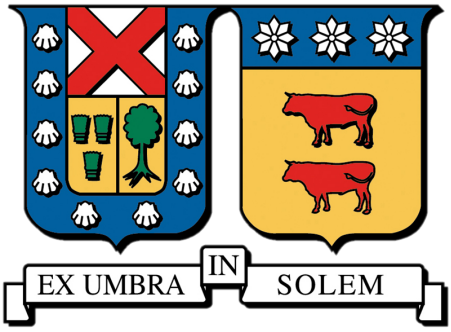


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

CONDICIONES ORGANIZACIONALES EN EL PROCESO DE DECISIÓN SOBRE CAMBIOS TÉCNICAMENTE FUNDAMENTADOS EN MANTENIMIENTO: ESTUDIO EXPLORATORIO EN INDUSTRIAS INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

PABLO ANDRÉS OLGUÍN PIÑA

PROFESOR GUÍA

RAÚL ENRIQUE STEGMAIER BRAVO

PROFESOR CO-REFERENTE

MÓNICA LOPEZ CAMPOS

VALPARAÍSO, 9 DE OCTUBRE 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: **CONDICIONES ORGANIZACIONALES EN EL PROCESO DE DECISIÓN SOBRE CAMBIOS TÉCNICAMENTE FUNDAMENTADOS EN MANTENIMIENTO: ESTUDIO EXPLORATORIO EN INDUSTRIAS INTENSIVAS EN ACTIVOS FÍSICOS EN CHILE**

Nombre del candidato(a): **Pablo Andrés Olguín Piña**

Carrera / Grado: **Ingeniería Civil Industrial**

Campus: **Casa Central** **Departamento:** **INDUSTRIAS**

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Raúl Stegmaier Bravo, 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 (marcar una opción)

■ 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 **(marcar una opción)**:

☐ 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: _____ **Firma:** _____

Estudiante o Candidato(a): Pablo Andrés Olguín Piña

Fecha: 9 de Octubre de 2026_____ **Firma:** _____

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

Tabla de Contenidos

1 Resumen **6**

2 Abstract **7**

3 Introducción **8**

4 Problema de Investigación **10**

5 Objetivos **14**

5.1 Objetivo General 14

5.2 Objetivos Específicos 14

6 Alcance **16**

7 Marco Teórico **18**

7.1 Gestión de activos y políticas de mantenimiento 18

7.2 Métodos técnicos para definir políticas de mantenimiento 21

7.3 Riesgo y toma de decisiones bajo incertidumbre 24

7.4 Factores organizacionales en las decisiones de mantenimiento 29

7.5 Madurez en gestión de activos y capacidad de decisión 35

7.6 Síntesis y modelo conceptual de la investigación 39

8 Metodología **42**

8.1 Enfoque y diseño de la investigación 42

8.2 Construcción del marco de análisis 43

8.3 Recolección de información 47

8.4 Estructura de caracterización y análisis de los casos 50

8.5 Análisis comparativo de los casos 56

8.6 Consideraciones y limitaciones 57

9 Resultados **60**

9.1 Caracterización de los casos analizados 60

9.2 Resultados y trayectoria de las decisiones analizadas 63

9.2.1 Resultado final de las propuestas 63

9.2.2 Apreciación general de los entrevistados sobre la adopción de cambios . . 65

9.2.3 Trayectoria de las decisiones 67

9.3 Condiciones organizacionales observadas en los casos 70

9.4 Dependencia del criterio individual 81

9.5 Relación entre condiciones organizacionales, resultado y trayectoria 84

9.5.1 Configuraciones observadas en las decisiones adoptadas 84

9.5.2 Condiciones organizacionales y trayectorias fluidas 85

9.5.3 Dificultades, demoras y postergación 86

9.5.4 Contraste entre el caso adoptado y el caso no adoptado 86

9.6 Factores emergentes identificados 88

9.7 Síntesis de patrones observados 92

10 Conclusiones **95**

11 Discusión **98**

12 Limitaciones **102**

13 Anexos **104**

13.1 Anexo A: Revisión de documentación aeronáutica 104

Lista de Tablas

1 Definiciones de referencia de las condiciones organizacionales 45

2 Trazabilidad del marco de análisis: condiciones 1 a 4 46

3 Trazabilidad del marco de análisis: condiciones 5 a 8 47

4 Caracterización general de los participantes entrevistados 49

5 Bloque de caracterización del contexto de los casos 52

6 Bloque de condiciones organizacionales 53

7 Bloque de dependencia del criterio individual 54

8 Bloque de resultado y trayectoria de la decisión 55

9 Caracterización general de los casos analizados 62

10 Distribución de los casos según resultado final 64

11 Apreciación general sobre la adopción de cambios 66

12 Trayectoria de las decisiones analizadas 68

13 Codificación de condiciones organizacionales 70

14 Matriz de condiciones organizacionales de los casos analizados 71

15 Dependencia del criterio individual en los casos analizados 82

16 Síntesis de los principales hallazgos observados 94

17 Condición 1: Criterios de aceptación de riesgo 104

18 Condición 2: Tratamiento de recomendaciones del fabricante (OEM) 105

19 Condición 3: Revisión técnica 106

20 Condición 4: Integración entre áreas 107

21 Condición 5: Autoridad para aprobar cambios 108

22 Condición 6: Trazabilidad 109

23 Condición 7: Seguimiento de resultados y aprendizaje posterior 110

24 Condición 8: Distribución de responsabilidad, respaldo institucional y tratamiento de errores 111

1 Resumen

Las decisiones sobre cambios en mantenimiento no dependen únicamente del análisis técnico, sino también de cómo las organizaciones evalúan las modificaciones propuestas. Esta memoria analiza cómo distintas condiciones organizacionales se manifiestan en la evaluación y decisión de propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento en industrias intensivas en activos físicos en Chile.

La investigación utiliza un enfoque cualitativo y exploratorio. A partir del marco teórico y documentación aeronáutica se definieron ocho condiciones organizacionales relacionadas con riesgo, fabricante, revisión técnica, integración entre áreas, autoridad, trazabilidad, seguimiento y responsabilidades. Se realizaron 12 entrevistas semiestructuradas, identificándose 14 casos de decisión.

De los casos analizados, 12 fueron adoptados, uno no fue adoptado o fue postergado y en uno no se determinó el resultado. No se identificó una combinación de condiciones que diferenciara claramente las propuestas adoptadas de las no adoptadas. Sin embargo, el criterio individual ocupó distintos espacios: en procesos más estructurados, la experiencia operaba dentro de criterios, información y responsabilidades establecidas, mientras que en procesos menos estructurados adquiría mayor peso. También surgieron factores como comunicación, recursos, evaluación económica, información técnica y conocimiento del personal. En conjunto, las condiciones organizacionales permiten analizar cómo se estructura una decisión, mientras que su trayectoria debe considerar las características y restricciones de cada caso.

Palabras Clave — Gestión de activos, Mantenimiento, Condiciones organizacionales, Toma de decisiones, Riesgo, Confiabilidad.

2 Abstract

Maintenance changes depend not only on technical analysis, but also on how organizations evaluate proposed modifications. This thesis analyzes how different organizational conditions are manifested in the evaluation and decision-making process for technically supported maintenance change proposals in asset-intensive industries in Chile.

The research follows a qualitative and exploratory approach. Based on the theoretical framework and aviation documentation, eight organizational conditions were defined, related to risk, manufacturer recommendations, technical review, cross-functional integration, authority, traceability, monitoring, and responsibilities. Twelve semi-structured interviews were conducted, identifying 14 decision cases.

Of the cases analyzed, 12 were adopted, one was not adopted or was postponed, and in one case the outcome could not be determined. No combination of conditions clearly differentiated adopted from non-adopted proposals. However, individual judgment occupied different roles: in more structured processes, experience operated within established criteria, information, and responsibilities, while in less structured processes it played a greater role. Other factors also emerged, including communication, resources, economic evaluation, technical information, and personnel knowledge. Overall, organizational conditions help analyze how a decision is structured, while its trajectory must also consider the characteristics and constraints of each case.

Keywords — Asset management, Maintenance, Organizational conditions, Decision-making, Risk, Reliability.

3 Introducción

Las industrias intensivas en activos físicos, como minería, energía, transporte, manufactura, puertos y celulosa, dependen directamente del funcionamiento continuo de equipos, plantas e infraestructura. En estos contextos, la disponibilidad y confiabilidad de los activos son factores relevantes para sostener la operación, cumplir los compromisos de producción y mantener bajo control las consecuencias de una eventual falla.

Desde la gestión de activos, estos no deben administrarse de manera aislada, sino como parte de una actividad coordinada orientada a obtener valor de ellos durante su ciclo de vida. La norma ISO 55000 plantea que esta obtención de valor requiere balancear costos, riesgos, oportunidades y beneficios de desempeño (International Organization for Standardization, 2014). Dentro de este marco, el mantenimiento cumple un papel central al conservar o recuperar la capacidad de los activos para cumplir sus funciones, mediante actividades de planificación, prevención, inspección, monitoreo y mejora continua (Pintelon y Parodi-Herz, 2008).

Definir qué mantenimiento aplicar tampoco es una decisión trivial. Una política demasiado intensiva puede generar reemplazos anticipados, detenciones innecesarias y uso ineficiente de recursos, mientras que una intervención insuficiente puede aumentar la exposición a fallas y sus consecuencias. Por esta razón, las políticas de mantenimiento deben ajustarse a las características del activo, su contexto operacional y los riesgos asociados (Zhao et al., 2022).

Existen metodologías que permiten apoyar estas decisiones de manera estructurada. El mantenimiento centrado en confiabilidad analiza funciones, modos de falla y sus consecuencias para seleccionar tareas adecuadas al contexto operacional (Moubray, 1997), mientras que el mantenimiento basado en riesgo incorpora la probabilidad y las consecuencias de las fallas para priori-

zar activos y actividades de mantenimiento (Khan y Haddara, 2003). Estas herramientas permiten fundamentar técnicamente la necesidad de mantener o modificar una determinada política.

Sin embargo, una recomendación técnica no se transforma automáticamente en una decisión organizacional. Aprobar una modificación puede requerir evaluar riesgos, coordinar distintas áreas, definir responsabilidades, justificar recursos y determinar quién posee la autoridad para decidir. Por esta razón, además de la calidad del análisis técnico, resulta relevante comprender las condiciones organizacionales bajo las cuales estas propuestas son evaluadas.

La presente investigación estudia este proceso en industrias intensivas en activos físicos que operan en Chile. Su propósito es analizar cómo distintas condiciones organizacionales se manifiestan en el proceso mediante el cual propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento son evaluadas y decididas. Para ello, se utiliza documentación de la industria aeronáutica como referente para construir un marco de análisis, que posteriormente se aplica a casos obtenidos mediante entrevistas a profesionales vinculados con mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos.

4 Problema de Investigación

Disponer de antecedentes técnicos que fundamenten una propuesta no garantiza que un cambio en mantenimiento sea adoptado. Entre la propuesta técnica y la decisión organizacional puede existir una brecha que no depende únicamente de los antecedentes que la respaldan, sino también de cómo la organización evalúa el riesgo, distribuye la autoridad y asigna responsabilidad por las decisiones adoptadas.

Esta situación adquiere especial importancia cuando la recomendación implica modificar una práctica ya establecida. Si ocurre un evento adverso después del cambio, puede resultar relativamente sencillo identificar quién propuso o aprobó la modificación. En ese escenario, mantener la práctica existente podría percibirse como una alternativa más fácil de justificar, aun cuando existan antecedentes técnicos que permitan considerar otras opciones.

En la psicología de la decisión se ha estudiado un fenómeno relacionado, denominado sesgo de omisión. Este corresponde a una mayor disposición a aceptar daños derivados de no actuar que daños producidos directamente por una acción, incluso cuando sus consecuencias son comparables (Baron y Ritov, 2004). Aplicado al mantenimiento, este comportamiento podría hacer que una falla posterior a una modificación se asocie más directamente con quienes aprobaron el cambio que una falla ocurrida bajo una política que ya se encontraba vigente. Su posible presencia en este tipo de decisiones constituye uno de los fenómenos que esta investigación busca explorar.

El riesgo asociado a estas decisiones puede presentarse en distintos niveles. Existe un riesgo técnico y operacional relacionado con los efectos de una falla sobre seguridad, ambiente, producción y costos, pero también puede existir una percepción de riesgo personal o profesional para quien recomienda o aprueba una modificación y queda asociado con sus posibles resultados.

Esto no significa que mantener una política existente sea necesariamente una decisión incorrecta. Una posición conservadora puede estar técnicamente fundamentada cuando existe información insuficiente, el activo posee alta criticidad, las consecuencias de falla son importantes o existen restricciones contractuales o regulatorias. El problema de interés aparece cuando la decisión responde principalmente a la necesidad de evitar responsabilidad o exposición personal y no a una evaluación del riesgo y de la evidencia disponible.

Este tipo de comportamiento se relaciona con las denominadas decisiones defensivas, en las cuales se elige una alternativa más fácil de justificar frente a un resultado adverso, aunque no necesariamente sea la más conveniente para la organización (Marx-Fleck et al., 2021). También puede relacionarse con el *decision-based evidence making*, donde la evidencia se utiliza para respaldar una decisión previamente adoptada en vez de constituir el punto de partida del proceso (Tingling y Brydon, 2010). Si bien estos fenómenos han sido estudiados en otros contextos, no se identificaron antecedentes suficientes que permitan establecer de qué manera se manifiestan específicamente en decisiones sobre cambios de mantenimiento en industrias intensivas en activos físicos.

La forma en que una organización distribuye la autoridad y la responsabilidad puede influir en este proceso. Cuando no está claro quién puede aprobar un cambio o aceptar el riesgo residual asociado, una decisión puede requerir revisiones adicionales, ser escalada a niveles superiores o mantenerse sin resolver. Del mismo modo, la falta de respaldo institucional podría aumentar la dependencia de la percepción individual de quien debe recomendar o aprobar la modificación.

Las recomendaciones del fabricante son otro elemento relevante. Estas aportan información técnica sobre el diseño y las condiciones de operación, pero no siempre representan exactamente las condiciones reales de una instalación. Apartarse de ellas puede estar justificado cuando existen datos propios suficientes, aunque mantenerlas también puede resultar más sencillo de defender

frente a un resultado negativo. Por lo tanto, interesa observar si las organizaciones cuentan con mecanismos que permitan evaluar estas recomendaciones y justificar técnicamente una estrategia diferente cuando corresponda.

Estas diferencias también pueden estar relacionadas con el nivel de madurez de los procesos de gestión de activos. Una organización con procesos más desarrollados puede contar con criterios definidos, responsabilidades claras, mecanismos de revisión, límites de aprobación, trazabilidad y seguimiento de resultados. En cambio, cuando estos elementos se encuentran menos formalizados, las decisiones pueden depender en mayor medida del juicio y experiencia de las personas involucradas (The Institute of Asset Management, 2024).

Frente a este escenario, la presente investigación busca analizar qué condiciones organizacionales intervienen en el proceso mediante el cual una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento es evaluada y decidida, considerando también el espacio que ocupa el criterio individual y el contexto en que se produce la decisión.

Por lo tanto, la pregunta principal de esta investigación es:

¿Qué condiciones organizacionales intervienen en el proceso mediante el cual propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento son evaluadas y decididas en industrias intensivas en activos físicos en Chile?

Para responder esta pregunta, el estudio adopta un enfoque exploratorio de carácter cualitativo. A partir de documentación de la industria aeronáutica, utilizada como referente por la formalización de sus procesos de mantenimiento y gestión del riesgo, se construye un marco de análisis que se aplica a casos obtenidos mediante entrevistas a profesionales de industrias intensivas en activos físicos en Chile. El propósito es identificar patrones que permitan comprender cómo distintos elementos organizacionales intervienen en estas decisiones, sin establecer relaciones cau-

sales ni comparar sectores entre sí.

5 Objetivos

5.1 Objetivo General

Analizar cómo se manifiestan distintas condiciones organizacionales en el proceso mediante el cual propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento son evaluadas y decididas en industrias intensivas en activos físicos en Chile.

5.2 Objetivos Específicos

1. Construir un marco de análisis que defina las condiciones organizacionales asociadas al proceso de evaluación y decisión sobre propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento, utilizando como referencia la documentación de la industria aeronáutica y estableciendo criterios para reconocer si cada condición se encuentra presente, parcialmente presente o ausente.

2. Caracterizar la forma en que las organizaciones intensivas en activos físicos evalúan y gestionan propuestas de cambio en mantenimiento, considerando el rol de los análisis de confiabilidad, las recomendaciones del proveedor, las garantías, la experiencia histórica y los criterios de riesgo.

3. Explorar la posible presencia de conductas conservadoras o defensivas en la toma de decisiones sobre cambios en mantenimiento, tales como mantener prácticas existentes, seguir recomendaciones del fabricante o postergar propuestas técnicamente fundamentadas aun cuando existan antecedentes que permitan considerar una modificación.

