficaz de contingencias masivas necesita contar con una imagen común del estado operacional, es decir, una visión compartida y actualizada:

- volumen programado vs afectado
- evolución del evento por ventanas horaria
- backlog y pendientes
- pasajeros afectados y desconexiones
- restricciones vigentes y su pronóstico
- decisiones vigentes (qué se está haciendo y qué se prioriza).

Riesgo operacional

Cuando la información se distribuye en distintas fuentes o versiones, se generan inconsistencias en la toma de decisiones y mayor carga manual. En eventos disruptivos, esta fricción se traduce en pérdida de tiempo y una mayor variabilidad de decisiones entre turnos.

Dimensión 3: Coordinación transversal y sincronización de frentes

La contingencia masiva supera el control del CCO, también necesita coordinación con áreas como, control de tripulaciones, mantenimiento, aeropuertos, atención al pasajero, comercial y comunicacional.

Por lo tanto, se evalúa la existencia de mecanismos para:

- compartir rápidamente el diagnóstico del evento.
- acordar una estrategia operativa común.
- mantener continuidad en la ejecución.

Riesgo operacional asociado

Si la coordinación transversal se realiza por separado, es probable que cada área optimice su propio objetivo, generando efectos negativos para la recuperación, algunos ejemplos pueden ser protecciones a pasajeros que no calzan con la capacidad de la aerolínea, alternos que no cuenten con estrategias para recuperación, o casos en que decisiones más comerciales no sigan el flujo operacional.

Relación con el caso de estudio

En disrupciones que implica una alta desconexión, la coordinación orientada al pasajero se vuelve crítica, si no existe sincronización provoca un aumento en los requerimientos de la recuperación.

Dimensión 4: trazabilidad, entrega y continuidad entre turnos

Debido a que una contingencia masiva puede extenderse por 24 a 72 hrs o más, se evalúa la existencia de trazabilidad mínima que permita continuidad:

- decisiones adoptadas
- fundamentos, motivos
- pendientes y responsables
- próximos hitos

Riesgo operacional asociado

Sin una trazabilidad, el traspaso de turno tiende a volver a cero la información del evento, reinicia de tal manera que genera duplicidad y pérdida en consistencia. Esto afecta directamente la velocidad de recuperación y aumenta la probabilidad de decisiones erradas o incompletas que además sean fuera de la ventana óptima.

Dimensión 5: Herramientas y soporte para ejecución

Se evalúa si las herramientas disponibles permiten

- consolidar información sin retraso
- mantener una versión
- actualizar estados de manera trazable
- generar reportes para coordinación interna y externa
- reducir trabajo manual repetitivo

Cuando se trabaja de manera manual en la mayoría de los procesos, aumenta la carga operativa del equipo y a su vez disminuye su capacidad de anticiparse a eventos, en el turno, se dedica la mayor parte del tiempo a administrar información, perdiendo el foco respecto a la gestión de la recuperación, estos en contingencias masivas resulta crítico, debido a que el volumen de cambios va en aumento.

Síntesis del diagnóstico y brechas priorizadas

A partir de las dimensiones anteriores, el diagnóstico identifica tres brechas típicas que deben evaluarse explícitamente en el estado actual de la gestión de contingencias masivas. Estas brechas no se relacionan únicamente con la calidad de las decisiones, sino con la capacidad de sostener decisiones oportunas, coordinadas y consistentes a lo

largo de una ventana extendida.

- Imagen común del estado operacional: necesidad de consolidación única y oportuna para reducir inconsistencias y mejorar el tiempo de respuesta.
- Trazabilidad y continuidad entre turnos: necesidad de un mecanismo formal de registro y traspaso para eventos de múltiples días.
- Estandarización de activación y estrategia: necesidad de criterios mínimos para activar el modo contingencia masiva y priorizar decisiones (no solo vuelo a vuelo).

Estas brechas sustentan la propuesta posterior de lineamientos y herramientas de apoyo, enfocadas en fortalecer la coordinación transversal, trazabilidad y continuidad operacional durante contingencias masivas.

3.10 Lineamientos para formulación del plan y recomendaciones

A partir de la síntesis en la sección 3.9, se observan brechas importantes concentradas en la ausencia de una imagen común del estado operacional, debilidades en la trazabilidad y continuidad entre turnos y falta de estandarización en criterios de activación y estrategia. Es por esto, que esta nueva sección presenta lineamientos para formular un plan de contingencias masivas aplicable al CCO, con el objetivo de transformar la gestión normal hacia un esquema escalable por niveles.

3.10.1 Principio de escalamiento y cambio de modo del CCO

El CCO puede operar de distintas formas dependiendo del nivel de severidad de la contingencia. A medida que el evento escala desde el nivel 1 hacia el nivel 4, el foco se mueve desde la resolución táctica de casos puntuales hacia una gestión por escenario, con mayor coordinación, priorización y control de la ejecución. La transición no depende del origen del evento, sino que depende del impacto operacional, simultaneidad, capacidad del sistema disponible y la magnitud de acciones necesarias

para la recuperación.

Llevado a la práctica, el cambio de modo del CCO se expresa en cuatro parámetros:

- Gobernanza y coordinación (cadencia, responsables, rituales).
- Criterios de priorización (reglas explícitas).
- Gestión de recursos críticos (flota, tripulaciones, atención pax).
- Control de trazabilidad y ejecución (registro + seguimiento).

Este enfoque es consistente con recomendaciones de coordinación basada en información compartida y monitoreo continuo; en el ámbito aeroportuario, por ejemplo, el concepto de APOC se define como una plataforma que entrega una “common operational overview” para coordinar, decidir y gestionar operaciones, fortaleciendo la resiliencia mediante intercambio de información en tiempo real y monitoreo continuo del desempeño.(Eurocontrol, 2025)

3.10.2 Elementos que escalan con la severidad

A medida que aumenta la severidad, suelen intensificarse los siguientes elementos operacionales:

- Cadencia de coordinación: desde monitoreo y coordinación acorde a la catástrofe, hasta ciclos formales con actualización de la información y una asignación de responsables por cada área operacional comprometida.
- Priorización estructurada: desde criterios implícitos en los cuales el ejecutivo ya sabe que acciones tomar a criterios explícitos, por ejemplo protección de conexiones importantes, prevenir ilegalidades de tripulación, protección de rotaciones críticas.
- Trazabilidad: puede ir desde un registro simple, hasta una gran macro o bitácora

formal de decisiones, los encargados de acciones y control del cumplimiento, todo con el fin de sostener la continuidad operacional entre turnos.

- Refuerzo y redistribución de dotación: puede ser desde un turno normal con dotación habitual, hasta refuerzos y redistribución de cargas con la idea de sostener una adecuada ejecución y control.

3.10.3 Descripción operativa por nivel

Nivel 1 Disrupción leve (bajo impacto, controlable en el turno).

El CCO opera en modo normal reforzado: el foco está en identificar tempranamente desvíos y contener impactos antes de que generen arrastre. La coordinación se concentra en el equipo directamente afectado, con ajustes puntuales de rotación y cobertura. Las decisiones suelen ser reversibles y de bajo costo, priorización táctica de salidas, pequeñas reasignaciones de recursos, y acciones preventivas si la información disponible sugiere riesgo de escalamiento.

Nivel 2 Contingencia moderada (impacto medio, coordinación reforzada).

En este nivel el CCO empieza a operar con lógica de “mini escenario”. Se establece una cadencia mínima de coordinación entre frentes para compartir una imagen común del problema: qué se afectará en las próximas horas, qué capacidad real existe y qué decisiones deben tomarse primero. Aparecen criterios explícitos de priorización, por ejemplo: proteger rotaciones críticas, minimizar conexiones perdidas en ventanas relevantes y evitar ilegalidades de tripulación que puedan amplificar el arrastre. Aquí el CCO aún busca minimizar cancelaciones, pero ya se evalúan medidas preventivas para impedir que la disrupción se transforme en pérdida sostenida del control (backlog).

Nivel 3 Contingencia grave (alto impacto, amenaza a la continuidad operacional).

En nivel 3 el CCO cambia de forma más evidente a un modo de “recuperación por escenario”. La coordinación se vuelve sostenida y estructurada, con responsables definidos por frente y con seguimiento sistemático de decisiones y ejecución. Se prioriza



la estabilidad de la red por sobre el rendimiento individual de cada vuelo, y aparecen decisiones con compensaciones claras: reconfiguraciones relevantes de flota, redistribución de coberturas de tripulación, eventuales cancelaciones selectivas para cortar arrastre, y ajustes en el plan de operación para restablecer control del sistema. La gestión del pasajero también escala: se requieren reglas claras para reacomodación y comunicación consistente, dado que la disrupción ya afecta una cantidad relevante de itinerarios y conexiones. En disrupciones cercanas al día del viaje, la coordinación operacional y comercial resulta crítica para reemitir, reacomodar y sostener continuidad de servicio.

Nivel 4 Contingencia masiva (impacto severo, situación crítica o catastrófica).

En nivel 4, el CCO opera en modo de contingencia intensiva, orientado a sostener continuidad operacional bajo degradación de capacidad y alta simultaneidad. Se formaliza la coordinación (ciclos de actualización, distribución de tareas, control de ejecución), y se refuerzan recursos humanos y herramientas de soporte para mantener trazabilidad y continuidad entre turnos. El foco es recuperar estabilidad por fases, reduciendo acumulación de pendientes, restaurando rotaciones y restableciendo niveles aceptables de puntualidad y cumplimiento, aun cuando el impacto inicial sea alto. En este escenario es clave consolidar una “fuente única” de estado operacional para alinear decisiones y evitar inconsistencias entre frentes.

Puente a anexos

La operacionalización de los niveles se apoya en: checklist de activación y primeras acciones por nivel (Anexo A), bitácora de decisiones para trazabilidad (Anexo B), traspaso estructurado de turno (Anexo C) y diseño de un tablero maestro para consolidación de información por frente y construcción de una imagen común del estado operacional (Anexo D).

3.10.4 Control y trazabilidad en ejecución “Tablero maestro e indicadores por área”

Para pasar la idea a la operación de la imagen común durante la contingencia, se propone implementar un tablero maestro del CCO, el cual se puede alimentar de planillas estándar por cada equipo del CCO. El contenido de cada planilla y que elementos deseen disponer es escalable a lo requerido por cada aerolínea. Sin embargo, en esta sección se incluirán los elementos necesarios para una base sólida.

a) Diseño operativo

Cada área mantiene su planilla de gestión con un diccionario común (ID de vuelo, estado, responsable, próxima acción, vencimiento).

Todas las planillas convergen a la sección de CCO, que muestra:

- Impacto operacional (CNL/ALT/ATB/Naf/PAXaf/H).
- Avance por área (cobertura de gestión).
- Backlog crítico (pendientes vencidos / riesgos altos).
- Decisiones clave (bitácora transversal).

b) Indicadores mínimos por área en tiempo real

Crew Tracking / Tripulaciones

- Cobertura, vuelos descubiertos.
- Pernoctes pendientes: tripulaciones que requieren hotel vs confirmadas.
- Ilegalidades abiertas: casos con riesgo de legalidad sin cierre.

CCO Flota

- Rotaciones viables.
- Aeronaves fuera de posición: conteo y criticidad.
- Backlog flota: decisiones pendientes vs vencidas.
- Estado de vuelo.

Cuidado al pasajero

- Pax afectados: total y por día/ventana.
- Reprogramados: % pax afectados con reprotección ejecutada.
- Conexiones perdidas: total y % resueltas (reprotección + comunicación + asistencia).

c) Indicador transversal de desalineación

La integración de estos parámetros, y de aquellos que se incorporen según requerimientos internos, en un mismo sistema de control permite visualizar en tiempo real el estado de avance de la gestión durante la contingencia. De este modo, el CCO dispone de indicadores por frente y por tipo de tarea, lo que habilita a los responsables y jefaturas a identificar brechas de desempeño entre equipos, detectar cuellos de botella y decidir oportunamente refuerzos o redistribución de apoyo en las áreas rezagadas, todo esto, con el fin de sostener la continuidad operacional y acelerar la recuperación.