4. Analizar cómo se manifiestan distintas condiciones organizacionales en el proceso de deci-

sión sobre propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento, qué espacio ocupa el criterio individual dentro de dicho proceso y cómo se relacionan estos elementos con la trayectoria de la decisión y su resultado final.

5. Contrastar el marco de análisis con entrevistas a profesionales del sector, evaluando su adecuación e identificando otros factores relevantes para la evaluación, trayectoria y resultado de propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento.

6 Alcance

El estudio se orienta a industrias intensivas en activos físicos que operan en Chile, tales como minería, energía, transporte, celulosa, puertos, manufactura pesada, agua, alimentos u otras operaciones donde la confiabilidad de los activos es relevante para la continuidad operacional.

Dado que se trata de un estudio exploratorio, no se busca evaluar técnicamente la conveniencia específica de las propuestas analizadas, sino estudiar qué condiciones organizacionales, percepciones de riesgo y otros elementos intervienen en la forma en que una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento es evaluada y decidida dentro de una organización. Estas propuestas pueden referirse, según el caso, a una política, estrategia, plan, frecuencia, tarea, componente o intervención de mantenimiento.

La unidad de análisis corresponde a un episodio concreto de decisión organizacional asociado a una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento. Para que una situación sea incorporada al estudio debe existir una propuesta de cambio suficientemente identificable, antecedentes técnicos que fundamenten su evaluación y una instancia de decisión organizacional asociada a su adopción, rechazo o postergación.

Para esto, el estudio se desarrolla en etapas sucesivas. En primer lugar, a partir de la documentación de la industria aeronáutica, se construye un marco de análisis que define un conjunto de condiciones organizacionales y criterios para reconocer cómo se manifiestan. Posteriormente, este marco se aplica a casos obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas a profesionales del área, permitiendo analizar las condiciones presentes, el contexto de cada decisión, su trayectoria, el espacio que ocupa el criterio individual dentro del proceso y el resultado alcanzado. Las entrevistas también permiten identificar otros elementos relevantes que no fueron considerados inicialmente.

El análisis busca identificar patrones y relaciones entre estas condiciones y los procesos de decisión, más que establecer relaciones de causalidad estricta. El propósito no es demostrar que un factor determina el resultado de una decisión ni comparar sectores entre sí, sino analizar cómo distintos elementos organizacionales y contextuales se relacionan con la forma en que una propuesta de cambio en mantenimiento es evaluada, respaldada y finalmente decidida. Con esto, el estudio busca aportar una base para analizar estos procesos de decisión, sin pretender entregar conclusiones definitivas o generalizables a toda la industria chilena.

7 Marco Teórico

7.1 Gestión de activos y políticas de mantenimiento

Gestión de activos físicos

Un activo físico es un bien tangible que una organización posee, controla o utiliza, y que puede generar, mantener o perder valor durante su vida útil. Incluye equipos, instalaciones, edificios e infraestructura usados para producir bienes o prestar servicios. Es relevante aquí porque su aporte depende de su condición técnica, deterioro, confiabilidad y posibilidad de falla, lo que exige decisiones de operación, inspección, mantenimiento, renovación y reemplazo (Amadi-Echendu, 2004).

La gestión de activos físicos coordina actividades estratégicas, técnicas, operacionales y económicas para obtener valor de los activos, a lo largo de todo su ciclo de vida (identificación de la necesidad, diseño, adquisición, instalación, operación, mantenimiento, modernización y disposición final). Esto incluye las decisiones de diseño y adquisición, que condicionan sus costos, confiabilidad y necesidades futuras de mantenimiento, y no solo la administración del activo mientras opera (Amadi-Echendu, 2004; Pais et al., 2020).

Crear valor no significa solo prolongar la vida útil del activo. Un equipo puede seguir funcionando y aun así dejar de ser conveniente si sus costos, riesgos o limitaciones superan los beneficios que entrega. El activo genera valor cuando contribuye a los objetivos de la organización mediante resultados económicos, operacionales, ambientales, sociales o de seguridad, por lo que su gestión debe evaluar alternativas como mantener, modificar, renovar, reemplazar o retirarlo según su aporte esperado (Amadi-Echendu, 2004; Pais et al., 2020).

Esta evaluación requiere equilibrar costo, riesgo y desempeño. El costo incluye la inversión inicial y los recursos usados en operación, mantenimiento y disposición. El riesgo considera los eventos que pueden afectar la seguridad, el ambiente, la producción o los objetivos del negocio. El desempeño es la capacidad del activo para cumplir su función y entregar el nivel de servicio requerido. Enfocarse solo en reducir costos puede aumentar la exposición a fallas, mientras que reducir el riesgo en exceso puede exigir recursos injustificados. La gestión de activos busca una solución coherente con los objetivos y restricciones de la organización (Maletič et al., 2020; Pais et al., 2020).

Maletic et al. agrupan las prácticas de gestión de activos en estrategia y planificación, gestión de riesgos, gestión del ciclo de vida, información de los activos y revisión del desempeño. Sus resultados muestran que aplicarlas de forma integrada se relaciona positiva y significativamente con el desempeño operacional, lo que evidencia que los resultados no dependen solo de la condición técnica, sino también de la capacidad organizacional para planificar, gestionar riesgos y usar información confiable (Maletič et al., 2020).

El mantenimiento es parte fundamental de la gestión de activos, pero no la abarca por completo. Mientras el mantenimiento busca conservar o recuperar la capacidad funcional del equipo, la gestión de activos define el marco para decidir qué intervención realizar, cuándo ejecutarla y cómo justificarla. Así, el mantenimiento aporta a la continuidad operacional al prevenir o corregir pérdidas de función, mientras que la gestión de activos busca que estas acciones sean coherentes con el costo, el riesgo, el desempeño y la creación de valor para la organización (Amadi-Echendu, 2004; Pais et al., 2020).

Políticas de mantenimiento

El mantenimiento incluye las acciones técnicas y de gestión para conservar o recuperar la función de un activo. Una política de mantenimiento es el criterio que establece cuándo debe intervenirse un activo o modo de falla, a diferencia del plan (que organiza su aplicación mediante frecuencias, recursos y responsables) y de la tarea (la acción concreta, como inspeccionar, lubricar, reparar o reemplazar) (Moubray, 1997; Khan y Haddara, 2003).

Las políticas principales son el mantenimiento correctivo (interviene tras detectarse la falla), el preventivo (actúa antes según intervalos de tiempo, edad o uso) y el basado en condición (se activa por cambios en el estado del activo). Este último usa información operacional para detectar anomalías y degradación, y cuando es posible, predecir la falla o estimar la vida útil remanente; se diferencia del enfoque periódico porque depende de la condición observada y no solo del tiempo (Shin y Jun, 2015).

Al definir intervalos preventivos, intervenir con más frecuencia no siempre es mejor: un reemplazo muy temprano desaprovecha vida útil, y uno muy tardío puede causar fallas e indisponibilidad. La política debe equilibrar el costo de intervenir, el costo esperado de la falla y el valor aún disponible del componente (Zhao et al., 2022).

Definir o modificar una política requiere información sobre las funciones del activo, su contexto operacional, modos de falla, condición y las consecuencias de perder esa función. Los datos de falla permiten estimar frecuencias y patrones, pero deben complementarse con la experiencia de operadores y mantenedores, sobre todo si los registros son incompletos. La información de monitoreo (vibración, temperatura, presión, carga o uso) también apoya estas decisiones (Moubray, 1997; Shin y Jun, 2015).

La criticidad representa la importancia relativa de un activo o modo de falla según sus efectos sobre seguridad, ambiente, producción, calidad y costos. El análisis de confiabilidad usa datos históricos y modelos probabilísticos para estimar la probabilidad de falla, permitiendo priorizar activos y justificar cambios en la política (Moubray, 1997; Khan y Haddara, 2003). El mantenimiento centrado en confiabilidad y el basado en riesgo, vistos más adelante, apoyan este tipo de decisiones.

En resumen, este trabajo usa el término política de mantenimiento para referirse al criterio que determina el momento o la condición que activa una intervención, considerando fallas, condición, criticidad, confiabilidad, consecuencias y costos.

7.2 Métodos técnicos para definir políticas de mantenimiento

Mantenimiento centrado en confiabilidad

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) es un proceso estructurado que determina qué debe hacerse para que un activo siga cumpliendo sus funciones requeridas en su contexto operacional, partiendo de esas funciones y no del equipo aislado. Una falla funcional ocurre cuando esa capacidad se pierde total o parcialmente. Para cada falla funcional se identifican el modo de falla (la causa), el efecto (lo que ocurre) y la consecuencia (su importancia para la seguridad, el ambiente, la operación y los costos) (Moubray, 1997; Sajaradj et al., 2019).

El análisis depende del contexto operacional (carga, régimen de funcionamiento y consecuencias de una detención), por lo que activos similares pueden requerir políticas distintas. Las acciones a seleccionar pueden incluir monitoreo de condición, restauración o sustitución programada, búsqueda de fallas ocultas, operación hasta la falla o rediseño. Las tareas seleccionadas deben

ser aplicables, técnicamente viables y capaces de reducir de forma justificada la probabilidad de falla o sus consecuencias (Moubray, 1997; da Silva et al., 2023).

El RCM permite además revisar las políticas existentes cuando cambia el contexto operacional o la información sobre las fallas, por lo que debe entenderse como un proceso sujeto a revisión y no como un análisis único (Moubray, 1997; Sajaradj et al., 2019).

Mantenimiento basado en riesgo

El mantenimiento basado en riesgo (RBM) usa el riesgo de las fallas (que combina su probabilidad con la magnitud de sus consecuencias sobre el desempeño, la economía, el ambiente o la seguridad) para planificar y priorizar el mantenimiento. Su evaluación puede ser cuantitativa, con datos de falla y modelos probabilísticos, o cualitativa, con matrices de riesgo. La criticidad, definida antes, permite identificar qué activos requieren mayor atención (Khan y Haddara, 2003; da Silva et al., 2023).

El RBM concentra los recursos en los activos y modos de falla de mayor riesgo, en vez de distribuirlos de forma uniforme. Para esto, estima el riesgo, lo compara con criterios de aceptación, define las actividades y sus intervalos, y verifica si el plan logra la reducción esperada (Khan y Haddara, 2003).

RCM y RBM son complementarios: el primero analiza en detalle las funciones, las fallas y las acciones aplicables, mientras que el segundo prioriza los recursos según el riesgo. Aplicarlos en conjunto permite orientar las tareas tanto al funcionamiento requerido del activo como a las fallas de mayor importancia para la organización (da Silva et al., 2023).

Del análisis técnico a la decisión

Los análisis técnicos convierten datos de fallas, condición, confiabilidad, riesgos, costos y desempeño en recomendaciones de intervención. Pero elegir o modificar una política involucra más que el análisis técnico: también deben considerarse los objetivos de la organización, la producción, la disponibilidad, los costos y las restricciones operacionales. Por eso, el análisis es un insumo para la decisión de gestión, no la decisión misma (Pintelon y Gelders, 1992).

Formalizar el análisis permite dejar explícitos los criterios, las alternativas y las compensaciones entre ellas. Al elegir una política se combinan datos cuantitativos y cualitativos con criterios como disponibilidad, seguridad y confiabilidad, junto con la adecuación al personal, el conocimiento disponible, los repuestos y las condiciones de ejecución. Así, la recomendación resulta más clara, trazable y discutible entre los participantes, en vez de depender solo del juicio individual (Goossens y Basten, 2015).

Aun así, la herramienta de análisis no reemplaza la decisión humana. Goossens y Basten señalan que su principal utilidad no es adoptar automáticamente una política, sino ordenar el razonamiento y facilitar la discusión entre los involucrados. El resultado orienta la decisión, pero debe interpretarse según el componente, la falla y el contexto. La decisión final sigue siendo responsabilidad de quienes deben asumir sus consecuencias (Goossens y Basten, 2015).

El paso de una recomendación técnica a su adopción varía según la organización. Da Silva et al. muestran un caso donde las políticas propuestas se incorporan a un plan con frecuencias, recursos y costos, que se revisa antes de implementarse y luego se evalúa con indicadores. Este es solo un ejemplo, no una secuencia universal: la forma de revisar, aprobar o rechazar una recomendación depende de las responsabilidades, los criterios de aprobación y el nivel de madurez de

la organización en gestión de activos (da Silva et al., 2023; The Institute of Asset Management, 2024).

Por eso, analizar, recomendar, decidir e implementar son etapas distintas. Esta distinción es relevante para la presente investigación, ya que su interés no está en evaluar la calidad del análisis técnico ni el resultado posterior de la implementación, sino en el proceso mediante el cual una propuesta llega a una decisión organizacional. En consecuencia, una propuesta técnicamente fundamentada se considera adoptada cuando la organización decide aprobar el cambio o autorizar su ejecución, según la naturaleza de la modificación.

7.3 Riesgo y toma de decisiones bajo incertidumbre

Riesgo, incertidumbre y riesgo residual

El riesgo es el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos, es decir, una posible desviación respecto de los resultados esperados. Suele expresarse mediante eventos potenciales, sus consecuencias y su probabilidad de ocurrencia. En mantenimiento, estos efectos pueden originarse en la falla o degradación de un activo, pero también en una intervención inadecuada, insuficiente o anticipada, afectando la seguridad, el ambiente, la continuidad operacional, el desempeño y los costos de la organización (International Organization for Standardization, 2018; Khan y Haddara, 2003; da Silva et al., 2023).

La probabilidad es la posibilidad de que un evento ocurra, y la consecuencia es el resultado que ese evento produce sobre los objetivos. Ambas pueden evaluarse de forma cualitativa o cuantitativa, pero no eliminan la incertidumbre, que también incluye las limitaciones del conocimiento, la calidad de los datos, los supuestos adoptados y la dificultad de anticipar condiciones futuras. Por

eso, una estimación de riesgo no es una predicción segura, sino una representación construida con la mejor información disponible y sujeta a revisión (International Organization for Standardization, 2018; da Silva et al., 2023).

Las políticas y tareas de mantenimiento actúan como controles que modifican la probabilidad de una falla o limitan sus consecuencias, pero no siempre eliminan el riesgo. Tras aplicar una medida permanece un *riesgo residual*, que debe ser conocido, documentado y revisado. Si no resulta aceptable, pueden requerirse controles adicionales, otra política o incluso modificar el activo. El tratamiento también puede introducir nuevos riesgos (por ejemplo, fallas inducidas por la propia intervención), por lo que su eficacia debe verificarse con seguimiento y retroalimentación (International Organization for Standardization, 2018; Khan y Haddara, 2003; da Silva et al., 2023).

La aceptación del riesgo depende de criterios definidos por cada organización según sus objetivos, obligaciones, recursos, contexto y partes interesadas. Aceptar o retener un riesgo es una decisión informada, tomada tras valorar las alternativas y el riesgo residual, y no una forma de ignorarlo. El apetito y la tolerancia al riesgo varían según el sector, la cultura y los objetivos organizacionales. En decisiones de mantenimiento, las consecuencias pueden ser técnicas, económicas, ambientales o de seguridad, y también relacionarse con compromisos contractuales o efectos reputacionales; estas dimensiones no son necesariamente independientes, pues un mismo evento puede afectar varios objetivos a la vez (International Organization for Standardization, 2018; The Institute of Asset Management, 2024; Khan y Haddara, 2003).

Además del riesgo que enfrenta la organización, quien debe aprobar un cambio puede percibir un riesgo personal o profesional al hacerse responsable de sus resultados. Una consecuencia adversa podría interpretarse como una amenaza a su reputación, apoyo interno o continuidad labo-

ral, incluso si la decisión está bien fundamentada. La literatura sobre decisiones defensivas muestra que el temor a críticas o consecuencias personales puede llevar a elegir una alternativa menos efectiva, pero percibida como más segura para quien decide. En esta investigación, este riesgo percibido no se considerará parte del riesgo técnico del activo, sino un factor organizacional que puede influir en la disposición a aceptar el riesgo residual al modificar una política de mantenimiento (Marx-Fleck et al., 2021).

Apetito y tolerancia al riesgo

El apetito al riesgo es la disposición de una organización a emprender actividades riesgosas para generar valor, un concepto distinto de la cantidad de riesgo aceptable, que corresponde más bien a la aceptación y la tolerancia. En mantenimiento, se refleja en la disposición a modificar una política conocida para ganar disponibilidad, reducir costos o aprovechar mejor la vida útil de un activo, aunque el cambio implique incertidumbre (Aven, 2013; The Institute of Asset Management, 2024; da Silva et al., 2023).

La tolerancia al riesgo, en cambio, es la disposición a soportar el riesgo que queda tras aplicar controles. Así, el apetito indica qué riesgos se está dispuesto a tomar para crear valor, y la tolerancia indica cuánto riesgo residual puede soportarse. Una política de mantenimiento puede reducir la probabilidad o las consecuencias de una falla, pero rara vez elimina el riesgo por completo, por lo que el nivel restante debe compararse con la tolerancia de la organización (The Institute of Asset Management, 2024; International Organization for Standardization, 2018).