3.10.5 Cierre de la contingencia

Una vez finalizada la etapa de recuperación y se retorne a una operación habitual, se debe ejecutar una instancia formal de revisión post-operación, con el objetivo de capturar lecciones aprendidas, identificar causas y definir acciones. Esto ayuda a mantener una retroalimentación efectiva ante nuevos eventos disruptivos futuros e impulsa la mejora continua del plan y de los procesos propios de cada aerolínea.

3.11 Criterios de validación de la propuesta

Con el fin de asegurar que los lineamientos sean evaluables y no se limiten a una recomendación conceptual, se definen criterios centrados en las brechas priorizadas del diagnóstico anterior, imagen común del estado operacional, trazabilidad y continuidad entre turnos y estandarización de activación y estrategia.

Debido a que este estudio no contempla la implementación ni pruebas formales, la validación se plantea mediante dos puntos, revisión experta y evaluación a través de una

guía detallada.

3.11.1 Enfoque de validación

- Validación de expertos: revisión de los lineamientos por personal con experiencia en el ámbito de gestión de crisis y gestión operacional, poniendo foco en su factibilidad.
- Evaluación de guía detallada (simulación): aplicación del flujo propuesto a un caso real, ejecutando el paso a paso en tiempo real, verificando si la propuesta ayuda a construir una imagen común, registrar decisiones y sostener continuidad en una ventana extendida.

3.11.2 Criterios e indicadores de evaluación

Imagen común del estado operacional

- Tiempo de consolidación inicial: tiempo aproximado para pasar de T0 a una primera imagen común
- Frecuencia de actualización: existencia de reuniones repetitivas, simples pero eficaces, con un responsable de actualización.

Trazabilidad y continuidad entre entre turnos

- Registro de decisiones: existencia de bitácora, decisión, fundamento, responsable y condición de revisión.
- Informe de turno: cumplimiento de checklist
- Reducción de retrabajo: turno entrante debe ingresar sincronizado al nivel de la contingencia.

Activación y estrategia

- Activación basada en criterios: capacidad de clasificar el evento según umbrales o condiciones definidas
- Estrategia explícita: existencia de reglas de priorización
- Coherencia transversal: evaluación experta de si los lineamientos reducen decisiones contradictorias entre frentes.

3.11.3 Resultado esperado de la validación

Se considera que la propuesta cumple su objetivo si:

- Permite construir una imagen común en una ventana breve.
- Formaliza trazabilidad en eventos de varios turnos.
- Entrega criterios claros de activación y priorización que orienten decisiones en la ventana óptima, sin requerir herramientas complejas ni información inaccesible para el equipo.

3.11.4 Aseguramiento de efectividad

Con el fin de evitar que los lineamientos propuestos se conviertan en una recomendación estática, se establece un mecanismo de aseguramiento de efectividad basado en capacitación y simulacros periódicos. La operación diaria puede mantener familiaridad con herramientas y rutinas habituales, pero en contingencias masivas, marcadas por alta simultaneidad y baja anticipación, el rendimiento depende de que los equipos conozcan y apliquen sin problemas criterios de activación, roles, cadencia de coordinación, reglas de priorización y mecanismos de trazabilidad.

a) Capacitación y habilitación del plan

Contar con un plan o lineamientos definidos no garantiza una respuesta efectiva ante contingencias masivas. Cuando existen escenarios con alta presión, alta simultaneidad y baja anticipación, la diferencia entre una contingencia desordenada y una ordenada suele depender de que el personal conozca, domine y aplique correctamente el procedimiento. Por ello, un CCO que desee implementar este plan debe considerar de manera obligatoria un proceso de capacitación y habilitación previa, con el fin de asegurar que los equipos entienden el propósito del plan, sepan cómo activarlo de manera oportuna y que se sostenga durante la operación.

La capacitación debe considerar que el personal sea capaz de responder cuatro preguntas operativas, cuando activar el plan y en qué nivel de severidad, que estructura de coordinación aplica, qué decisiones serán prioridad y donde se documentan y cómo se asegura la continuidad entre turnos sin perder la imagen común.

Para darle una forma operacional, se establece una estructura de capacitación, de la siguiente manera:

Inducción y propósito del plan: Explicar por qué el plan existe y qué brechas busca resolver. Con esto se espera que el personal comprenda que el plan no es un reemplazo operativo, sino un adicional que lo ordena y lo vuelve escalable.

Clasificación por niveles: Entrenar al equipo para identificar el escalamiento gracias a las dimensiones propuestas. La idea es reducir diferencias entre turnos, que los equipos clasifiquen un evento de manera similar y que activen el nivel adecuado en el momento correcto.

Activación del plan: Definir con claridad quien declara el nivel, quien lo conduce, quien ejecuta decisiones por frente. Se deben dejar explícitos los reemplazos por turno.

Uso de herramientas: Capacitar al personal en el uso operacional del tablero maestro, la bitácora de decisiones y el traspaso estructurado.

Reglas de priorización: En niveles de contingencia críticos como el 3 y 4, se debe entrenar que es lo que se prioriza, proteger continuidad y legalidades, reducir el arrastre a los siguientes días, etc. La idea de esto es disminuir contradicciones entre los equipos.

Cierre de la contingencia: se debe incluir qué se entiende por cierre de contingencia, cuando se retorna a una operación estándar y de qué manera se ejecuta la revisión post evento.

b) Tipos de simulacros recomendados

Se proponen tres niveles de ejercicios, desde baja carga operativa hasta simulación completa del flujo:

- Micro-simulacro de turno (15 - 20 min): orientado a practicar activación, asignación de roles, uso del tablero/bitácora y traspaso estructurado.
- Simulación tipo “tabletop” (60 - 90 min): orientada a decisiones por escenario (priorización, coherencia transversal y coordinación entre frentes).
- Ejercicio funcional (2 - 4 hrs): orientado a ejecutar el flujo completo con ventanas T0 - T2 simuladas, cambios de turno, bitácora, tablero maestro e indicadores por frente.



Periodicidad sugerida

Para mantener competencia sin afectar la operación real, se recomienda:

- Micro-simulacro: mensual o bimensual (según carga operacional).
- Tabletop: semestral.
- Funcional: anual.

Si bien OACI no exige o recomienda que los planes de contingencias sean probados y simulados, existen procesos de ejercicios de emergencia en aeródromo que plantean estas técnicas con el fin de mejorar su eficacia, por lo que es evidente que esto se debe considerar.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusión general del estudio

Este estudio concluye que es necesario estructurar un plan de contingencias masivas que sea aplicable al CCO, bajo el contexto del Aeropuerto Arturo Merino Benítez, debido a su importancia como nodo principal operacional del país, una operación continua H24 y su elevada interdependencia por conexiones. En respuesta, se definieron lineamientos operacionales que permiten transformar una gestión en su mayoría caso a caso, en una gestión escalable por niveles de severidad, añadiendo criterios para activación, coordinación, priorización y trazabilidad. La propuesta analiza brechas importantes observadas en la gestión de contingencias masivas como por ejemplo, una construcción de una imagen común del estado operacional, continuidad entre turnos y estandarización de activación y estrategia, a su vez, entregando una base operativa adaptable a la realidad de cada CCO.

4.2 Conclusiones específicas por objetivo

Se concluye que la definición operacional de contingencias masivas es consistente cuando se toma por las dimensiones de impacto y no únicamente por el origen del evento. Esta caracterización ayuda a estandarizar el reconocimiento temprano y la comparación entre eventos con factores gatillantes que pueden escalar rápidamente en una operación como AMB. Además, se confirma que el CCO trabaja como un equipo integrador de continuidad operacional, pero su eficiencia frente a eventos masivos depende de una estructura consolidada, con roles, coordinación, reglas de priorización y mecanismos de registro y continuidad.

El modelo actual de gestión ante contingencias puede funcionar en interrupciones habituales, pero presenta algunas vulnerabilidades al momento en que la simultaneidad de eventos aumenta, generando una degradación de la capacidad efectiva del sistema. El diagnóstico identifica brechas habituales que afectan la capacidad y el contenido de la

respuesta, la cuales son la activación y gobernanza del evento, problemas al sostener una imagen común de la operación, dificultades en la trazabilidad y continuidad entre turnos, y coordinación transversal con equipos internos y externos. En consecuencia, el principal desafío es tener una estructura estandarizada que reduzca la variabilidad, el doble trabajo y decisiones fuera de una ventana óptima.

Además, se concluye que las prácticas actuales utilizadas para contingencias permiten sostener la continuidad operacional en escenarios moderados, pero no son un plan formal con criterios de activación, gobernanza y control de la ejecución a nivel sistémico. Al hacer el contraste con referencias de continuidad operacional gestión de crisis, se evidencia como oportunidad principal la institucionalización de un modelo escalable por niveles y apoyado en instrumentos y herramientas mínimos, como checklist de activación, bitácora de decisiones, traspasos de turno estructurados y un tablero maestro. Los elementos anteriormente mencionados ayudan a alinear equipos, reducir contradicciones, mantener continuidad y asegurar trazabilidad de decisiones durante la ventana de recuperación.

Se concluye que gracias a un modelo simplificado que se basa en variables operacionales permite dimensionar el impacto del evento, su alcance y su arrastre, a pesar de que no se disponga de todos los indicadores. La aplicación al caso Lima del año 2024 evidencia una afectación importante en vuelos y pasajeros dentro de una ventana extendida, sustentando la necesidad de contar con los lineamientos planteados. Por el lado de los números económicos, la estimación por componentes confirma que los costos directos constituyen una fracción del costo total de una contingencia masiva, dejando planteada una estructura escalable y adaptable para considerar costos adicionales en una etapa futura.

4.3 Recomendaciones y trabajo futuro

A partir de los resultados obtenidos, se identifican ramas de desarrollo orientadas a fortalecer la aplicación de los lineamientos y aumentar la capacidad de respuesta del

CCO durante contingencias masivas, con foco en la etapa de recuperación, debido a que los tiempos de respuesta son determinantes.

Primero, se propone evolucionar la propuesta hacia herramientas digitales que permitan manejar información en tiempo real, que reduzcan la carga manual y mantener una fuente principal del status de la operación. En esta línea, el Tablero Maestro descrito como estructura base, puede modificarse de una forma de planillas hacia plataformas integradas, con alta capacidad de actualización en tiempo real, control de cambios y generador de reportes que faciliten la coordinación interna.

En segundo lugar, se recomienda explorar la incorporación de analítica avanzada e Inteligencia Artificial, la cual puede ser un soporte a la toma de decisiones durante eventos de alta complejidad y magnitud. Estas herramientas pueden optimizar tiempos de respuesta gracias a una detección temprana de escalamiento, priorización sugerida de vuelos y recursos según nivel de criticidad, proyección de arrastre y recuperación por escenarios. El objetivo de estas aplicaciones no es reemplazar el personal que compone al CCO, sino reducir fricción, aumentar velocidad y apoyar la consistencia de decisiones bajo presión.

Finalmente, se establece que los lineamientos definidos en esta memoria son una base estructural adaptable según la realidad de cada CCO. Su aplicación real permite ajustar rangos, roles y herramientas, además de incorporar nuevos elementos dependiendo de la disponibilidad de datos, capacidad organizacional y tecnológica, siempre manteniendo un enfoque en la coordinación transversal, trazabilidad y continuidad operacional ante eventos de alta severidad.

ANEXOS

ANEXO A - Checklist de clasificación y activación

Este check list estandariza la clasificación y respuesta inicial ante contingencias, se dispondrán 4 niveles de severidad los cuales fueron explicados en el capítulo 3 del presente estudio. Su objetivo es asegurar que, al momento en que un evento supera la gestión del día a día, se active una coordinación formal, se construya una imagen común de la operación y se mantenga trazabilidad y continuidad entre turnos.

El documento define acciones mínimas por fase: Monitoreo (Nivel 1), Activación formal (Niveles 2 a 4), Estabilización inicial (30 - 60 min) y Gestión y recuperación (1 - 6 hrs y cambios de turno).

La clasificación se apoya en tres dimensiones:

- Simultaneidad: volumen de vuelos afectados en un periodo corto (cancelaciones, alternos/desvíos, retornos, atrasos severos)
- Duración esperada: si el evento se resuelve dentro del turno o cruza turnos/día siguiente.
- Incertidumbre: claridad del horizonte de término y dependencia de terceros.