Esta comparación requiere criterios de riesgo aceptable. ISO 31000 indica que la organización debe definir cuánto y qué tipo de riesgo puede asumir, con criterios coherentes con sus objetivos, recursos y partes interesadas, revisables si cambia el contexto. En mantenimiento, esto

puede traducirse en niveles máximos de riesgo, consecuencias que exigen tratamiento obligatorio o requisitos antes de modificar una política (International Organization for Standardization, 2018; The Institute of Asset Management, 2024).

Los límites de aprobación, tal como se usan en este trabajo, son los umbrales que relacionan el nivel de riesgo con la autoridad requerida para aceptar una decisión. Los criterios generales deberían definirse en niveles apropiados de la organización, mientras que la autoridad para aceptar riesgos específicos puede distribuirse entre mantenimiento, confiabilidad, operaciones, seguridad o niveles directivos, según cada empresa. ISO 31000 exige asignar y comunicar claramente estas responsabilidades, de modo que quienes deciden conozcan el riesgo residual. La aceptación no debería depender solo de la disposición personal de quien propone el cambio, sino de una autoridad definida (International Organization for Standardization, 2018; The Institute of Asset Management, 2024).

Contar con criterios explícitos permite distinguir entre recomendar una modificación y estar facultado para aceptar su riesgo. Por eso, importa determinar si las organizaciones tienen criterios documentados, si los profesionales saben cuándo escalar una decisión y si está claro quién puede aceptar el riesgo residual. Aun así, la decisión sigue dependiendo de estimaciones incompletas: Aven advierte que una probabilidad numérica no siempre refleja la solidez de la información que la sustenta, por lo que resultados similares pueden esconder incertidumbres muy distintas (Aven, 2013; International Organization for Standardization, 2018).

Toma de decisiones bajo incertidumbre

Puede ocurrir que las decisiones de mantenimiento se tomen sin información completa sobre el comportamiento futuro del activo. Los datos históricos y registros de falla pueden ser

insuficientes o inexactos, y puede faltar conocimiento sobre los mecanismos de degradación, por lo que el análisis combina datos disponibles con la experiencia y el juicio del personal. Así, la incertidumbre no es una situación excepcional, sino una condición habitual al decidir si una política debe mantenerse o modificarse (Pintelon y Parodi-Herz, 2008).

Además, quienes toman estas decisiones no siempre procesan toda la información relevante. El tiempo, los recursos y la capacidad para entender modelos complejos son limitados, por lo que las personas priorizan ciertas fuentes e interpretan los resultados según su experiencia, conocimientos, valores y supuestos (Bonjean Stanton y Roelich, 2021). En mantenimiento, esto ocurre cuando deben considerarse a la vez historiales de falla, condición del activo, modos de falla, costos, riesgos y restricciones operacionales. Por eso, incluso un análisis detallado puede simplificarse o interpretarse de forma distinta según quién decide.

La participación de distintas áreas ayuda a compensar estas limitaciones al integrar conocimientos y perspectivas. Goossens y Basten muestran que elegir políticas se beneficia al reunir a actores de propiedad, operación, mantenimiento y diseño del activo, ya que la discusión hace visibles criterios y argumentos que podrían quedar implícitos en un análisis individual (Goossens y Basten, 2015; Pintelon y Parodi-Herz, 2008). En una organización industrial, esto puede requerir la participación de mantenimiento, operaciones, confiabilidad, seguridad y otras áreas afectadas por la decisión. Sin embargo, el grado en que estos conocimientos se integran mediante instancias formales, criterios compartidos y responsabilidades definidas puede variar según la madurez de la organización en mantenimiento y gestión de activos (Goossens y Basten, 2015; Pintelon y Parodi-Herz, 2008).

La incertidumbre también puede hacer que actuar y no actuar se evalúen de forma distinta. El sesgo de omisión es la preferencia por aceptar un daño causado por no intervenir antes que un

daño igual o menor producido por actuar. Baron y Ritov distinguen esto de la simple preferencia por mantener el estado actual, y muestran que no todas las personas lo presentan con la misma intensidad (Baron y Ritov, 2004). Aunque su estudio no trata sobre mantenimiento, el concepto podría explicar por qué mantener una política vigente se percibe como menos comprometedor que aprobar su modificación: si tras el cambio ocurre una falla, la consecuencia puede asociarse más directamente con quien la autorizó. Esta aplicación no es un resultado demostrado en mantenimiento, sino un comportamiento cuya posible presencia se examinará en esta investigación.

7.4 Factores organizacionales en las decisiones de mantenimiento

Recomendaciones de proveedores y fabricantes

Las recomendaciones de mantenimiento del fabricante original del equipo (OEM) son un antecedente técnico relevante, pues se basan en el conocimiento del diseño, las especificaciones, los modos de operación previstos y la experiencia acumulada sobre el activo. Suelen definir tareas, inspecciones, repuestos e intervalos para preservar la seguridad, la confiabilidad y la vida útil del equipo. Además, cumplirlas puede estar ligado a la continuidad de garantías y soporte, por lo que no deberían descartarse sin evaluarlas antes (The Institute of Asset Management, 2024; Okirie et al., 2025).

Sin embargo, estas recomendaciones no siempre son la política más adecuada para toda instalación. El IAM señala que pueden ser genéricas y considerar poco el ambiente, el uso, la criticidad y las consecuencias de falla propias de cada organización. Del mismo modo, Okirie et al. explican que las condiciones reales pueden diferir de las consideradas en el diseño por cargas más exigentes, ambientes particulares, modificaciones del equipo, restricciones operacionales o

nuevas tecnologías de monitoreo. En estos casos, la experiencia y los datos históricos pueden mostrar la necesidad de aumentar, reducir o reemplazar ciertas tareas e intervalos (The Institute of Asset Management, 2024; Okirie et al., 2024).

El estudio de Okirie et al. en 2024 encontró que los costos y las restricciones operacionales eran las principales razones para apartarse de las recomendaciones OEM. Los encuestados veían como posibles beneficios el ahorro de costos, mayor disponibilidad y el uso de información histórica y tecnologías predictivas para adaptar las políticas. Pero estos resultados son percepciones profesionales y no demuestran que desviarse siempre produzca mejores resultados. Además, debe distinguirse entre una modificación respaldada por evidencia y análisis de riesgo, y el incumplimiento causado solo por falta de presupuesto, personal, repuestos o tiempo (Okirie et al., 2024).

Esta precaución se refuerza con el estudio posterior de Okirie et al. en cinco turbinas de gas. Las unidades que más cumplieron las inspecciones recomendadas tuvieron mayor disponibilidad, mayores tiempos entre fallas y menos detenciones que las de menor cumplimiento. El estudio muestra una asociación, pero no permite atribuir las diferencias solo al seguimiento del OEM, ya que también pueden influir la condición inicial, la carga, la edad, el ambiente y la calidad de ejecución. Por eso, tampoco sería correcto asumir que toda recomendación debe mantenerse sin cambios; la evidencia sugiere que apartarse de ella requiere justificación técnica, documentación y seguimiento posterior (Okirie et al., 2025).

Las recomendaciones OEM pueden dar legitimidad técnica a una decisión, pues vienen del diseñador, están documentadas y se asocian con garantías, soporte y prácticas reconocidas. Esto puede hacer más fácil justificar mantenerlas ante una falla posterior. Pero ninguna fuente demuestra que seguir al fabricante dé protección personal real ni que produzca decisiones defensivas. Como posibilidad a examinar, cuando apartarse del OEM implica asumir más responsabilidad, alguien

podría preferir conservar la recomendación por ser más fácil de justificar, aun si existe un análisis favorable al cambio. En ese caso, la decisión sería defensiva si se eligiera para reducir la exposición personal a críticas y no porque entregara mayor valor a la organización. Como en los casos anteriores, esto es una posibilidad que la investigación busca contrastar, no un hallazgo previo (The Institute of Asset Management, 2024; Marx-Fleck et al., 2021).

Comportamiento conservador y toma de decisiones defensiva

En este trabajo, se considera conservadora la decisión que prioriza limitar la exposición a las consecuencias de una falla. Esto no es necesariamente inadecuado: desde el mantenimiento basado en riesgo, una modificación no debería aprobarse si el riesgo estimado supera los criterios de aceptación, si sus consecuencias sobre seguridad, ambiente, operación o costos son relevantes, o si la evidencia no permite asegurar que el riesgo residual será aceptable. En estos casos puede justificarse mantener los controles, aumentar el mantenimiento o pedir análisis adicionales. En cambio, cuando el riesgo es bajo, este enfoque permite reducir tareas y recursos de forma justificable (Khan y Haddara, 2003).

La decisión defensiva es distinta de una decisión conservadora o de una simple aversión al riesgo. Ocurre cuando quien decide no elige la alternativa más conveniente para la organización, sino otra de menor riesgo personal en el caso que el resultado sea negativo. En mantenimiento, podría ser mantener una política más intensiva, rechazar una modificación o preferir una alternativa conocida, no porque controle mejor el riesgo, sino porque es más fácil de justificar ante una falla posterior. Así, proteger a la persona puede aumentar costos, bajar el desempeño o dejar a la organización más expuesta. El fenómeno se ha documentado en otros sectores profesionales; si se manifiesta también en políticas de mantenimiento es parte de lo que esta investigación busca

observar (Marx-Fleck et al., 2021).

La conducta defensiva también puede mostrarse como evitación de la decisión. Marx-Fleck et al. incluyen aquí la tendencia a dejar decisiones riesgosas en manos de otros o escalarlas a niveles superiores. En mantenimiento, esto podría postergar una modificación o escalarla repetidamente, aun con información suficiente y autoridad para resolver. Pero escalar no es defensivo en sí mismo: es apropiado cuando el riesgo excede los límites de aprobación o cuando aceptar el riesgo residual corresponde formalmente a otra autoridad. Se vuelve defensivo cuando el traslado busca sobre todo evitar responsabilidad (Marx-Fleck et al., 2021; International Organization for Standardization, 2018).

Otra situación relacionada es mantener automáticamente las políticas históricas. La experiencia acumulada es un antecedente válido, pero su continuidad no debería darse por sentada sin revisar si sigue siendo adecuada para el contexto, el estado del activo y el riesgo actual. El sesgo de omisión puede favorecer esa continuidad, pues implica mayor disposición a aceptar un daño por no actuar que uno igual o menor por actuar. En mantenimiento, una falla tras un cambio podría atribuirse más directamente a quien lo aprobó, mientras que una falla bajo la política histórica sería más difícil de atribuir a una decisión concreta, ya que el estudio original de Baron y Ritov sobre este sesgo no se hizo en el ámbito del mantenimiento (Goossens y Basten, 2015; Baron y Ritov, 2004).

Por último, la relación entre evidencia y decisión puede invertirse. Tingling y Brydon distinguen entre evidencia usada para tomar una decisión, para informarla o para respaldar una alternativa ya elegida. En este último caso (*decision-based evidence making*), los datos se recopilan o seleccionan para justificar a una decisión ya tomada. En mantenimiento, esto podría pasar si primero se decide conservar o modificar una política y luego solo se usan los registros o escenarios

que confirman esa preferencia, dejando fuera la evidencia contraria. Los autores advierten que usar evidencia para respaldar una decisión no es malo en problemas inciertos, pues también comunica el razonamiento y genera confianza; el problema surge cuando el análisis se vuelve ceremonial u oculta información desfavorable (Tingling y Brydon, 2010).

Por lo tanto, el carácter conservador de una decisión debe evaluarse según el riesgo que protege a la organización, mientras que su carácter defensivo depende de si la alternativa se elige principalmente para proteger a quien decide. Esta diferencia será clave para examinar si conservar, modificar, postergar o escalar una política responde al análisis técnico o a la facilidad de justificar la decisión personalmente.

Responsabilidad individual y respaldo institucional

En organizaciones con procesos formales de gestión de activos, las decisiones sobre una política de mantenimiento rara vez dependen de una sola persona, ya que intervienen quienes realizan el análisis, formulan la recomendación, revisan sus efectos, aceptan el riesgo residual e implementan el cambio. Sin embargo, quien propone o aprueba la modificación puede sentir que quedará personalmente asociado con sus resultados, sobre todo si su nombre aparece en los informes o si defendió la alternativa. Por eso, la responsabilidad individual debe analizarse dentro del sistema organizacional, junto con los procedimientos, la información, los recursos y las autoridades que condicionaron la decisión (Dekker, 2017).

El temor a ser responsabilizado por una falla posterior puede afectar la disposición a decidir. Steffel et al. muestran que las personas tienden a delegar más las decisiones que pueden tener consecuencias negativas para otros, buscando evitar sentirse responsables o ser culpadas, y prefieren delegar en quienes tienen autoridad para asumir formalmente esas consecuencias. En

mantenimiento, esto puede verse en el escalamiento de una modificación a niveles superiores. Escalar es apropiado cuando el riesgo excede la autoridad asignada, pero puede ser defensivo si su fin principal es transferir la responsabilidad y no mejorar la decisión (Steffel et al., 2016).

Este temor también puede llevar a elegir una alternativa menos conveniente para la organización, pero más segura para quien decide: conservar una política histórica, mantener tareas más intensivas de lo necesario o pedir aprobaciones adicionales, aunque el análisis técnico respalde un cambio. La decisión es defensiva cuando se elige principalmente para evitar críticas o consecuencias personales ante una falla, y no porque controle mejor el riesgo del activo (Marx-Fleck et al., 2021).

El respaldo organizacional ayuda a reducir esta exposición individual. Una cultura justa busca equilibrar responsabilidad, aprendizaje y confianza, evitando tanto la falta de rendición de cuentas como culpar automáticamente a la persona más visible. Ante una falla, la organización debería revisar qué información había disponible, qué proceso se siguió, por qué la decisión parecía razonable, quién tenía autoridad y qué condiciones contribuyeron al resultado. Respaldar a quien actuó dentro de sus atribuciones y con un proceso bien fundamentado no es garantizar impunidad, sino distinguir una decisión razonable bajo incertidumbre de una actuación negligente o contraria al procedimiento (Dekker, 2017).

Para esta investigación, importa determinar si las responsabilidades están claramente distribuidas, si los profesionales temen quedar expuestos tras una falla y si sienten que la organización respaldará una modificación adoptada por el procedimiento y la autoridad correspondientes.

7.5 Madurez en gestión de activos y capacidad de decisión

Madurez organizacional y madurez en gestión de activos

La madurez organizacional es el desarrollo progresivo de capacidades para gestionar los procesos de forma consistente, integrada y alineada con los objetivos de la organización. Desde la gestión de procesos, este desarrollo incluye la alineación estratégica, la gobernanza, los métodos de trabajo, la tecnología, las personas y la cultura. A mayor madurez, los procesos dejan de depender de prácticas individuales y se apoyan en métodos compartidos que permiten aplicarlos y mejorarlos de forma sostenida (Rosemann y de Bruin, 2005).

En gestión de activos, la madurez es el grado en que las capacidades necesarias para obtener valor de los activos están desarrolladas e integradas en la organización. Considera cómo se relacionan el liderazgo, la planificación, la toma de decisiones, la información, el riesgo, la ejecución durante el ciclo de vida y la mejora continua, más allá del cumplimiento formal de un sistema de gestión. El nivel apropiado depende del contexto de cada organización, en especial de la criticidad de sus activos y la complejidad de su entorno (The Institute of Asset Management, 2024).

Una señal de esta madurez es contar con procesos formalizados para analizar y decidir sobre los activos, con competencias, herramientas, responsabilidades y criterios claramente definidos, incluyendo los umbrales de aprobación (The Institute of Asset Management, 2024). Así, las decisiones de mayor impacto pueden someterse a análisis más rigurosos y trazables, mientras que las de menor importancia se resuelven con procedimientos proporcionales a su riesgo y complejidad.

La integración entre áreas también es señal de madurez, ya que las decisiones de mantenimiento suelen afectar a la vez la disponibilidad, la producción, la seguridad, los costos y la vida

útil de los activos. Por eso, su análisis no debería limitarse a mantenimiento, sino incluir también operaciones, ingeniería y otras funciones relacionadas. Cuando estas áreas comparten información y evalúan juntas las alternativas, las decisiones tienden a ser más consistentes con los objetivos globales y a mejorar el desempeño operacional (The Institute of Asset Management, 2024; Maletič et al., 2020).

La información es otra capacidad clave, pues las decisiones requieren datos adecuados sobre condición, fallas, costos, desempeño y riesgos. Una organización madura no solo recopila información, sino que define sus necesidades, controla su calidad y la usa de forma sistemática para comparar alternativas y hacer seguimiento de resultados (Maletič et al., 2020).

Finalmente, la madurez implica revisar y adaptar los criterios y decisiones cuando cambia el contexto o aparece nueva evidencia. El IAM señala que los marcos de valor y criterios de decisión necesitan revisiones periódicas ante cambios en riesgos, regulación, demanda, tecnología o el estado de los activos. Aplicado al mantenimiento, esto significa que las políticas vigentes no deberían mantenerse por costumbre, sino revisarse según sus resultados, la información acumulada y las condiciones actuales del activo (The Institute of Asset Management, 2024).

Gobernanza, trazabilidad y aprendizaje

Las decisiones de mantenimiento necesitan niveles de aprobación según su riesgo y complejidad. Los cambios menores pueden resolverse con procedimientos ya autorizados; los que afectan activos críticos, seguridad o costos altos requieren revisión de niveles superiores, a veces mediante un comité que reúna las distintas perspectivas técnicas y operacionales (The Institute of Asset Management, 2024).

La trazabilidad permite reconstruir cómo y por qué se tomó una decisión: qué información

y supuestos se usaron, qué alternativas se evaluaron y qué riesgos se identificaron. Documentar los supuestos es clave cuando hay incertidumbre, pues después permite ver si las condiciones que justificaron el cambio se mantuvieron. ISO 31000 exige registrar el proceso de gestión del riesgo para apoyar la decisión, la comunicación y la rendición de cuentas (International Organization for Standardization, 2018).

También debe quedar claro quién hace cada función: analizar, recomendar, aprobar y aceptar el riesgo residual son tareas distintas, aunque a veces recaigan en la misma persona. Una organización más madura define quién tiene la autoridad para cada una y cuándo una decisión debe escalarse, evitando que la aprobación dependa solo de relaciones informales (The Institute of Asset Management, 2024).

Aprobar un cambio no cierra el proceso. Después hay que dar seguimiento con indicadores de fallas, confiabilidad, disponibilidad, costos y riesgo, comparando los resultados con lo esperado y detectando efectos no previstos. Esta revisión es una práctica central de la gestión de activos (Maletič et al., 2020).

Este seguimiento sirve para validar la política: si los resultados confirman los supuestos y el riesgo se mantiene dentro de lo aceptado, la modificación puede conservarse; si aparecen fallas o desviaciones relevantes, debe revisarse y ajustarse o revertirse. El RCM y el RBM incluyen esta revisión periódica como parte del proceso (da Silva et al., 2023).

Finalmente, las fallas posteriores a una decisión son una oportunidad de aprendizaje. En vez de buscar solo quién la tomó, conviene examinar la información, los supuestos, la implementación y el proceso de aprobación, para entender qué permitió el resultado y qué se puede mejorar (Dekker, 2017).

Madurez y adopción del análisis técnico

Una mayor madurez en gestión de activos no asegura que una organización apruebe o rechace una alternativa: eso depende de su contexto, objetivos, criticidad y recursos. Pero sí ayuda a que el análisis técnico se evalúe con procesos más consistentes y trazables, con responsabilidades claras, criterios compartidos y buen seguimiento. Esto refleja el paso de decisiones que dependen de una persona a formas de trabajo más formalizadas (The Institute of Asset Management, 2024; Rosemann y de Bruin, 2005).

La integración entre áreas como mantenimiento, operaciones e ingeniería permite ver juntos los efectos de una decisión sobre el riesgo, los costos y el desempeño del activo. Revisar las políticas periódicamente también permite comprobar si los beneficios esperados se cumplieron, y usar eso en decisiones futuras (Maletič et al., 2020).

Cuando hay menos formalización, en cambio, las decisiones tienden a depender más de la costumbre o del criterio individual, lo que las hace más difíciles de justificar y revisar. En ese escenario, el miedo a consecuencias personales puede llevar a postergar una decisión, escalarla sin necesidad, o elegir la alternativa más fácil de defender aunque no sea la mejor para la organización (Marx-Fleck et al., 2021).

Por eso, esta investigación considera la formalización de los procesos, la integración entre áreas, la revisión de políticas y el aprendizaje posterior como señales de madurez.

7.6 Síntesis y modelo conceptual de la investigación

Condiciones organizacionales en decisiones sobre cambios en mantenimiento

Una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento no es evaluada únicamente a partir de sus antecedentes técnicos, sino también dentro del contexto organizacional en que se desarrolla la decisión. En esta investigación, las condiciones organizacionales corresponden a los criterios, responsabilidades, mecanismos de revisión, formas de coordinación y prácticas de seguimiento que pueden influir en la manera en que una organización analiza y resuelve este tipo de decisiones (Aven, 2013; The Institute of Asset Management, 2024).

Estas condiciones reúnen lo visto en las secciones anteriores: el apetito y la tolerancia al riesgo, que orientan qué alternativas está dispuesta a considerar la organización y cuánto riesgo residual puede aceptar (Aven, 2013; International Organization for Standardization, 2018); los límites de aprobación, que distribuyen la autoridad para aceptar ese riesgo (International Organization for Standardization, 2018; The Institute of Asset Management, 2024); la madurez en gestión de activos, relacionada con la formalización de criterios, la integración entre áreas y la revisión de los procesos (The Institute of Asset Management, 2024; Maletič et al., 2020); y la gobernanza, trazabilidad y aprendizaje, que permiten respaldar las decisiones y revisar posteriormente sus resultados (International Organization for Standardization, 2018; da Silva et al., 2023).

En conjunto, estos elementos permiten distinguir entre procesos donde la decisión se apoya principalmente en criterios y mecanismos compartidos por la organización y otros donde existe un mayor espacio para la experiencia y el juicio de las personas involucradas. Cuando los procesos se encuentran más formalizados, la decisión puede apoyarse en responsabilidades, criterios y antecedentes previamente establecidos. Cuando estos mecanismos son débiles, incompletos o ambiguos,

la experiencia y el juicio de las personas pueden ocupar un espacio mayor en la forma en que se evalúa, aprueba o escala una propuesta.

La presencia de estas condiciones no significa que las propuestas deban ser adoptadas con mayor frecuencia ni que una decisión conservadora sea necesariamente incorrecta. Su función dentro de esta investigación es permitir analizar cómo se estructura el proceso mediante el cual una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento es revisada, respaldada y finalmente decidida, considerando también el contexto y las restricciones particulares de cada situación.

Riesgo percibido individual como factor asociado

El riesgo percibido individual es distinto de las condiciones organizacionales descritas. Mientras estas representan mecanismos y características del proceso de decisión, quien recomienda o aprueba un cambio puede percibir además un riesgo personal asociado a sus posibles consecuencias (Marx-Fleck et al., 2021).

En este contexto, se plantea como posibilidad que dicha percepción influya en la forma en que una decisión se desarrolla. Por ejemplo, podría favorecer la mantención de una política o recomendación del fabricante por ser más fácil de justificar (Marx-Fleck et al., 2021; The Institute of Asset Management, 2024), el escalamiento o postergación de una decisión (Steffel et al., 2016), o el uso de evidencia para respaldar una alternativa previamente preferida (Tingling y Brydon, 2010). Estas conductas no se consideran necesariamente defensivas, ya que también pueden responder a razones técnicas, de riesgo o de autoridad.

La investigación explora si este tipo de percepción aparece en las decisiones analizadas y si su importancia varía según el grado de formalización de los mecanismos organizacionales. En

particular, interesa observar si la existencia de criterios claros, responsabilidades definidas y respaldo institucional reduce el espacio para que la decisión dependa principalmente de la exposición o percepción personal de quien participa en ella (Dekker, 2017).

8 Metodología

8.1 Enfoque y diseño de la investigación

La investigación adopta un enfoque cualitativo y de carácter exploratorio, orientado a analizar cómo distintas condiciones organizacionales intervienen en el proceso mediante el cual una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento es evaluada y decidida. El interés no está en evaluar la calidad técnica de la propuesta, sino en analizar el proceso mediante el cual esta es revisada, discutida y finalmente decidida.

Para efectos de esta investigación, se considera como técnicamente fundamentada una propuesta de cambio que se encuentra respaldada por antecedentes técnicos identificables y que ha sido considerada dentro de un proceso de decisión de la organización. Estos antecedentes pueden incluir, entre otros, información sobre fallas, condición o desempeño del activo, análisis de confiabilidad, recomendaciones del fabricante, análisis de causa, resultados de pruebas o experiencia técnica asociada al comportamiento del equipo. Esta clasificación no implica una validación independiente de la corrección o suficiencia del análisis técnico realizado, sino únicamente que la propuesta contaba con antecedentes técnicos que permitían justificar su evaluación dentro de la organización.

El diseño se basa en el análisis comparativo de casos reales de decisión. Cada caso corresponde a un episodio concreto de decisión organizacional asociado a una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento, sobre la cual la organización debió tomar una decisión. La propuesta podía referirse, según el caso, a una política, estrategia, plan, frecuencia, tarea, componente o intervención de mantenimiento.

Para incorporar una situación al estudio debía existir una propuesta de cambio suficien-

temente identificable, antecedentes técnicos que fundamentaran su evaluación y una instancia de decisión organizacional asociada a su adopción, rechazo o postergación. De esta manera, la unidad de análisis corresponde al episodio específico de decisión y no a la organización o al entrevistado como un todo, permitiendo que una misma organización o participante pueda aportar más de un caso cuando existan situaciones diferenciables.

Para efectos de esta investigación, cada caso se analiza hasta la decisión de aprobar, rechazar o postergar la propuesta de cambio, sin extender el análisis a su implementación posterior.

Para cada caso se consideran separadamente las características del contexto en que ocurrió la decisión, las condiciones organizacionales presentes durante el proceso, el espacio que ocupó el criterio de las personas involucradas, su trayectoria y su resultado. Esta separación permite distinguir entre elementos propios de la situación analizada y aquellos asociados a la forma en que la organización desarrolla el proceso de decisión.

El estudio no busca establecer relaciones causales ni generalizaciones estadísticas. Su propósito es identificar y comparar patrones entre los casos analizados, observando cómo las condiciones organizacionales y el contexto se relacionan con distintos resultados, trayectorias de decisión y formas de participación del criterio individual.

8.2 Construcción del marco de análisis

El marco de análisis se construyó a partir de los antecedentes desarrollados en el marco teórico y la revisión de documentación técnica y regulatoria de la industria aeronáutica. El marco teórico permitió identificar conceptos y mecanismos relevantes para comprender cómo una recomendación técnica es evaluada dentro de una organización, entre ellos la aceptación del riesgo, la autoridad, la revisión técnica, la integración entre áreas, la trazabilidad, el aprendizaje, la respon-

sabilidad y el respaldo institucional.

Posteriormente, la documentación de la industria aeronáutica se utilizó como referente para precisar cómo estos elementos pueden expresarse mediante mecanismos organizacionales formalizados. Esta industria no constituye el objeto de estudio ni se utiliza como un estándar de cumplimiento para evaluar a las demás organizaciones, sino como una referencia debido al grado de formalización y documentación de sus procesos de mantenimiento, seguridad y gestión del riesgo.

Para esta revisión se analizaron documentos de EASA, FAA, ICAO y la Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile. En cada caso se examinó cómo las fuentes abordaban los elementos identificados previamente en la literatura y qué mecanismos podían utilizarse como referencia para reconocer funciones equivalentes en otros contextos industriales. El detalle de esta revisión se presenta en el Anexo A.

A partir de la integración de ambos antecedentes se definieron las ocho condiciones organizacionales utilizadas en la investigación. Para cada una se estableció una definición de referencia que permitió precisar qué mecanismo se buscaba reconocer posteriormente en los casos analizados. Estas condiciones se tradujeron luego en aspectos observables y en temas orientadores para las entrevistas semiestructuradas. Finalmente, la información obtenida en las entrevistas se contrastó con las definiciones de referencia para clasificar cada condición en los casos analizados.

De esta manera, la construcción del marco siguió una secuencia de trazabilidad: antecedentes del marco teórico, mecanismos observados en el referente aeronáutico, definición de las ocho condiciones organizacionales, aspectos a observar en las entrevistas y criterios utilizados para interpretar y clasificar la evidencia obtenida. Las condiciones, por lo tanto, no provienen de una única fuente ni corresponden directamente a requisitos aeronáuticos, sino que representan una síntesis entre los antecedentes conceptuales y los mecanismos observados en el referente utilizado.

#	Condición	Definición de referencia
1	Criterios de aceptación de riesgo	Existen criterios explícitos para evaluar qué nivel de riesgo es aceptable, cuándo requiere medidas adicionales y cuándo debe escalarse su aceptación, evitando que la decisión dependa únicamente del juicio puntual de quien decide.
2	Tratamiento de recomendaciones del fabricante (OEM)	Las recomendaciones del fabricante constituyen un antecedente técnico de referencia, pero existe un mecanismo que permite evaluarlas y, cuando no son obligatorias, apartarse de ellas si existe evidencia y justificación suficiente.
3	Revisión técnica procedimental	El análisis que sustenta una propuesta de cambio pasa por una instancia o procedimiento de revisión técnica previamente definido, realizado por personas o funciones competentes antes de adoptar la decisión.
4	Integración entre áreas involucradas	Las áreas afectadas por la decisión o que poseen información relevante participan de manera coordinada en su evaluación, con responsabilidades, relaciones e instancias de interacción suficientemente definidas.
5	Autoridad para aprobación de cambios	Se encuentra claramente definido quién posee autoridad para aprobar, rechazar o escalar una modificación, así como los límites de dicha autoridad y las delegaciones que correspondan.
6	Trazabilidad	Existen registros suficientes para reconstruir los antecedentes utilizados, el análisis realizado, las personas o instancias participantes, la decisión adoptada y su justificación.
7	Seguimiento y aprendizaje de resultados	Existen mecanismos para observar posteriormente los resultados de las decisiones, comprobar su efectividad y utilizar la experiencia obtenida como antecedente para realizar ajustes o apoyar decisiones futuras.
8	Distribución de responsabilidad, respaldo institucional y tratamiento de errores	Las responsabilidades de quienes analizan, recomiendan, revisan y deciden se encuentran claramente distribuidas; quienes actúan de acuerdo con los procedimientos establecidos cuentan con respaldo institucional y, ante errores o resultados adversos, se revisan el contexto, las causas y el proceso antes de centrarse únicamente en la búsqueda de responsables.

Tabla 1: Definiciones de referencia de las condiciones organizacionales

Las definiciones presentadas en la tabla anterior constituyen el criterio común utilizado para interpretar los casos. La evaluación no requiere que las organizaciones reproduzcan los procedimientos propios de la industria aeronáutica, sino determinar si existen mecanismos que cumplan una función equivalente a la descrita.

Para hacer explícita la relación entre los antecedentes utilizados, las condiciones definidas y la información posteriormente obtenida mediante las entrevistas, las siguientes tablas presentan la trazabilidad del marco de análisis. La columna de aspectos explorados corresponde a temas orientadores de la entrevista semiestructurada y no a preguntas aplicadas de manera idéntica o en el mismo orden a todos los participantes.

#	Condición	Base conceptual y referente	Qué se busca observar	Aspectos explorados en la entrevista
1	Criterios de aceptación de riesgo	La gestión del riesgo plantea la necesidad de definir qué nivel de riesgo puede aceptarse y cuándo debe escalarse (Aven, 2013; International Organization for Standardization, 2018; The Institute of Asset Management, 2024). El referente aeronáutico mostró mecanismos formales para evaluar y escalar riesgos.	Si existen criterios claros para evaluar el riesgo y decidir cuándo puede aceptarse o debe escalarse.	Cómo se evaluó el riesgo; qué criterios se usaron; quién podía aceptarlo; cuándo debía escalarse.
2	Tratamiento de recomendaciones del fabricante (OEM)	Las recomendaciones OEM son una referencia técnica, pero pueden adaptarse al contexto cuando existe evidencia suficiente (The Institute of Asset Management, 2024; Okirie et al., 2024). El referente aeronáutico mostró mecanismos para evaluar y justificar estas modificaciones.	Si el fabricante se usa como referencia y si es posible apartarse de sus recomendaciones con justificación técnica.	Qué papel tuvo el OEM; si su recomendación era obligatoria; si podía modificarse; qué evidencia se exigía.
3	Revisión técnica procedimental	La literatura destaca la revisión técnica como parte del proceso de decisión (Goossens y Basten, 2015; The Institute of Asset Management, 2024; da Silva et al., 2023). El referente aeronáutico mostró procesos formales de revisión antes de ciertos cambios.	Si la propuesta es revisada por personas o funciones competentes antes de decidir.	Quién realizó el análisis; quién lo revisó; si existía una instancia de validación; cómo se resolvían observaciones.
4	Integración entre áreas involucradas	Las decisiones de mantenimiento pueden afectar distintas áreas, por lo que integrar diferentes perspectivas mejora su evaluación (Goossens y Basten, 2015; Pintelon y Parodi-Herz, 2008; Maletič et al., 2020). El referente aeronáutico mostró mecanismos de coordinación entre funciones.	Si las áreas afectadas o con información relevante participan coordinadamente en la decisión.	Qué áreas participaron; qué aportó cada una; cómo se coordinaron; cómo se resolvieron diferencias.