Definición de niveles

Nivel 1 - Disrupción leve

Situación acotada, de baja criticidad operacional. Se gestiona con la rutina normal del turno, sin activar estructura especial.

Señales típicas

- Afectación baja y focalizada (pocos vuelos).
- Duración corta y con alta claridad.
- Sin riesgo relevante de arrastre al día siguiente.

Acciones recomendadas

- Confirmar alcance y ventana estimada del evento.
Identificar vuelos puntualmente afectados (lista breve).
- Registrar nota mínima del evento (fecha/hora, causa general, vuelos afectados).
- Monitorear evolución y escalar si aumenta simultaneidad, duración o incertidumbre.

Producto mínimo Nivel 1

- Registro breve + lista de vuelos puntualmente afectados.

Nivel 2 - Contingencia moderada

Evento con impacto no despreciable y riesgo de escalamiento. Requiere coordinación formal simple para evitar arrastre y decisiones desalineadas.

Gatillos típicos

- Varios vuelos afectados en una misma franja.
- Duración media o incertidumbre moderada.
- Riesgo de acumulación de pendientes y desconexiones.

Acciones 0 - 30 min

- Declarar Nivel 2 y comunicar a frentes clave según el evento (operación, tripulaciones, aeropuertos/servicios, atención al pasajero).
- Definir conductor del evento y responsable de consolidación del estado operacional.
- Establecer canal único y frecuencia de actualización.
- Iniciar un registro único del evento (estado de la operación + decisiones).

Acciones 30 - 60 min

- Consolidar métricas mínimas: Nprog, Ncnl, Nalt, Natb, PAXaf y CNXmissd.
- Definir estrategia inicial : proteger continuidad, minimizar arrastre, priorizar conexiones críticas si existen.
- Levantar restricciones y riesgos operacionales (capacidad, ventanas, recursos).

Acciones 1- 6 hrs y cambios de turno

- Gestionar pendientes: priorizar (P1/P2/P3), asignar responsables y plazos.
- Registrar decisiones relevantes con fundamento.
- Si cruza turno: realizar traspaso estructurado (estado, estrategia, pendientes y supuestos).

Producto mínimo Nivel 2

- Registro único consolidado + bitácora activa + lista priorizada de pendientes.

Nivel 3 - Contingencia grave

Evento de alto impacto, con arrastre probable, que requiere coordinación transversal intensa, disciplina de registro y control por ventanas temporales.

Gatillos típicos

- Alto volumen de vuelos afectados o nodo comprometido.
- Duración larga o incertidumbre alta.
- Impacto relevante en pasajeros y desconexiones.

Acciones 0 - 30 min

- Declarar Nivel 3 y activar coordinación ampliada (mínimo: operación, tripulaciones, aeropuertos/servicios, atención al pasajero/comercial).
- Establecer un puesto de coordinación (reuniones breves periódicas) con



frecuencia fija (por ejemplo, cada 60 minutos).

- Definir objetivo operacional de la ventana.
- Asignar un responsable de “estado operacional” que consolide y publique actualizaciones.

Acciones 30 - 60 min

- Consolidar impacto por ventanas (por hora o por bloques): vuelos afectados y pendientes.
- Construir escenarios (mejor/base/peor) respecto a duración y capacidad.
- Definir criterios para decisiones: cancelar vs postergar vs alternar/retornar.
- Emitir “estado y estrategia” interno con un formato estándar.

Acciones 1 - 6 hrs y cambios de turno

- Ejecutar plan de recuperación por ventanas (qué se recupera primero y por qué).
- Monitorear tendencia: Ncnl, pendientes, PAXaf, CNXmissed, tiempo a estabilidad.
- Traspaso obligatorio estructurado (estado + estrategia + pendientes + próximos hitos 6 - 12 hrs).
- Registrar aprendizajes preliminares para el cierre posterior.

Producto mínimo Nivel 3

- Registro por ventanas + bitácora completa + traspaso estándar + estrategia escrita.

Nivel 4 - Contingencia masiva

Evento crítico por volumen, duración o incertidumbre. Requiere control centralizado, coordinación completa y continuidad multi-turno/multi-día.

Gatillos típicos

- Cierre o degradación severa de aeropuerto clave.
- Duración multi-día o sin horizonte claro.
- Gran volumen de cancelaciones/alternos/retornos y pasajeros afectados.

Acciones 0 - 30 min

- Declarar Nivel 4 y activar estructura completa de coordinación para contingencia masiva.
- Definir conducción central única y responsables por frente, con reemplazos por turno.
- Establecer frecuencia estricta de actualización y formato único de reporte (por ejemplo, cada 30 minutos).
- Control de cambios: decisiones críticas deben registrarse y comunicarse centralizadamente.

Acciones 30 - 60 min

- Consolidar impacto y proyección 24 - 72hrs.
- Definir estrategia explícita y reglas de priorización:
 - seguridad y legalidad,
 - estabilizar nodos críticos,
 - preservar conectividad estructural,
 - minimizar arrastre a siguientes días
 - optimizar uso de recursos críticos (tripulaciones/aeronaves/servicios).
- Alinear coordinación transversal completa y comunicaciones internas consistentes.

Acciones 1 - 6 hrs y cambios de turno

- Gestionar pendientes con control por frentes y ventanas (responsables + tiempos objetivo).
- Traspaso reforzado: estado + estrategia + riesgos + pendientes + próximos hitos.



- Emitir un reporte de situación breve y periódico (1 página) por cada ciclo.
- Planificar recuperación multi-día (priorización por bancos, reposicionamientos y capacidad).

Producto mínimo Nivel 4

- Reporte de situación periódico + registro por ventanas + bitácora obligatoria + traspaso reforzado + plan de recuperación 24 - 72hrs.

ANEXO B - Bitácora de decisiones y trazabilidad

B.1 Objetivo

Esta bitácora ayudará a registrar de forma estructurada las decisiones adoptadas durante una contingencia masiva, a su vez asegurando trazabilidad, responsables por turno y continuidad cuando el evento se propaga a varias horas y días. En esta bitácora cada equipo que contemple al CCO ingresa datos en su hoja y el CCO une toda la información para una visión general del evento.