Tabla 2: Trazabilidad del marco de análisis: condiciones 1 a 4

#	Condición	Base conceptual y referente	Qué se busca observar	Aspectos explorados en la entrevista
5	Autoridad para aprobación de cambios	La gestión del riesgo requiere definir responsabilidades y niveles de autoridad (International Organization for Standardization, 2018; The Institute of Asset Management, 2024). El referente aeronáutico mostró niveles claros de aprobación y escalamiento.	Si está definido quién puede aprobar, rechazar o escalar una modificación.	Quién tomaba la decisión; qué podía aprobar cada nivel; cuándo debía escalarse.
6	Trazabilidad	La gestión del riesgo y de activos destaca la necesidad de registrar antecedentes y decisiones (International Organization for Standardization, 2018; The Institute of Asset Management, 2024). El referente aeronáutico mostró requisitos formales de documentación y conservación de registros.	Si existen registros suficientes para reconstruir el análisis y la decisión.	Qué quedó registrado; dónde; si se documentó la justificación; si luego podía reconstruirse la decisión.
7	Seguimiento y aprendizaje de resultados	La gestión de activos considera el seguimiento del desempeño y el uso de resultados para mejorar decisiones futuras (Maletič et al., 2020; The Institute of Asset Management, 2024; da Silva et al., 2023). El referente aeronáutico mostró mecanismos de monitoreo y retroalimentación.	Si se revisan los resultados y si lo aprendido se utiliza para realizar ajustes o apoyar decisiones posteriores.	Cómo se hizo seguimiento; qué se revisó; si hubo ajustes; si la experiencia se utilizó después.
8	Distribución de responsabilidad, respaldo institucional y tratamiento de errores	La literatura sobre responsabilidad y cultura justa plantea distribuir responsabilidades y analizar los errores considerando el contexto y el proceso (Dekker, 2017; Marx-Fleck et al., 2021; Steffel et al., 2016). El referente aeronáutico mostró mecanismos formales de responsabilidad y análisis de errores.	Cómo se distribuyen las responsabilidades, qué respaldo existe y cómo se enfrentan resultados adversos.	Quién analizaba, recomendaba y aprobaba; quién asumía responsabilidad; si existía respaldo; cómo se trataban los errores.

Tabla 3: Trazabilidad del marco de análisis: condiciones 5 a 8

8.3 Recolección de información

La información empírica utilizada en la investigación se obtuvo principalmente mediante entrevistas semiestructuradas a profesionales vinculados con actividades de mantenimiento, confiabilidad, planificación y gestión de activos.

La selección de los participantes fue intencionada. Debido al carácter cualitativo y exploratorio de la investigación, no se buscó construir una muestra estadísticamente representativa de las industrias estudiadas, sino contar con personas que pudieran aportar información pertinente sobre los procesos de decisión analizados. Como criterio principal, se consideraron profesionales

con experiencia directa en actividades de mantenimiento y con participación o conocimiento de decisiones relacionadas con propuestas de cambio en mantenimiento.

La muestra resultante estuvo compuesta por 12 entrevistados provenientes de distintas industrias intensivas en activos físicos y con diferentes funciones y niveles de responsabilidad. Esta diversidad permitió recoger antecedentes desde distintas posiciones dentro de los procesos de mantenimiento y toma de decisiones. La Tabla 4 presenta una caracterización anonimizada de los participantes, considerando su sector, función, nivel de responsabilidad, experiencia y relación con las decisiones posteriormente analizadas.

Para resguardar la identificación de los participantes, las entrevistas se presentan mediante los códigos E01 a E12. Es importante distinguir entre los entrevistados y los casos analizados. Los entrevistados constituyen la fuente de información, mientras que la unidad de análisis corresponde a cada situación concreta de decisión sobre una modificación de mantenimiento. Por esta razón, una misma entrevista pudo aportar más de un caso cuando se describieron decisiones suficientemente diferenciables. Del mismo modo, una entrevista aportó antecedentes útiles sobre el funcionamiento general de los procesos de mantenimiento, pero no permitió delimitar un caso específico, por lo que fue utilizada únicamente como información contextual.

Ent.	Sector	Función / área	Nivel de responsabilidad	Experiencia declarada	Rol respecto de la decisión analizada	Caso(s)
E01	Transporte	Ingeniería y mantenimiento	Subgerencia	8 meses en el cargo actual; experiencia previa como jefe de mantenimiento	Participación directa en la evaluación y gestión de modificaciones de mantenimiento.	E01-C01
E02	Equipos y servicios para minería	Ingeniería de mantenimiento	Jefatura	Desde 2005 en mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos	Responsable de evaluar, diseñar e implementar cambios en las estrategias de mantenimiento.	E02-C01
E03	Actividad portuaria	Confiabilidad	Jefatura	2 años como jefe de confiabilidad	Revisa y aprueba modificaciones de mantenimiento desde el área de confiabilidad.	E03-C01
E04	Infraestructura inmobiliaria	Mantenimiento	Jefatura	4 meses como jefe; 2 años y 6 meses previos en análisis y planificación	Identifica y propone modificaciones, participa en su evaluación y coordina a las áreas involucradas.	E04-C01 / E04-C02
E05	Minería subterránea	Ejecución de mantenimiento	Jefatura de unidad	12 años en mantenimiento, confiabilidad y planificación	Aporta validación técnica desde ejecución y propone modificaciones a confiabilidad, área responsable de la decisión.	E05-C01 / E05-C02 / E05-C03
E06	Manufactura industrial	Mantenimiento	Jefatura	Al menos 10 años en mantenimiento y planificación	Participa desde la planificación de las modificaciones hasta su implementación y seguimiento.	E06-C01
E07	Equipos para minería	Productividad y mantenibilidad	Ingeniero senior	2,5 años en el cargo actual; 8 años previos en confiabilidad minera y experiencia adicional en mantenimiento	Aportó antecedentes generales desde su experiencia en confiabilidad y mantenimiento; no se delimitó un caso concreto.	Sin caso
E08	Energía	Confiabilidad	Superintendencia	Aproximadamente 22 años en la industria	Participa en el análisis, propuesta y evaluación de cambios y posee autoridad sobre las estrategias de mantenimiento.	E08-C01
E09	Minería y procesos metalúrgicos	Confiabilidad operacional	Jefatura	Desde 2020 en ingeniería y mantenimiento; experiencia previa en otra industria	Genera y valida propuestas de modificación desde confiabilidad y coordina su incorporación con planificación.	E09-C01
E10	Minería, puerto y desalación	Mantenimiento predictivo	Supervisión	No indicada	Identifica necesidades y propone cambios desde mantenimiento predictivo; confiabilidad revisa y valida la modificación.	E10-C01
E11	Minería / planta concentradora	Ejecución de mantenimiento	Superintendencia	Aproximadamente 17 años en mantenimiento y minería	Identifica necesidades de cambio y participa en su evaluación técnica; la aprobación final corresponde a niveles superiores de mantenimiento.	E11-C01
E12	Minería / planta concentradora	Ejecución de mantenimiento	Superintendencia interina	16 años en mantenimiento; cerca de 2 meses en el cargo actual	Desde ejecución puede solicitar modificaciones; confiabilidad las valida y formaliza en el sistema de mantenimiento.	E12-C01

Tabla 4: Caracterización general de los participantes entrevistados

Las entrevistas se orientaron a reconstruir situaciones concretas en las que hubiese existido una propuesta de modificación y una instancia de decisión asociada.

En primer lugar, se reconstruyó el contexto de la decisión, considerando el activo involucrado, su criticidad, el cambio propuesto, la magnitud de la modificación y las principales restricciones presentes. Posteriormente, se exploraron los aspectos asociados a las ocho condiciones organizacionales definidas en el marco de análisis, siguiendo la trazabilidad presentada en la sección anterior.

También se incorporaron preguntas destinadas a caracterizar el espacio que ocupó el criterio individual dentro del proceso de decisión. Cuando existía información suficiente, se exploraron antecedentes sobre la autonomía de las personas involucradas, su capacidad para influir en el desarrollo de la decisión, la posibilidad de apartarse de criterios o procedimientos establecidos y si la participación de determinadas personas podía haber sido especialmente relevante para el desarrollo o resultado del caso. Estos antecedentes se utilizaron de manera complementaria a la información sobre los mecanismos organizacionales existentes.

Finalmente, se reconstruyó el desenlace del caso, identificando tanto el resultado de la propuesta como la trayectoria seguida hasta llegar a él. Debido al carácter semiestructurado de las entrevistas, también se permitió profundizar en antecedentes no contemplados inicialmente cuando estos resultaban relevantes para comprender la decisión. Estos elementos fueron conservados para su posterior análisis como posibles factores emergentes.

8.4 Estructura de caracterización y análisis de los casos

La información obtenida para cada caso se organiza en una matriz común con el propósito de facilitar su análisis y posterior comparación. La matriz se divide en cuatro bloques: contexto del

caso, condiciones organizacionales, dependencia del criterio individual y resultado y trayectoria de la decisión.

Bloque 1: Contexto del caso

El primer bloque caracteriza la situación específica en la que se produce la decisión. Su función es entregar los antecedentes necesarios para interpretar posteriormente los demás elementos del análisis, considerando que decisiones con diferente criticidad, magnitud o restricciones pueden requerir procesos distintos.

Para cada caso se registran:

- **Activo:** equipo, sistema, componente o elemento sobre el cual se propone realizar el cambio de mantenimiento.
- **Criticidad:** nivel de importancia del activo o de las consecuencias asociadas a su falla dentro del contexto analizado.
- **Cambio propuesto:** modificación concreta que se busca realizar.
- **Magnitud del cambio propuesto:** alcance o importancia relativa de la modificación respecto de la situación existente.
- **Otras restricciones relevantes:** condiciones adicionales que puedan afectar la decisión, tales como restricciones presupuestarias, productivas, regulatorias, contractuales, de disponibilidad de recursos u otras identificadas en el caso.

Estas variables tienen un carácter descriptivo y no reciben una valoración positiva o negativa.

A modo de ejemplo, el primer bloque de la matriz presenta la siguiente estructura:

Contexto del caso	**Caso 1**	**Caso 2**	**Caso 3**
Activo			
Criticidad			
Cambio propuesto			
Magnitud del cambio propuesto			
Otras restricciones relevantes			

Tabla 5: Bloque de caracterización del contexto de los casos

Bloque 2: Condiciones organizacionales

El segundo bloque registra las ocho condiciones organizacionales definidas previamente. Su evaluación se realiza respecto del caso específico y no pretende caracterizar de manera general a toda la organización.

Cada condición se clasifica utilizando cuatro categorías:

- **Presente:** existe evidencia suficiente de que la condición se encontraba claramente establecida u operó de manera consistente en el caso.
- **Parcial:** la condición se encontraba presente de forma incompleta, informal o limitada a una parte del proceso.
- **Ausente:** la información disponible indica que la condición no se encontraba establecida o no operó durante el caso.
- **No determinable:** la información obtenida no permite establecer de manera razonable si la condición estaba presente o ausente.

La utilización de la categoría “No determinable” permite diferenciar la ausencia de evidencia de la ausencia efectiva de una condición.

La clasificación de cada condición como Presente, Parcial o Ausente se realiza contrastando la evidencia obtenida para el caso con las definiciones de referencia establecidas previamente. La clasificación no requiere que la organización reproduzca los procedimientos propios de la industria aeronáutica, sino que se evalúa la existencia de mecanismos funcionalmente equivalentes.

Condiciones organizacionales	**Caso 1**	**Caso 2**	**Caso 3**
Criterios de aceptación de riesgo			
Tratamiento de recomendaciones OEM			
Revisión técnica procedimental			
Integración entre áreas involucradas			
Autoridad para aprobación de cambios			
Trazabilidad			
Seguimiento y aprendizaje de resultados			
Distribución de responsabilidad y tratamiento de errores			

Tabla 6: Bloque de condiciones organizacionales

Bloque 3: Dependencia del criterio individual

El tercer bloque busca caracterizar el espacio que ocupó el criterio individual dentro del proceso de decisión. Para ello se consideran tanto los mecanismos organizacionales que encuadraban la decisión como, cuando existe información suficiente, antecedentes directos sobre la influencia de las personas involucradas, su autonomía, su capacidad para apartarse de criterios establecidos o la posibilidad de que su participación haya sido especialmente relevante para el desarrollo o resultado del caso.

La dependencia del criterio individual se clasifica como:

- **Alta:** existe evidencia de que una o más personas tuvieron una influencia especialmente relevante en el desarrollo de la decisión y que otras personas podrían razonablemente haber

conducido el mismo caso de manera diferente.

- **Media:** existían criterios, procedimientos o mecanismos organizacionales que orientaban la decisión, pero las personas mantenían un margen relevante para interpretar los antecedentes e influir en el desarrollo del proceso.

- **Baja:** la decisión se encontraba principalmente encuadrada por criterios, procedimientos, responsabilidades o mecanismos previamente establecidos y no se identificaron antecedentes que mostraran una influencia determinante de una persona específica.

- **No determinable:** la información disponible no permite estimar suficientemente el espacio que ocupó el criterio individual dentro del proceso.

De manera complementaria, cuando existe información suficiente se registran factores personales que puedan ayudar a interpretar dicha influencia, como experiencia, conocimiento del activo, autonomía, posición jerárquica, credibilidad o capacidad para fundamentar y sostener una recomendación.

Debe considerarse que esta clasificación incorpora antecedentes sobre la existencia de criterios, procedimientos y mecanismos organizacionales. Por esta razón, no se interpreta como una variable completamente independiente del nivel de formalización del proceso, sino principalmente como una forma de caracterizar el espacio que ocupó el juicio individual dentro de la estructura de decisión observada.

Dependencia del criterio individual	**Caso 1**	**Caso 2**	**Caso 3**
Dependencia del criterio individual			
Factores personales involucrados			

Tabla 7: Bloque de dependencia del criterio individual

Bloque 4: Resultado y trayectoria de la decisión

El cuarto bloque registra separadamente el resultado final y la forma en que se desarrolló el proceso hasta alcanzarlo.

El resultado de la decisión indica qué ocurrió finalmente con la propuesta y se clasifica como:

- **Adoptado:** la modificación propuesta fue aprobada.
- **Parcialmente adoptado:** se aprobó solo una parte de la modificación o una versión modificada de esta.
- **No adoptado:** la propuesta fue rechazada o se decidió no realizar el cambio propuesto.
- **Pendiente:** al momento de recopilar la información todavía no existía una decisión definitiva.

La trayectoria de la decisión describe cómo se llegó a ese resultado. Se caracteriza inicialmente como fluida o con dificultades. Cuando corresponde, esta clasificación se complementa con una descripción breve de los principales elementos observados, tales como demora, escalamiento, oposición, discusión entre áreas, revisión adicional, solicitud de antecedentes o reformulación de la propuesta.

Esta separación permite distinguir, por ejemplo, entre dos cambios finalmente adoptados cuando uno siguió el proceso previsto sin dificultades relevantes y otro requirió sucesivas revisiones o escalamiento antes de ser aprobado.

Resultado y trayectoria	**Caso 1**	**Caso 2**	**Caso 3**
Resultado de la decisión			
Trayectoria de la decisión			

Tabla 8: Bloque de resultado y trayectoria de la decisión

8.5 Análisis comparativo de los casos

Una vez caracterizados los casos y organizada la información en la matriz, se realiza primero una revisión individual de cada situación. En esta etapa se consideran conjuntamente el contexto, las condiciones organizacionales, la dependencia del criterio individual y el desenlace de la decisión, con el propósito de comprender cada caso antes de compararlo con los demás.

Posteriormente se realiza una comparación transversal entre los casos, buscando similitudes, diferencias y patrones recurrentes.

En primer lugar, se analiza la distribución de las ocho condiciones organizacionales entre casos con distintos resultados, observando si determinadas condiciones aparecen de manera recurrente en decisiones adoptadas, parcialmente adoptadas o no adoptadas.

En segundo lugar, las condiciones se comparan con la trayectoria de las decisiones. Esto permite observar si determinados mecanismos organizacionales se relacionan no solo con el resultado final, sino también con procesos más fluidos o con trayectorias que presentan demoras, escalamiento, oposición, revisiones adicionales u otras dificultades.

También se analiza el espacio que ocupa el criterio individual dentro de los procesos observados. Para ello se consideran conjuntamente los mecanismos organizacionales que encuadraban la decisión y, cuando existe evidencia suficiente, antecedentes directos sobre la autonomía, experiencia o influencia de personas específicas. Este análisis busca caracterizar cómo se distribuye el peso entre mecanismos previamente establecidos y juicio individual, sin tratar ambos aspectos como variables completamente independientes.

Las características de contexto se consideran durante toda la comparación. La criticidad del activo, la magnitud del cambio o las restricciones presentes pueden influir tanto en la com-

plejidad como en la trayectoria de una decisión. Por esta razón, elementos como una demora, un escalamiento o una revisión adicional no se interpretan automáticamente como evidencia de una dificultad organizacional.

Finalmente, se revisan los antecedentes emergentes identificados durante las entrevistas. Cuando un elemento no considerado inicialmente aparece de manera recurrente y resulta relevante para comprender las decisiones, se analiza de manera complementaria, sin modificar la clasificación de las ocho condiciones definidas previamente.