B.2 Reglas mínimas

- Obligatoria desde Nivel 2 a Nivel 4; en Nivel 1 se recomienda solo si hay riesgo de escalamiento.
- Se registra toda decisión que afecte: continuidad operacional, estrategia, pasajeros, recursos críticos o recuperación.
- Toda entrada debe tener, fecha/hora, tipo de decisión, responsable (rol/turno) y estado.
- En cada cambio de turno, la bitácora se usa como base del traspaso estructurado.

B.3 Campos mínimos vs campos recomendados

Mínimo viable

- Fecha/Hora

- Turno
- Tipo de decisión
- ID_Vuelo
- Frente responsable
- Decisión
- Motivo
- Responsable (rol)
- Estado

Recomendado

- Fuente del input (Crew tracking, CCO, Cuidado al pasajero)
- Comunicación
- Condición de revisión

ANEXO C - Traspaso estructurado de turno

El traspaso de turno se hace para que el turno entrante no parta de cero. Debe responder tres preguntas:

(1) Qué está pasando, (2) qué decisiones están vigentes, (3) qué hay que hacer primero.

Identificación rápida del evento

Incluye:

- ID del evento
- Aeropuerto afectado (IATA)
- Ventana del evento (T0 - ahora / T0 - T2)
- Nivel vigente (1 a 4)
- Restricción principal (cierre / degradación / capacidad limitada)
- Supuesto clave vigente (“reapertura estimada en X horas”, o “sin hora clara”)

Estado actual en simple

Incluye:

- Qué cambió en la última hora
- Qué está bloqueando la recuperación (capacidad / recursos / info externa)
- Cómo está la tendencia (más cancelaciones, más alternos, backlog creciendo o bajando)

Estrategia vigente

Incluye 3 - 5 reglas claras que el turno entrante debe mantener para que no haya contradicción, por ejemplo:

- “Minimizar arrastre a días posteriores”
- “Priorizar conexiones críticas”
- “Proteger recursos críticos (tripulaciones / pernoctas / transporte)”

Números mínimos al corte

Incluye solo esto:

- Vuelos considerados en ventana (Nprog)
- Cancelados (CNL)
- Alternos/desviados (ALT)
- Retornos (ATB)
- Pasajeros afectados (PAXaf)
- Conexiones perdidas/críticas (CNX)

Pendientes priorizados

En vez de una lista eterna, separa por prioridad:

- P1 (0 - 2hrs): lo crítico inmediato
- P2 (2 - 6hrs): importante, pero no incendios

- P3 (> 6hrs / monitoreo): seguimiento

Para cada pendiente, incluye:

- Qué falta hacer
- Quién lo hace (rol)
- De qué depende (capacidad, tripulación, aeropuerto, etc.)
- Plazo objetivo

Alertas por frente

En 3 aletas por frente:

- Tripulaciones: holguras críticas, vencimientos próximos, pernoctas no planificadas relevantes
- Pasajeros: vuelos con mayor afectación, conexiones críticas Top 3 - 5, medidas pendientes.
- Aeropuerto/servicios: capacidad, restricciones, transporte/hotelería limitante.

Próximos hitos

Incluye 3 - 5 hitos:

- “Próxima confirmación de capacidad a las HH:MM”
- “Ventana posible de reapertura”
- “Actualización meteorológica / infraestructura”

ANEXO D - Diseño del “Tablero Maestro” para gestión de contingencias masivas

Este anexo describe la estructura mínima de un “Tablero Maestro” que permite consolidar información durante una contingencia masiva. La lógica es simple, cada aerolínea carga su base de vuelos para el aeropuerto afectado en una ventana de tiempo X, y luego cada frente del CCO completa sus inputs en una hoja propia. Finalmente, una

hoja de consolidación del CCO integra esos inputs, genera una imagen común, habilita priorización y deja trazabilidad.

Qué debe permitir el tablero

El tablero debe permitir, como mínimo:

- construir una imagen común del estado operacional (vuelos afectados y su criticidad).
- asignar responsables por input dentro del turno.
- sostener trazabilidad (decisiones y fundamentos).
- facilitar el traspaso de turno sin pérdida de contexto.

Cómo se usa

- Se crea un evento: se define aeropuerto afectado, ventana de análisis X, nivel y hora de inicio (T0).
- Se descarga desde la base de datos de la aerolínea la base de vuelos que arriban o salen del aeropuerto afectado dentro de la ventana X.
- Se importa esa base de vuelos al tablero.
- Cada equipo completa su hoja de inputs usando el ID_Vuelo común.
- La hoja de consolidación del CCO se alimenta de esos inputs y arma:
 - criticidad por vuelo
 - lista priorizada
 - estado general del evento
 - pendientes por frente
 - decisiones registradas.

Al cierre de turno, se genera el traspaso usando el contenido consolidado y la bitácora.

Identificador común

Para asegurar consistencia, todo se vincula con un identificador único:

ID_Vuelo = AAAA-MM-DD_N°Vuelo_ORG_DEST

Ejemplo: 2024-06-02_LA123_SCL_LIM

Pestañas mínimas recomendadas

A) Evento

Debe incluir:

- ID_Evento
- Aeropuerto afectado
- Ventana X (desde/hasta)
- Nivel (1 - 4)
- Restricción principal (qué limita la operación)
- Supuestos vigentes (qué se asume por ahora)
- Responsable de coordinación del turno (rol)

B) Base Vuelos

Debe incluir al menos:

- ID_Vuelo
- Fecha
- N° vuelo
- Origen/destino
- STD/STA (programado)
- Estado (si existe)
- Observación (opcional)

C) Tripulaciones

Debe permitir registrar por vuelo:

- holgura estimada / riesgo de vencimiento.
- tripulaciones en pernocta no planificada.
- necesidad de reserva o reemplazo.

- comentario breve y responsable del input (rol/turno) + hora.

D) Pasajeros

Debe permitir registrar por vuelo:

- pasajeros afectados estimados (si se dispone).
- riesgo de pérdida de conexión (sí/no).
- conexiones críticas a priorizar (Top 3 - 5 o etiqueta “crítica”).
- recomendación operativa (ej.: “proteger”, “reacomodar”, “informar”).
- responsable del input (rol/turno) + hora.