Los patrones obtenidos se interpretan de manera cualitativa. El análisis busca identificar configuraciones recurrentes que ayuden a comprender cómo las condiciones organizacionales se manifiestan en la evaluación y decisión de propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento, qué elementos se relacionan con trayectorias más o menos fluidas y en qué situaciones las decisiones presentan una mayor dependencia del criterio individual.

8.6 Consideraciones y limitaciones

La metodología presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la información obtenida mediante entrevistas depende del conocimiento, experiencia y recuerdo de los participantes respecto de las situaciones analizadas. Además, no todos los entrevistados poseen el mismo nivel de acceso a los antecedentes de una decisión, especialmente cuando participan distintas áreas o niveles jerárquicos.

Para reducir esta limitación, las entrevistas se orientan a reconstruir casos concretos y a solicitar ejemplos y antecedentes observables sobre el proceso. Asimismo, cuando la información disponible no permite establecer suficientemente una condición, se utiliza la categoría “No determinable” en lugar de inferir su presencia o ausencia.

Una segunda limitación corresponde al componente interpretativo asociado a la clasificación de información cualitativa en categorías comunes. Para favorecer la consistencia entre casos, cada condición se encuentra previamente definida, se utilizan criterios comunes de clasificación y las decisiones tomadas durante el análisis se respaldan mediante los antecedentes obtenidos para cada caso.

También debe considerarse que los casos pueden presentar diferencias importantes en cuanto a criticidad, magnitud del cambio y restricciones técnicas, económicas, regulatorias u operacionales. Por esta razón, estas características se incorporan explícitamente como contexto y se consideran al momento de interpretar tanto las condiciones organizacionales como la trayectoria de la decisión.

Respecto del criterio individual, no siempre es posible conocer con precisión las características o motivaciones de todos los actores involucrados. Por este motivo, el análisis se concentra principalmente en caracterizar el espacio que ocupó el juicio de las personas dentro de los mecanismos organizacionales existentes. Los factores personales específicos solo se incorporan cuando existe información suficiente que permita identificarlos.

Debe considerarse además que la clasificación de la dependencia del criterio individual incorpora antecedentes sobre la existencia de criterios, procedimientos y mecanismos organizacionales. Por esta razón, su comparación con el nivel de formalización no corresponde a una evaluación entre variables completamente independientes. Los resultados asociados a este aspecto se interpretan principalmente como una caracterización del espacio que ocupa el juicio individual dentro de distintas estructuras de decisión.

Por otra parte, el referente aeronáutico utilizado para construir las condiciones tiene una función exclusivamente analítica. No se asume que sus prácticas deban ser reproducidas directa-

mente en otras industrias ni se utiliza para evaluar cumplimiento respecto de estándares aeronáuticos.

Finalmente, debido al carácter exploratorio y cualitativo de la investigación, los resultados no buscan ser estadísticamente generalizables ni establecer relaciones causales entre una condición particular y el resultado de una decisión. Las conclusiones se limitan a identificar patrones y relaciones observadas entre los casos estudiados, los cuales permiten generar una interpretación sobre los mecanismos organizacionales que intervienen en la evaluación y decisión de propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento.

9 Resultados

9.1 Caracterización de los casos analizados

A partir de las 12 entrevistas semiestructuradas se identificaron 14 casos suficientemente claros para su análisis. Los entrevistados corresponden a la fuente de información, mientras que cada situación concreta de decisión constituye la unidad de análisis de la investigación.

El número de casos no coincide con el número de entrevistas, ya que algunos participantes describieron más de una decisión independiente. En particular, E04 aportó dos casos y E05 tres. En cambio, E07 entregó información útil sobre los procesos de mantenimiento y toma de decisiones, pero no permitió identificar un caso concreto con una propuesta y un resultado suficientemente definidos, por lo que se utilizó solo como antecedente contextual.

Los casos se identificaron mediante un código que indica la entrevista de origen y el número de caso. Por ejemplo, E04-C02 corresponde al segundo caso obtenido de la entrevista E04. Esto permite mantener la relación entre cada caso y su fuente de información sin identificar a los participantes.

Cada caso corresponde a un episodio concreto de decisión organizacional asociado a una propuesta técnicamente fundamentada de cambio en mantenimiento. La naturaleza del cambio varió entre los casos e incluyó modificaciones de frecuencias, tareas, estrategias, técnicas, componentes e intervenciones de distinta magnitud.

Los casos también presentaron distintos contextos, considerando aspectos como la criticidad del activo, restricciones presupuestarias, disponibilidad de repuestos, tiempos de abastecimiento, antigüedad de los equipos, disponibilidad de información técnica y exigencias operacionales. Estos antecedentes se consideran posteriormente al interpretar las condiciones organizacionales, la

trayectoria y el resultado de cada decisión.

La Tabla 9 presenta una caracterización general de los casos analizados, incluyendo el activo o sistema involucrado, su criticidad, el cambio propuesto, la magnitud de la modificación, las principales restricciones o antecedentes del contexto, el resultado y la trayectoria observada.

Tabla 9: Caracterización general de los casos analizados

Caso	Activo / sistema	Criticidad	Cambio propuesto	Magnitud	Restricciones / antecedentes	Resultado	Trayectoria
E01-C01	Sistema de aire de buses / filtro secador	Alta	Aumentar la frecuencia de reemplazo del filtro por saturación anticipada.	No determinable	No determinable	Adoptado	No determinable
E02-C01	Camiones mineros de alto tonelaje	Alta	Extender el mantenimiento a 1.000 h, reduciendo intervenciones de 250, 500 y 750 h.	Alta	Presión por disponibilidad y tensión con confiabilidad y costo de ciclo de vida.	No determinable	Con dificultades: presión por disponibilidad.
E03-C01	Grúas STS / lubricación de motores	No determinable	Extender el cambio de aceite desde 500 h hacia 750–1.000 h según análisis de laboratorio.	Tarea específica relevante	Garantía y diferencias de edad y condición entre equipos.	Adoptado	Fluida
E04-C01	Baños comunes de *strip center*	Media	Aumentar la frecuencia preventiva desde trimestral a mensual.	Media	Uso intensivo y efecto sobre la calidad del servicio.	Adoptado	Fluida
E04-C02	Cierres perimetrales	No determinable	Realizar una intervención mayor para corregir deterioro y desplazamiento.	Alta	Presupuesto, urgencia y prioridad frente a otras necesidades.	No adoptado	Con dificultades: costo y prioridad.
E05-C01	Equipos móviles / DPF	Alta	Incorporar reemplazo preventivo semestral del DPF al plan matriz.	Media	Gasto adicional no considerado en el presupuesto anual.	Adoptado	Fluida
E05-C02	Componentes mayores de equipos móviles	Alta	Pasar de monitoreo por condición a reemplazos por TBO, manteniendo tribología como apoyo.	Alta	No determinable	Adoptado	No determinable
E05-C03	Equipos móviles / cargadores	No determinable	Cambiar el mantenimiento basado en horas de operación por una estrategia calendario.	Alta	Materiales, logística y dificultad para prever las horas de operación.	Adoptado	No determinable
E06-C01	Molino calcinador / elementos de desgaste	Alta	Usar componentes locales y ajustar el reemplazo desde anual a aproximadamente 14 meses.	Alta	Costo OEM, detención de planta, producción, stock y logística.	Adoptado	No determinable
E08-C01	Instrumentación de campo en planta GNL	Variable	Pasar de calibración anual fija a intervalos según confiabilidad, criticidad y riesgo.	Alta	Criticidad, fallas, consecuencias y costo/OPEX.	Adoptado	Fluida
E09-C01	Espesador de planta	Alta	Pasar de operar a la falla a una inspección anual predictiva del eje y componentes.	Alta	Detención, servicios externos, inspección y costo no presupuestado.	Adoptado	No determinable
E10-C01	Recuperadores de energía	Alta	Cambiar vibraciones mensuales por ultrasonido transportado cada 15 días.	Alta	Detención del proceso, costo del repuesto y comportamiento real del activo.	Adoptado	Fluida
E11-C01	Bombas de alimentación de hidrociclones	Alta	Incorporar una nueva bomba/materialidad buscando extender la duración hasta 2.000 h.	Alta	Lead time, repuestos, inversión y continuidad operacional.	Adoptado	Con dificultades: abastecimiento y coordinación.
E12-C01	Puente grúa antiguo	Alta	Incorporar inspección eléctrica, lubricación y revisión/reemplazo de tarjeta electrónica.	Media	Antigüedad, falta de información técnica, OEM inexistente y repuestos.	Adoptado	Fluida

Como se observa en la tabla, el conjunto de casos presenta una variedad importante tanto en el tipo de activo como en el tipo de modificaciones propuestas. Esto permite comparar decisiones tomadas bajo contextos diferentes, evitando interpretar de la misma manera cambios de distinta magnitud o realizados sobre activos con diferentes niveles de criticidad.

9.2 Resultados y trayectoria de las decisiones analizadas

Después de caracterizar los casos, se analizaron por separado dos aspectos: el resultado final de la propuesta y la trayectoria que siguió la decisión hasta llegar a ese resultado. Esta diferencia permite separar qué ocurrió finalmente con el cambio propuesto y cómo se desarrolló el proceso de decisión.

El resultado indica si la propuesta fue adoptada, no adoptada o si no fue posible determinar su estado final con la información disponible. Una propuesta se considera adoptada cuando la organización decide aprobar el cambio e incorporarlo o autorizar su ejecución, según la naturaleza de la modificación, aunque su implementación todavía no se haya completado al momento de la entrevista.

La trayectoria, en cambio, muestra cómo avanzó la decisión. Esta puede haber sido fluida o haber presentado dificultades, como demoras, necesidad de escalar la decisión, problemas de abastecimiento, restricciones de presupuesto, diferencias entre áreas u otras situaciones que afectaron el proceso.

9.2.1. Resultado final de las propuestas

En los casos analizados se observa una clara mayoría de propuestas que finalmente fueron adoptadas. De los 14 casos identificados, 12 terminaron con la aprobación del cambio, uno fue no

adoptado o postergado y en uno no fue posible determinar con claridad el resultado final a partir de la información disponible.

Tabla 10: Distribución de los casos según resultado final

Resultado	**Número de casos**
Adoptado	12
No adoptado / postergado	1
No determinable	1
Total	**14**

Esta distribución debe entenderse solo como una característica de los casos analizados. No representa una tasa general de aprobación de cambios dentro de las organizaciones, ya que la investigación es cualitativa y los casos fueron obtenidos a partir de experiencias relatadas por los entrevistados.

Los casos adoptados incluyen distintos tipos de modificaciones. Entre ellos se encuentran cambios en frecuencias de mantenimiento, incorporación de nuevas tareas preventivas, cambios en técnicas predictivas, uso de reemplazos programados, modificaciones en la forma de programar las intervenciones y cambios de componentes o soluciones técnicas.

El único caso claramente identificado como no adoptado o postergado correspondió a una propuesta de intervención sobre cierres perimetrales. En este caso, la necesidad del cambio había sido identificada, pero la propuesta no avanzó debido principalmente a restricciones de presupuesto y a la prioridad dada a otras necesidades de la organización.

En otro caso no fue posible determinar con suficiente claridad si la modificación terminó siendo adoptada. La entrevista permitió conocer el análisis técnico y las dificultades presentes en la decisión, pero no entregó información suficiente para establecer el resultado final. Por esta razón, el caso se mantuvo como “No determinable”.

La alta cantidad de casos adoptados es un resultado relevante, ya que inicialmente se esperaba encontrar una mayor cantidad de propuestas técnicamente fundamentadas que no hubieran sido aprobadas. Este resultado se complementa con lo señalado por varios entrevistados sobre la frecuencia con que este tipo de propuestas suele ser aceptado en sus organizaciones.

9.2.2. Apreciación general de los entrevistados sobre la adopción de cambios

Durante las entrevistas se obtuvo información sobre qué tan frecuente es, según la experiencia de los participantes, que una propuesta de modificación de mantenimiento termine siendo adoptada. Estos antecedentes permiten complementar los resultados de los casos, aunque corresponden a apreciaciones generales de los entrevistados y no a datos obtenidos desde registros formales de las organizaciones.

La Tabla 11 resume los principales comentarios realizados respecto de este tema.

Tabla 11: Apreciación general sobre la adopción de cambios

Entrevista	**Síntesis de lo señalado**
E01	No se entregó una estimación general; se mencionaron dificultades relacionadas con comunicación, recursos y presión operativa.
E02	No se indicó una frecuencia de aprobación; se mencionaron presiones por disponibilidad y participación de las áreas involucradas.
E03	No recordaba propuestas rechazadas durante su experiencia en el área y señaló que los cambios bien fundamentados suelen avanzar.
E04	Indicó que normalmente las propuestas avanzan, aunque pueden postergarse por presupuesto o prioridad.
E05	Señaló que actualmente existe mayor disposición a modificar los planes que en años anteriores.
E06	Estimó que aproximadamente un 80 % de las modificaciones propuestas termina implementándose.
E07	No se obtuvo una apreciación general sobre la frecuencia de aprobación de modificaciones.
E08	Indicó que las propuestas suelen ser acogidas cuando el riesgo se encuentra bien analizado y documentado.
E09	Señaló que los cambios acordados entre las áreas responsables normalmente se realizan, salvo que requieran validaciones adicionales.
E10	Estimó que aproximadamente un 80 % de las modificaciones termina implementándose.
E11	No recordaba casos recientes en que una modificación solicitada no hubiera avanzado.
E12	Señaló que los cambios formalmente comprometidos como resultado de un análisis normalmente deben ser realizados.

Nota: Los antecedentes corresponden a apreciaciones generales de los entrevistados y no representan tasas medidas de aprobación dentro de las organizaciones.

En general, las respuestas muestran que varios entrevistados perciben una alta adopción de las propuestas de modificación que llegan suficientemente desarrolladas a una instancia de decisión. En algunos casos se señaló que no se recordaban propuestas rechazadas, mientras que dos entrevistados estimaron una implementación cercana al 80 %. En otras entrevistas no se entregó información suficiente para establecer una tendencia general.

Sin embargo, esto no significa que todas las modificaciones propuestas sean aprobadas de manera automática. A lo largo de las entrevistas se mencionaron distintas razones que pueden

dificultar su avance, entre ellas el presupuesto disponible, la prioridad frente a otras necesidades, la disponibilidad de repuestos, las exigencias de producción y la necesidad de contar con información suficiente para justificar el cambio.

También se repitió la idea de que una propuesta tiene mayores posibilidades de avanzar cuando cuenta con un respaldo técnico claro. Los entrevistados mencionaron elementos como datos de desempeño, análisis de riesgo, pruebas realizadas y antecedentes económicos como formas de respaldar una modificación antes de presentarla para su aprobación.

Estos antecedentes ayudan a entender la alta cantidad de casos adoptados observada en esta investigación. Las entrevistas sugieren que muchas de las propuestas que llegan a una instancia formal de decisión ya han pasado por algún nivel de análisis o revisión previa. Por esta razón, las dificultades no siempre aparecen como un rechazo directo de la propuesta, sino también como demoras, modificaciones, necesidad de mayor justificación o postergación frente a otras prioridades.

9.2.3. Trayectoria de las decisiones

Además del resultado final, se analizó la trayectoria seguida por cada decisión. Para esto se consideró si el proceso avanzó de manera fluida o si presentó dificultades relevantes antes de llegar a su resultado. Cuando la entrevista no entregó información suficiente para reconstruir este aspecto, la trayectoria se clasificó como “No determinable”.

La Tabla 12 resume la trayectoria identificada en cada caso.

Tabla 12: Trayectoria de las decisiones analizadas

Caso	Trayectoria	Síntesis
E01-C01	No determinable	No se obtuvo información suficiente para caracterizar el desarrollo de la decisión.
E02-C01	Con dificultades	La decisión estuvo marcada por presión para aumentar disponibilidad y por la tensión entre disponibilidad de corto plazo y confiabilidad.
E03-C01	Fluida	La propuesta avanzó respaldada por análisis de aceite y no se reportó oposición relevante.
E04-C01	Fluida	El aumento de frecuencia preventiva avanzó sin dificultades importantes informadas.
E04-C02	Con dificultades	La propuesta fue postergada debido principalmente a presupuesto y prioridad frente a otras necesidades.
E05-C01	Fluida	La incorporación del reemplazo preventivo del DPF avanzó sin oposición relevante informada.
E05-C02	No determinable	Se conoció el cambio de estrategia y su resultado, pero no se describió con suficiente detalle la trayectoria de la decisión.
E05-C03	No determinable	La entrevista permitió identificar el cambio realizado, pero no reconstruir con claridad cómo avanzó la decisión.
E06-C01	No determinable	Los antecedentes disponibles no permiten caracterizar con suficiente claridad la trayectoria de aprobación.
E08-C01	Fluida	El cambio avanzó a partir de criterios de riesgo, confiabilidad y desempeño, sin oposición importante reportada.
E09-C01	No determinable	Se describió el análisis y el cambio adoptado, pero no se obtuvo suficiente detalle sobre el proceso hasta su aprobación.
E10-C01	Fluida	La propuesta fue probada previamente y respaldada con resultados antes de modificar la estrategia.
E11-C01	Con dificultades	Se presentaron dificultades relacionadas con abastecimiento, disponibilidad de componentes y coordinación comercial.
E12-C01	Fluida	El cambio surgió de un análisis de causa raíz y quedó formalmente comprometido para su incorporación al plan.