E) CCO Consolidado

Esta pestaña debe mostrar:

- lista única de vuelos de la ventana X (desde Bases Vuelos).
- agregación de inputs de tripulaciones y pasajeros por ID_ Vuelo.
- un campo de criticidad (Alta/Media/Baja) calculado o marcado.
- un campo “decisión sugerida” (cancelar / postergar / alternar / esperar).
- dependencias críticas (capacidad, tripulación, conexiones).
- responsable del seguimiento por turno.

F) Bitácora

Debe registrar decisiones, para mejorar trazabilidad:

- globales del evento y por vuelo.
- con fundamento, responsable y condición de revisión.
- estado (vigente/modificada/cerrada).

G) Traspaso de Turno

Debe generar el contenido mínimo del traspaso:

- resumen del evento.
- métricas al corte.
- decisiones vigentes.
- pendientes P1/P2/P3.
- alertas por frente.
- próximos hitos.

Responsabilidad por inputs

Cada pestaña operativa (Tripulaciones y Pasajeros) debe incluir:

- responsable del input (rol).
- hora de última actualización.
- campo simple de “estado” (actualizado/en revisión/cerrado).

Esto permite continuidad real y reduce inconsistencias entre frentes.

Evolución futura

Se recomienda que este “Tablero Maestro” se entienda como un MVP. A futuro, puede evolucionar hacia una plataforma integrada con:

- carga automática de base de vuelos
- edición simultánea controlada
- permisos por rol
- registro automático de cambios

BIBLIOGRAFÍA

ACI EUROPE. “Airport capacity: Position paper”, ACI EUROPE, s.f. <https://www.aci-europe.org/downloads/content/ACI%20EUROPE%20POSITION%20APER%20-%20AIRPORT%20CAPACITY.pdf>, fecha de acceso, 08 de diciembre de 2025.

Amadeus. “Shaping the future of airline disruption management”, Amadeus, s.f. <https://amadeus.com/documents/en/airlines/white-paper/shaping-the-future-of-airline-disruption-management.pdf>, fecha de acceso, 04 de diciembre de 2025.

BBC Mundo. “Artículo: BBC Mundo (noticias-37020703)”, BBC, 2016. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37020703>, fecha de acceso, 10 de diciembre de 2025.

BioBioChile. “Aeropuerto de Lima suspende despegues y aterrizajes por problemas en las luces de pista”, BioBioChile, 2024. <https://www.biobiochile.cl/noticias/internacional/america-latina/2024/06/02/aeropuerto-de-lima-suspende-despegues-y-aterrizajes-por-problemas-en-las-luces-de-pista.shtml>, fecha de acceso, 05 de enero de 2026.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). “Regulación del mercado del transporte aéreo en Chile y la OCDE y formas de promoción de la competencia”, BCN, s.f. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/34473/1/Regulacion del mercado del transporte aereo en Chile y la OCDE y formas de promocion de la competencia.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/34473/1/Regulacion%20del%20mercado%20del%20transporte%20aereo%20en%20Chile%20y%20la%20OCDE%20y%20formas%20de%20promocion%20de%20la%20competencia.pdf), fecha de acceso, 26 de diciembre de 2025.

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC Chile). “DAP 11-105 Ed.8 (PDF)”, DGAC, 2023. <https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2023/11/DAP-11-105-Ed.8.pdf>, fecha de acceso, 08 de diciembre de 2025.

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC Chile). “Tráfico aéreo comercial en el país”, DGAC, s.f. <https://www.dgac.gob.cl/trafico-aereo-comercial-en-el-pais/>, fecha de acceso, 19 de diciembre de 2025.

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC Chile). “VOLUMEN I (PDF)”, DGAC, 2024. <https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2024/03/VOLUMEN-I.pdf>, fecha de acceso, 20 de diciembre de 2025.

Emol. “Aeropuerto de Santiago (nota de prensa)”, Emol, 2025. <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2025/04/14/1163452/aeropuerto-de-santiago.html>, fecha de acceso, 11 de diciembre de 2025.

European Union Aviation Safety Agency (EASA). “ICAO Annex 19 (PDF)”, EASA,

s.f. <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/ICAO-annex-19.pdf>, fecha de acceso, 15 de diciembre de 2025.

EUROCONTROL. “APOC study (PDF)”, EUROCONTROL, 2025. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2025-04/eurocontrol-prc-apoc-study.pdf>, fecha de acceso, 13 de diciembre de 2025.

Fiscalía Nacional Económica (FNE). “Airport Study (CRCAL)”, FNE, 2012. <https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2013/09/Airport-Study-260212-CRCA-L.pdf>, fecha de acceso, 25 de diciembre de 2025.

Fundación Futuro. “Aviación comercial (PDF)”, Fundación Futuro, 2016. https://www.fundacionfuturo.cl/wp-content/themes/fund_futuro_theme/img/pdf/aviacion-comercial-2016.pdf, fecha de acceso, 05 de diciembre de 2025.

International Air Transport Association (IATA). “Guidance Document: Interline IROPS”, IATA, 2020. https://www.iata.org/contentassets/e7a533819be440edbb1e49da96e0f2a8/guidance-document-interline-irops_25june2020.pdf, fecha de acceso, 03 de enero de 2026.

International Air Transport Association (IATA). “IATA guidance on incident and crisis management planning”, IATA, s.f. <https://www.iata.org/contentassets/ebdba50e57194019930d72722413edd4/iata-guidance-on-incident-and-crisis-management-planning.pdf>, fecha de acceso, 03 de enero de 2026.

International Air Transport Association (IATA). “Press release (2025-12-09-01)”, IATA, 2025. <https://www.iata.org/en/pressroom/2025-releases/2025-12-09-01>, fecha de acceso, 02 de enero de 2026.

Junta de Aeronáutica Civil (Chile) (JAC). “Anuario 2020”, JAC, 2020. <https://www.jac.gob.cl/wp-content/uploads/2021/12/Anuario-2020-final.pdf>, fecha de acceso, 02 de enero de 2026.

La Tercera. “Aerolíneas suprimen 4.400 vuelos por tormenta invernal que azota a Estados Unidos”, La Tercera, s.f. <https://www.latercera.com/mundo/noticia/aerolineas-suprimen-4400-vuelos-por-tormenta-a-invernal-que-azota-a-estados-unidos/ARZKIXN74BC6JHYDXMH6HCNJTE/>, fecha de acceso, 26 de diciembre de 2025.