Nota: La trayectoria se refiere a cómo avanzó la decisión y se analiza de forma separada de su resultado final. “No determinable” indica que la información disponible no permitió reconstruir este aspecto con suficiente claridad.

De los 14 casos analizados, en seis se identificó una trayectoria fluida, en tres se observaron dificultades y en cinco no fue posible determinar con suficiente claridad cómo se desarrolló el proceso hasta llegar a la decisión.

Un primer resultado relevante es que la presencia de dificultades no significa necesariamente que la propuesta termine siendo rechazada. De los tres casos clasificados con una trayectoria con dificultades, uno terminó no adoptado o postergado, mientras que otro fue adoptado y en el tercero no fue posible determinar el resultado final. Esto muestra que el resultado y la trayectoria entregan información distinta sobre el proceso de decisión.

Las dificultades observadas tampoco fueron iguales entre los casos. En algunos casos estuvieron relacionadas con presupuesto y priorización, mientras que en otros aparecieron problemas de abastecimiento, disponibilidad de repuestos, coordinación comercial o presión por aumentar la disponibilidad de los equipos. Por lo tanto, una dificultad durante la decisión no necesariamente indica que exista oposición al cambio técnico, sino que puede responder a restricciones propias del contexto en que debe realizarse.

En los casos con trayectoria fluida, las propuestas generalmente contaban con antecedentes que permitían respaldar el cambio, como análisis técnicos, resultados de pruebas, información de desempeño o evaluaciones realizadas por las áreas responsables. En estos casos no se reportaron conflictos o demoras importantes antes de adoptar la modificación.

En conjunto, los resultados muestran que analizar únicamente si una propuesta fue adoptada o no dejaría fuera una parte importante del proceso. Aunque la mayoría de los cambios terminó siendo aprobada, las entrevistas muestran que algunas decisiones enfrentaron dificultades asociadas a recursos, prioridades y restricciones operacionales. Estas diferencias serán consideradas posteriormente al comparar las condiciones organizacionales presentes en los distintos casos.

9.3 Condiciones organizacionales observadas en los casos

Luego de analizar el resultado y la trayectoria de las decisiones, se revisó la presencia de las ocho condiciones organizacionales definidas en el marco de análisis. Para cada caso, estas condiciones fueron clasificadas como Presente, Parcial, Ausente o No determinable, de acuerdo con la información obtenida en las entrevistas.

La categoría “Presente” se utilizó cuando existía evidencia suficiente de que la condición se encontraba establecida y operaba de manera consistente. “Parcial” se utilizó cuando el mecanismo existía, pero de manera incompleta, informal o no sistemática. “Ausente” indica que existía evidencia de que la condición no se encontraba establecida o no operaba, mientras que “No determinable” se utilizó cuando la información disponible no permitía establecer su presencia o ausencia.

Tabla 13: Codificación de condiciones organizacionales

Código	**Condición organizacional**
C1	Criterios de aceptación de riesgo
C2	Tratamiento de recomendaciones del fabricante (OEM)
C3	Revisión técnica procedimental
C4	Integración entre áreas involucradas
C5	Autoridad para aprobación de cambios
C6	Trazabilidad
C7	Seguimiento y aprendizaje de resultados
C8	Distribución de responsabilidad, respaldo institucional y tratamiento de errores

A partir de estas condiciones se construyó la matriz presentada en la Tabla 14, la cual permite observar de manera conjunta cómo se presentó cada condición en los distintos casos analizados.

Tabla 14: Matriz de condiciones organizacionales de los casos analizados

Caso	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
E01-C01	Ausente	Parcial	Parcial	Parcial	Presente	Presente	Parcial	Parcial
E02-C01	Presente	Presente	Parcial	Parcial	Presente	Presente	Presente	Parcial
E03-C01	Parcial	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
E04-C01	Parcial	No determinable	Parcial	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
E04-C02	Parcial	No determinable	Parcial	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
E05-C01	Parcial	Presente	Parcial	Presente	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial
E05-C02	Parcial	Presente	Parcial	Presente	Parcial	Parcial	Presente	Parcial
E05-C03	Parcial	Presente	Parcial	Presente	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial
E06-C01	Parcial	Parcial	Presente	Presente	Presente	Parcial	Presente	Parcial
E08-C01	Presente	Parcial	Parcial	Presente	Presente	Parcial	Presente	Parcial
E09-C01	Presente	No determinable	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Parcial
E10-C01	Parcial	Parcial	Presente	Presente	Presente	Presente	Parcial	Parcial
E11-C01	Presente	Parcial	Presente	Presente	Presente	Parcial	Presente	Parcial
E12-C01	Parcial	Parcial	Presente	Presente	Presente	Presente	Parcial	Parcial

En términos generales, la matriz muestra que la mayoría de las condiciones se encontraron presentes o parcialmente presentes en los casos analizados. Las situaciones clasificadas como completamente ausentes fueron poco frecuentes, mientras que en algunos casos no fue posible determinar una condición debido a que en la entrevista no se entregó información suficiente.

También se observan diferencias entre las condiciones. Algunas aparecen de manera bastante consistente entre los casos, mientras que otras presentan un mayor nivel de desarrollo parcial. Por ejemplo, la integración entre las áreas involucradas y la definición de la autoridad para aprobar cambios aparecen mayoritariamente presentes. En cambio, condiciones como los criterios de aceptación de riesgo, la revisión técnica, la trazabilidad y la distribución de responsabilidad y respaldo institucional presentan con mayor frecuencia situaciones clasificadas como parciales.

Estas diferencias muestran que las condiciones organizacionales no aparecen simplemente como mecanismos existentes o inexistentes. En varios casos los mecanismos estaban presentes, pero con distintos niveles de formalización. Por esta razón, el análisis siguiente revisa cada condi-

ción por separado, buscando identificar cómo se presentó entre los casos y qué diferencias fueron observadas.

Debe considerarse que la baja variación en el resultado final de los casos limita la comparación entre condiciones organizacionales y adopción, debido a que la gran mayoría de las propuestas analizadas terminó siendo adoptada. Por esta razón, la ausencia de una relación clara con el resultado no implica que una condición no tenga participación en el proceso de decisión, sino que dicha relación no pudo distinguirse claramente en los casos estudiados.

Criterios de aceptación de riesgo

La primera condición analizada corresponde a la existencia de criterios claros para evaluar qué nivel de riesgo es aceptable y cuándo una decisión requiere medidas adicionales o debe ser escalada.

Esta condición presentó uno de los mayores niveles de clasificación parcial. De los 14 casos, en cuatro se clasificó como Presente, en nueve como Parcial y en uno como Ausente.

En los casos clasificados como Presente se observó un uso más formal del riesgo dentro de la decisión, mediante matrices o metodologías que consideraban la probabilidad de falla y sus consecuencias sobre seguridad, producción, costos u otros aspectos relevantes. Los casos E02-C01, E08-C01, E09-C01 y E11-C01 fueron los que mostraron un mayor desarrollo de esta condición.

En la mayoría de los casos, sin embargo, el riesgo sí era considerado, pero sin criterios completamente formalizados. Las decisiones tomaban en cuenta posibles consecuencias sobre disponibilidad, costos, seguridad u operación, aunque muchas veces esto se evaluaba mediante la experiencia de las personas involucradas, la criticidad del activo o la discusión entre áreas. Por esta razón, estos casos fueron clasificados como Parcial.

El único caso clasificado como Ausente fue E01-C01, donde no había un mecanismo definido para establecer qué nivel de riesgo podía ser aceptado.

En términos generales, los resultados muestran que el riesgo formó parte de las decisiones de mantenimiento en casi todos los casos, pero con distintos niveles de formalización. La situación más común fue una evaluación apoyada en experiencia, criticidad y consecuencias esperadas, mientras que solo en algunos casos se observaron mecanismos más estructurados para evaluar y aceptar el riesgo.

No se observó que una mayor formalización de estos criterios diferenciara claramente el resultado final de las propuestas. Sin embargo, sí se identificó una diferencia en la forma en que se tomaban las decisiones: en los casos con criterios más estructurados, el riesgo era evaluado mediante metodologías previamente definidas, mientras que en los casos Parciales existía un mayor espacio para la experiencia y el juicio de las personas involucradas.

Tratamiento de recomendaciones del fabricante (OEM)

La segunda condición analizada corresponde a la forma en que la organización utiliza las recomendaciones del fabricante y a la posibilidad de apartarse de ellas cuando existen antecedentes técnicos que justifican una estrategia distinta.

De los 14 casos, esta condición se clasificó como Presente en cinco, Parcial en seis y No determinable en tres. No se identificaron casos en que pudiera clasificarse claramente como Ausente.

En los casos clasificados como Presente, las recomendaciones del fabricante eran utilizadas como una referencia inicial, pero podían ser modificadas a partir de información propia de la operación, análisis de condición, historial de fallas o resultados obtenidos en terreno. Esto se

observó, por ejemplo, en los casos E03 y E05, donde las estrategias originales podían ajustarse cuando existían antecedentes técnicos suficientes para justificar el cambio.

En los casos clasificados como Parcial también existía la posibilidad de apartarse de las recomendaciones del fabricante, pero no siempre mediante un procedimiento claramente establecido. En estas situaciones, la decisión dependía en mayor medida de la experiencia, de la información técnica disponible o de la evaluación realizada por las personas responsables. En otros casos, especialmente en activos antiguos, la información del fabricante era limitada o ya no se encontraba disponible.

En términos generales, las recomendaciones OEM fueron utilizadas principalmente como un punto de partida y no como una regla que impidiera realizar modificaciones. La principal diferencia entre los casos estuvo en qué tan formalizado se encontraba el proceso para justificar una desviación y en la cantidad de información propia disponible para respaldarla.

No se observó que una mayor formalización en el tratamiento de las recomendaciones del fabricante diferenciara claramente el resultado final de las propuestas. Sin embargo, sí se identificó que las organizaciones podían apartarse de estas recomendaciones cuando contaban con antecedentes técnicos suficientes para justificar una estrategia distinta. En las entrevistas tampoco se identificó una tendencia clara a mantener las recomendaciones OEM solo por una conducta conservadora.

Revisión técnica procedimental

La tercera condición analizada corresponde a la existencia de una instancia o procedimiento de revisión técnica antes de aprobar una modificación de mantenimiento.

De los 14 casos, esta condición se clasificó como Presente en seis y como Parcial en ocho.

No se identificaron casos en que estuviera completamente Ausente o en que no fuera posible determinarla.

En los casos clasificados como Presente, la propuesta era revisada por personas o áreas con responsabilidad técnica antes de ser aprobada. Esto se observó, por ejemplo, en situaciones donde participaban confiabilidad, especialistas, supervisores u otras funciones encargadas de validar el análisis y sus antecedentes antes de modificar la estrategia de mantenimiento.

En los casos clasificados como Parcial también existía algún tipo de revisión, pero esta no siempre correspondía a una instancia claramente definida o separada de quien había elaborado la propuesta. En estas situaciones, la evaluación podía realizarse mediante reuniones, revisión de antecedentes o discusión entre responsables, pero con un menor nivel de formalización.

En términos generales, la revisión técnica estuvo presente de alguna forma en todos los casos analizados. La principal diferencia estuvo en qué tan estructurada era esta revisión y en si existía una función claramente encargada de validar la propuesta antes de tomar la decisión.

No se observó que una revisión técnica más formal diferenciara claramente el resultado final de las propuestas. Incluso el caso no adoptado o postergado contaba con algún nivel de revisión técnica. Por lo tanto, los resultados muestran principalmente diferencias en la forma en que las organizaciones revisaban y validaban técnicamente los cambios, más que una diferencia clara en su adopción final.

Integración entre áreas involucradas

La cuarta condición analizada corresponde a la participación coordinada de las distintas áreas que poseen información relevante o que pueden verse afectadas por una modificación de mantenimiento.

Esta fue una de las condiciones más presentes entre los casos analizados. De los 14 casos, en 12 se clasificó como Presente y en dos como Parcial. No se identificaron casos en que estuviera Ausente o no fuera posible determinarla.

En los casos clasificados como Presente se observó la participación de distintas funciones según las características de la decisión, incluyendo mantenimiento, confiabilidad, planificación, operaciones, seguridad, abastecimiento y otras áreas de apoyo. La cantidad de áreas involucradas variaba según la magnitud del cambio y sus efectos sobre la operación.

Los dos casos clasificados como Parcial también mostraron participación de otras áreas, pero de una forma menos completa o menos integrada durante el proceso. En estos casos, algunas funciones adquirían mayor participación cuando aparecían necesidades específicas, como presupuesto, disponibilidad o ejecución.

En términos generales, la integración entre áreas fue una característica común de los procesos analizados. Las decisiones rara vez fueron descritas como una actividad realizada completamente dentro de una sola función y, a medida que el cambio involucraba mayores efectos sobre recursos, operación o disponibilidad, también tendían a participar más áreas.

Debido a que esta condición estuvo presente en casi todos los casos, no fue posible distinguir una relación clara con el resultado final de las propuestas. La principal diferencia observada estuvo en el nivel de participación y coordinación entre las áreas involucradas, más que en la presencia o ausencia de esta condición.

Autoridad para aprobación de cambios

La quinta condición analizada corresponde a la claridad respecto de quién tiene la autoridad para aprobar, rechazar o escalar una modificación de mantenimiento.

Esta fue otra de las condiciones con mayor presencia entre los casos. De los 14 casos, en 11 se clasificó como Presente y en tres como Parcial. No se identificaron casos en que estuviera Ausente o no fuera posible determinarla.

En los casos clasificados como Presente se encontraba relativamente claro qué cargo, jefatura o área tenía la responsabilidad de aprobar el cambio. En varios casos también existían distintos niveles de decisión según el costo, la magnitud de la modificación o su impacto sobre otras áreas, de modo que algunas propuestas podían resolverse dentro de mantenimiento mientras que otras debían escalarse a niveles superiores.

Los casos clasificados como Parcial correspondieron principalmente a situaciones donde se conocía qué área tenía un rol principal en la decisión, pero no quedaban completamente definidos los límites de autoridad o el nivel exacto en que debía aprobarse la modificación.

En términos generales, la autoridad para decidir apareció claramente definida en la mayoría de los casos. La principal diferencia estuvo en qué tan claros eran los límites de esa autoridad y los criterios utilizados para escalar una decisión hacia niveles superiores.

Debido a que esta condición estuvo presente en la gran mayoría de los casos, no fue posible distinguir una relación clara con el resultado final de las propuestas. Las diferencias observadas se relacionaron principalmente con el grado de definición de los niveles de aprobación y con cuánto espacio quedaba para resolver la decisión mediante acuerdos internos o criterio de las personas involucradas.

Trazabilidad

La sexta condición analizada corresponde a la existencia de registros que permitan reconstruir los antecedentes utilizados, el análisis realizado, las personas que participaron y la decisión

tomada.

De los 14 casos, esta condición se clasificó como Presente en ocho y como Parcial en seis. No se identificaron casos en que estuviera Ausente o no fuera posible determinarla.

En los casos clasificados como Presente se observaron registros más completos del proceso, por ejemplo mediante sistemas de mantenimiento, informes, documentos técnicos, correos, procedimientos o registros de aprobación. Esto permitía dejar evidencia tanto de los antecedentes utilizados como de los cambios realizados.

En los casos clasificados como Parcial también existían registros, pero estos eran menos completos o estaban distribuidos entre distintas fuentes. En algunas situaciones quedaba registrado el cambio realizado, pero no necesariamente todo el análisis previo o la justificación de la decisión.

En términos generales, la trazabilidad estuvo presente en todos los casos, aunque con diferencias importantes en el nivel de detalle y formalización. La principal diferencia no estuvo en la existencia de registros, sino en qué tan fácil era reconstruir posteriormente el proceso completo de decisión.

No se observó una relación clara entre una mayor trazabilidad y el resultado final de las propuestas. La diferencia más evidente entre los casos estuvo en la calidad y completitud de los registros: en algunos era posible reconstruir de manera más completa cómo y por qué se tomó la decisión, mientras que en otros solo quedaban antecedentes parciales del proceso.

Seguimiento y aprendizaje de resultados

La séptima condición analizada corresponde a la existencia de mecanismos para observar los resultados de las decisiones de mantenimiento y utilizar lo aprendido para realizar ajustes o apoyar decisiones futuras.

De los 14 casos, esta condición se clasificó como Presente en nueve y como Parcial en cinco. No se identificaron casos en que estuviera Ausente o no fuera posible determinarla.

En los casos clasificados como Presente se observaron mecanismos de seguimiento posteriores a las decisiones, como revisión de indicadores, monitoreo del desempeño, análisis de fallas, inspecciones o ajustes realizados a partir de los resultados obtenidos. En varios casos, la experiencia acumulada también era utilizada para modificar nuevamente las estrategias de mantenimiento.