Ministerio de Obras Públicas (Chile) (MOP). “MOP anuncia cifra récord en el Aeropuerto de Santiago: alcanza los 25 millones de pasajeros en 2024”, MOP, s.f. <https://www.mop.gob.cl/mop-anuncia-cifra-record-en-el-aeropuerto-de-santiago-alcanza-los-25-millones-de-pasajeros-en-2024/>, fecha de acceso, 22 de diciembre de 2025.

Ministerio de Obras Públicas (Chile) (MOP). “Reciben al pasajero 25 millones del 2024.

Esta cifra se supera por primera vez en la historia del Aeropuerto de Santiago”, MOP, s.f.

<https://www.mop.gob.cl/agenda/reciben-al-pasajero-25-millones-del-2024-esta-cifra-se-supera-por-primera-vez-en-la-historia-del-aeropuerto-de-santiago/>, fecha de acceso, 01 de diciembre de 2025.

Ministerio de Obras Públicas (Chile) (MOP). “MOP, DGAC y Nuevo Pudahuel habilitan edificio de terminal internacional y anuncian nueva inversión en el Aeropuerto de Santiago”, MOP, s.f.

<https://planeamiento.mop.gob.cl/mop-dgac-y-nuevo-pudahuel-habilitan-edificio-de-terminal-internacional-y-anuncian-nueva-inversion-en-el-aeropuerto-de-santiago/>, fecha de acceso, 30 de diciembre de 2025.

Ministerio de Obras Públicas (Chile) – Concesiones. “Informe Ejecutivo Aeropuerto AMB (PDF)”, MOP, 2025.

https://concesiones.mop.gob.cl/uploads/sites/4/2025/02/Informe_Ejecutivo_AeropuertoAMB_2021_10.pdf, fecha de acceso, 18 de diciembre de 2025.

NQA. “ISO 22301: Guía de implantación (PDF)”, NQA, s.f.
<https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/Spanish%20QRFs%20and%20PDFs/NQA-ISO-22301-Guia-de-implantacion.pdf>, fecha de acceso, 17 de diciembre de 2025.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). “Advisory Circular: Crew Resource Management (CRM) Training Programme (PDF)”, OACI, s.f.
<https://www.icao.int/sites/default/files/APAC/RASG/SafetyTools/04-Advisory-Circular-Crew-Resource-Management-Training-Programme-CRM.pdf>, fecha de acceso, 17 de diciembre de 2025.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). “Anexo 14 — Aeródromos, Volumen I (PDF)”, OACI, s.f.
[https://www.icao.int/sites/default/files/safety/CAPSCA/PublishingImages/Pages/ICAO-SARPs-\(Annexes-and-PANS\)/an14_1.pdf](https://www.icao.int/sites/default/files/safety/CAPSCA/PublishingImages/Pages/ICAO-SARPs-(Annexes-and-PANS)/an14_1.pdf), fecha de acceso, 02 de diciembre de 2025.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). “Anexo 19 — Gestión de la seguridad operacional (PDF)”, OACI, s.f.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/010_anexo_19_vigente_nov16_1.pdf, fecha de acceso, 28 de noviembre de 2025.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). “ICAO enhances global aviation safety and security framework”, OACI, s.f.
<https://www.icao.int/es/news/icao-enhances-global-aviation-safety-and-security-framework>, fecha de acceso, 14 de diciembre de 2025.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). “Plan estratégico a largo plazo de la OACI para 2026–2050 (V2) (PDF)”, OACI,

2025. https://www.icao.int/sites/default/files/2025-09/ICAO-Strategic-Plan-2026-2050-V2_es.pdf, fecha de acceso, 28 de noviembre de 2025.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). “Safety Management Manual (SMM) — Doc 9859 (Fourth Edition) (PDF)”, OACI, 2018. https://ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/Przepisy/icao/Doc_9859_-_Safety_Management_Manual_4th_edition_2018.pdf, fecha de acceso, 08 de diciembre de 2025.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). “Working Paper A42-WP/389 (PDF)”, OACI, s.f. https://www.icao.int/sites/default/files/Meetings/a42/Documents/WP/wp_389_en.pdf, fecha de acceso, 10 de diciembre de 2025.

RPP. “Aeropuerto Jorge Chávez: CORPAC señaló que el corto circuito en pista...”, RPP, s.f. <https://rpp.pe/peru/actualidad/aeropuerto-jorge-chavez-corpac-senalo-que-el-corto-circuito-en-pista-de-aterrizaje-se-origino-en-el-cableado-subteraneo-noticia-1559034?ref=rpp>, fecha de acceso, 05 de enero de 2026.

Skybrary. “Operations Control Centre (OCC)”, Skybrary, s.f. <https://skybrary.aero/articles/operations-control-centre-occ>, fecha de acceso, 08 de diciembre de 2025.

Skybrary. “Testing and exercising”, Skybrary, s.f. <https://skybrary.aero/articles/testing-and-exercising>, fecha de acceso, 02 de enero de 2026.

Technology Magazine. “Delta CrowdStrike global IT outage explained”, Technology Magazine, s.f. <https://technologymagazine.com/articles/delta-crowdstrike-global-it-outage-explained>, fecha de acceso, 10 de diciembre de 2025.

Universidad de Chile (Repositorio Académico). “Monypenny Garcia, Caroline (PDF)”, Universidad de Chile, s.f. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147749/Monypenny%20Garcia%20Caroline.pdf>, fecha de acceso, 15 de diciembre de 2025.

Vuelo Limpio. “Acta Reunión Primera Mesa SAF (PDF)”, Vuelo Limpio, 2023. https://vuelolimpio.cl/wp-content/uploads/2023/01/Acta-Reunion-Primera-Mesa-SAF_FINAL.pdf, fecha de acceso, 18 de diciembre de 2025.

Wipro. “From chaos to harmony: The future of airline disruption management (PDF)”, Wipro, s.f. <https://www.wipro.com/content/dam/nexus/en/industries/travel-transportation-and-hospitality/offerings/from-chaos-to-harmony-the-future-of-airline-disruption-management>.



[pdf](#), fecha de acceso, 20 de diciembre de 2025.