En los casos clasificados como Parcial existían antecedentes de seguimiento o aprendizaje, pero estos no siempre formaban parte de un proceso claramente establecido. En algunas situaciones se realizaban ajustes a partir de problemas observados, aunque no se identificó un mecanismo sistemático para evaluar posteriormente cada modificación.

En términos generales, el seguimiento y aprendizaje estuvo presente en todos los casos, aunque con distintos niveles de formalización. La principal diferencia estuvo en si el seguimiento se realizaba mediante mecanismos definidos o si dependía principalmente de la observación del desempeño y de la aparición de nuevas fallas.

No se observó una relación clara entre una mayor formalización de esta condición y el resultado final de las propuestas. La diferencia más evidente entre los casos estuvo en qué tan sistemáticamente se utilizaban los resultados obtenidos para revisar y ajustar posteriormente las estrategias de mantenimiento.

Distribución de responsabilidad, respaldo institucional y tratamiento de errores

La octava condición analizada corresponde a la forma en que se distribuyen las responsabilidades entre quienes analizan, recomiendan y deciden, al respaldo entregado a quienes toman decisiones y a la manera en que se revisan los errores o resultados adversos.

De los 14 casos, esta condición se clasificó como Presente en tres y como Parcial en once. No se identificaron casos en que estuviera Ausente o no fuera posible determinarla.

En los casos clasificados como Presente se observaron responsabilidades relativamente claras, respaldo de las jefaturas y mecanismos para revisar problemas o fallas considerando sus causas y el proceso seguido. En la mayoría de los casos, en cambio, fue posible identificar quién tenía responsabilidad sobre la propuesta o la decisión, pero existía menos información sobre el respaldo entregado a quien decidía o sobre la forma en que la organización trataba los errores. Por esta razón, estos casos fueron clasificados como Parcial.

En términos generales, la distribución de responsabilidades apareció con mayor claridad que los componentes relacionados con el respaldo institucional y el tratamiento de errores. Esto explica la alta presencia de clasificaciones Parcial dentro de esta condición.

Al comparar esta condición con el resultado final, no se observa una relación clara. En particular, no se identificaron casos en que una propuesta haya sido rechazada explícitamente por temor de quien debía decidir a asumir la responsabilidad frente a un posible resultado negativo. El único caso no adoptado o postergado estuvo relacionado principalmente con restricciones de presupuesto y priorización.

Por lo tanto, dentro de los casos analizados no se observó de forma clara la relación esperada entre falta de respaldo, temor a asumir responsabilidad y no adopción de una propuesta. Sin embargo, este resultado no permite descartar que estos elementos puedan influir en otras decisiones, sino solamente señalar que no aparecieron como una explicación clara en los casos estudiados.

9.4 Dependencia del criterio individual

Además de las condiciones organizacionales, se analizó el espacio que ocupaba el criterio de las personas involucradas dentro de cada proceso de decisión. Para esto se consideró si la decisión se encontraba principalmente encuadrada por procedimientos, criterios y responsabilidades previamente definidos, o si existía un mayor espacio para que la experiencia, el juicio o la influencia de personas específicas orientaran su desarrollo.

Para mantener una clasificación común entre los casos, este aspecto se caracterizó mediante las categorías Baja, Media o Alta. Una dependencia Baja indica que la decisión se encontraba principalmente guiada por mecanismos organizacionales establecidos; Media indica que estos mecanismos existían, pero las personas mantenían un margen relevante de decisión; y Alta corresponde a situaciones donde el criterio individual tenía un peso especialmente importante.

La siguiente tabla presenta la clasificación obtenida para los casos analizados.

Caso	Dependencia del criterio individual
E01-C01	Media
E02-C01	Media
E03-C01	Baja
E04-C01	Media
E04-C02	Media
E05-C01	Media
E05-C02	Media
E05-C03	Media
E06-C01	Alta
E08-C01	Baja
E09-C01	Baja
E10-C01	Media
E11-C01	Media
E12-C01	Media

Tabla 15: Dependencia del criterio individual en los casos analizados

La situación más frecuente fue una dependencia Media, presente en diez de los 14 casos. Esto muestra que, aunque las organizaciones contaban con procedimientos, áreas responsables o criterios para apoyar las decisiones, seguía existiendo un espacio importante para el juicio de las personas involucradas.

En tres casos la dependencia fue clasificada como Baja. En ellos se observaron procesos más apoyados en datos, criterios definidos, revisión técnica y responsabilidades establecidas. En estas situaciones, la decisión dependía menos de una persona específica y se encontraba en mayor medida respaldada por mecanismos propios de la organización.

También se observó el caso contrario en situaciones donde existía menor formalización o menor disponibilidad de información. La falta de documentación, la antigüedad de algunos equipos, la ausencia o pérdida de soporte del fabricante y la falta de procedimientos claramente establecidos aumentaban la necesidad de utilizar experiencia, conocimiento histórico y juicio técnico

para tomar decisiones. Esto se observó, por ejemplo, en activos antiguos donde la información técnica era limitada y las personas con mayor experiencia debían complementar los antecedentes disponibles.

El caso E06-C01 fue el único clasificado con dependencia Alta y presenta una situación particular. El entrevistado describió una organización que había pasado desde una gestión de mantenimiento principalmente reactiva y poco formalizada hacia una forma de trabajo más planificada y estructurada, proceso en el cual tuvo una participación importante. Debido a que varios mecanismos todavía se encontraban en proceso de construcción o formalización, su experiencia y criterio personal tenían un peso considerable en la definición de las estrategias de mantenimiento. Este caso muestra cómo, durante etapas de menor madurez o de desarrollo de los procesos, una persona con experiencia puede adquirir un papel especialmente relevante en las decisiones.

En términos generales, los resultados muestran que la formalización no elimina el criterio individual, sino que modifica el espacio que este ocupa dentro de la decisión. En procesos más estructurados, la experiencia y el juicio técnico se utilizan dentro de criterios, información, mecanismos de revisión, responsabilidades y niveles de autoridad previamente establecidos. En situaciones con menor documentación, información técnica o formalización, el conocimiento y la experiencia de determinadas personas adquieren un papel mayor en la construcción de la decisión.

Esta observación debe interpretarse considerando que la propia clasificación de dependencia del criterio individual toma en cuenta la existencia de criterios, procedimientos y mecanismos organizacionales. Por esta razón, no se interpreta como una relación independiente entre formalización y dependencia individual, sino principalmente como una característica de la forma en que se estructura el proceso de decisión.

Respecto del resultado final, no se observa una diferencia clara asociada al nivel de depen-

dencia individual, considerando además la baja variación existente en la adopción de las propuestas. La diferencia más clara estuvo en la forma en que se construía la decisión y en el espacio que ocupaban los mecanismos organizacionales y el conocimiento y experiencia de las personas que participaban en ella.

9.5 Relación entre condiciones organizacionales, resultado y trayectoria

Una vez analizadas las condiciones organizacionales por separado, se realizó una comparación conjunta para observar si ciertas combinaciones aparecían relacionadas con el resultado o con la trayectoria de las decisiones.

Esta comparación debe considerar que los resultados finales presentan poca variación, ya que 12 de los 14 casos terminaron con la adopción de la propuesta. Por esta razón, el análisis no busca identificar una condición que explique por sí sola la aprobación o rechazo de un cambio, sino observar patrones entre las condiciones organizacionales, la forma en que avanzaron las decisiones y el contexto particular de cada caso.

9.5.1. Configuraciones observadas en las decisiones adoptadas

Entre los casos adoptados se repitieron algunas condiciones organizacionales, especialmente la integración entre las áreas involucradas y la existencia de una autoridad definida para tomar o escalar la decisión. También fue común encontrar algún nivel de revisión técnica, trazabilidad y seguimiento de los resultados.

Sin embargo, el nivel de formalización de estas condiciones fue diferente entre los casos. Algunas decisiones se desarrollaron dentro de procesos más estructurados, mientras que otras fueron adoptadas aun cuando varias condiciones estaban presentes solo de manera parcial. Esto se

observó, por ejemplo, en los criterios de aceptación de riesgo, la revisión técnica y la trazabilidad.

Por lo tanto, los casos adoptados no muestran una única configuración organizacional. Las propuestas avanzaron bajo distintos niveles de formalización, aunque fue frecuente encontrar participación de las áreas necesarias y una autoridad definida para resolver la propuesta.

La baja cantidad de casos no adoptados no permite determinar si estas características diferencian una decisión adoptada de una no adoptada. Los resultados permiten describir qué condiciones fueron frecuentes en las propuestas que avanzaron, pero no afirmar que hayan determinado su aprobación.

9.5.2. Condiciones organizacionales y trayectorias fluidas

En seis casos fue posible identificar una trayectoria fluida. En todos ellos la integración entre áreas fue clasificada como Presente y, en cinco de los seis, la autoridad para aprobar o escalar el cambio también se encontraba claramente definida. Además, todos presentaban algún nivel de revisión técnica y trazabilidad.

Sin embargo, estas características también estaban presentes en varios casos que tuvieron dificultades. Por esta razón, no se identificó una condición organizacional que diferenciara claramente las trayectorias fluidas de aquellas que presentaron obstáculos.

Las trayectorias fluidas corresponden principalmente a situaciones en que la propuesta pudo avanzar dentro de los mecanismos existentes sin enfrentar restricciones importantes. En varios de estos casos, además, las decisiones estaban respaldadas por análisis, pruebas o información obtenida del comportamiento real de los equipos.

9.5.3. Dificultades, demoras y postergación

En tres casos se identificó una trayectoria con dificultades. Estas dificultades no estuvieron asociadas de manera clara con la ausencia de alguna de las ocho condiciones organizacionales.

En E02-C01, la principal tensión estuvo relacionada con la presión por aumentar la disponibilidad de los equipos y el posible efecto de extender los intervalos de mantenimiento sobre la confiabilidad. En E04-C02, la propuesta fue postergada principalmente por restricciones de presupuesto y por la prioridad entregada a otras necesidades. En E11-C01, las dificultades estuvieron relacionadas con disponibilidad de repuestos, tiempos de abastecimiento y coordinación comercial.

En estos casos, los principales obstáculos estuvieron relacionados con las características y restricciones propias de la decisión. Incluso algunas condiciones organizacionales, como la autoridad, la integración entre áreas o el seguimiento, se encontraban presentes.

Esto muestra que contar con mecanismos definidos para evaluar y aprobar cambios no evita necesariamente que aparezcan dificultades. Una propuesta puede estar respaldada por un proceso organizacional definido y, al mismo tiempo, enfrentar restricciones de presupuesto, operación, recursos, abastecimiento o prioridad. Por esta razón, las condiciones organizacionales y el contexto de cada decisión deben analizarse de manera conjunta.

9.5.4. Contraste entre el caso adoptado y el caso no adoptado

El caso E04-C02 permite realizar un contraste particular, ya que corresponde al único caso claramente identificado como no adoptado o postergado y proviene de la misma entrevista y organización que E04-C01, cuya propuesta sí fue adoptada.

Ambos casos presentaron una clasificación prácticamente igual de las condiciones organi-

zacionales. En los dos se observaron criterios de riesgo Parciales, revisión técnica Parcial, integración entre áreas Presente, autoridad Presente, trazabilidad Presente, seguimiento y aprendizaje Presente y una distribución de responsabilidad y respaldo clasificada como Presente. En ambos casos tampoco fue posible determinar el tratamiento de las recomendaciones del fabricante.

Los dos casos corresponden además a elementos de infraestructura menos directamente vinculados al proceso operacional principal que gran parte de los demás casos analizados. E04-C01 se relaciona con baños de uso común y E04-C02 con cierres perimetrales. Por esta razón, la forma en que estas intervenciones compiten por presupuesto y prioridad puede ser distinta a la de equipos cuya indisponibilidad afecta directamente la continuidad operacional.

A pesar de presentar condiciones organizacionales similares, los resultados fueron diferentes. En E04-C01 se propuso aumentar la frecuencia de mantenimiento preventivo de los baños desde trimestral a mensual y la modificación fue adoptada de manera fluida. En E04-C02 se planteó una intervención de mayor magnitud sobre cierres perimetrales, pero esta fue postergada principalmente por presupuesto y por la prioridad asignada frente a otras necesidades.

Este contraste muestra que, dentro de una misma organización y con mecanismos organizacionales similares, el desarrollo de una decisión puede cambiar según las características del caso. En esta comparación, la diferencia aparece principalmente en la magnitud de la intervención, el presupuesto disponible y la prioridad asignada, más que en las condiciones organizacionales analizadas.

Por sí solo, este contraste no permite establecer que estas restricciones causen la no adopción de una propuesta. Sin embargo, muestra la importancia de considerar el contexto particular de cada decisión y evita interpretar las ocho condiciones de manera aislada.

En conjunto, el análisis transversal no identificó una combinación de condiciones organi-

zacionales que permitiera distinguir claramente las propuestas adoptadas de las no adoptadas, ni tampoco las trayectorias fluidas de aquellas que presentaron dificultades. Las condiciones permitieron observar diferencias en la forma en que las decisiones estaban estructuradas y formalizadas, pero las dificultades aparecieron principalmente asociadas a restricciones concretas del contexto.

De esta manera, los resultados sugieren que la trayectoria de una decisión se comprende mejor considerando la interacción entre los mecanismos organizacionales y las características particulares del caso. Presupuesto, prioridades operacionales, disponibilidad de recursos, abastecimiento e información técnica pueden dificultar o postergar una propuesta incluso cuando existen mecanismos definidos de revisión, coordinación y aprobación.

9.6 Factores emergentes identificados

Además de las ocho condiciones organizacionales definidas inicialmente, las entrevistas permitieron identificar otros elementos que aparecieron de manera recurrente al describir las decisiones de mantenimiento. Estos factores no fueron incorporados como nuevas condiciones de la matriz, ya que no formaban parte del marco definido inicialmente, pero se consideran de manera complementaria para interpretar los casos.

Los principales factores identificados fueron la comunicación entre las personas y áreas involucradas, la disponibilidad de recursos y la viabilidad de ejecutar los cambios, la evaluación económica, la disponibilidad y uso de información técnica y el conocimiento de las personas participantes.

Comunicación

La comunicación apareció de manera recurrente en las entrevistas como un elemento relevante para desarrollar y defender una propuesta de modificación. Este factor se encuentra relacionado con la integración entre áreas, pero no corresponde exactamente a lo mismo. Mientras la integración considera si las áreas necesarias participan en la decisión, la comunicación se relaciona con la forma en que la información técnica es transmitida, explicada y entendida entre ellas.

En varios casos se destacó la importancia de explicar adecuadamente el problema, presentar los antecedentes de manera comprensible y generar acuerdos entre funciones con intereses distintos. Esto fue especialmente relevante cuando una propuesta técnica debía ser discutida con áreas de operación, planificación, abastecimiento o niveles de gestión que no necesariamente utilizaban los mismos criterios técnicos.

A partir de los casos analizados no se observa una relación clara entre la comunicación y el resultado final de las propuestas. Sin embargo, las entrevistas muestran que una buena comunicación facilitaba la discusión y coordinación del cambio, mientras que dificultades para transmitir o justificar una propuesta podían hacer más complejo su avance.

Recursos, abastecimiento y viabilidad de ejecución

Otro elemento recurrente fue la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar una modificación a la práctica. Entre ellos aparecieron presupuesto, personal, repuestos, materiales, servicios externos, tiempos de abastecimiento y disponibilidad de los equipos para intervenirlos.

Estos factores fueron especialmente visibles en algunos de los casos que presentaron dificultades. En E04-C02, la propuesta fue postergada principalmente por presupuesto y prioridad

frente a otras necesidades. En E11-C01 aparecieron dificultades relacionadas con disponibilidad de componentes y tiempos de abastecimiento. En otros casos también se mencionó la necesidad de contar con materiales, personal o tiempo suficiente para poder incorporar una nueva estrategia.

Los resultados muestran que una propuesta puede ser considerada técnicamente adecuada y, aun así, enfrentar dificultades para avanzar debido a su viabilidad práctica. En los casos analizados, estas restricciones aparecieron más claramente relacionadas con demoras, postergaciones y dificultades en la trayectoria que con un cuestionamiento de la validez técnica del cambio.

Evaluación económica

La evaluación económica también apareció en varias entrevistas como parte de la forma en que una propuesta técnica debía ser presentada y evaluada. Los entrevistados mencionaron costos de mantenimiento, ahorro esperado, disponibilidad, OPEX, inversión necesaria y efectos económicos de una posible falla.

En algunos casos, el beneficio económico formaba parte directa de la justificación del cambio, mientras que en otros un mayor costo hacía necesario escalar la decisión o presentar antecedentes adicionales. Esto muestra que la justificación técnica no siempre era suficiente por sí sola, especialmente cuando la modificación requería recursos importantes o competía con otras necesidades de la organización.

No se identificó una relación directa entre la existencia de una evaluación económica y el resultado final de las propuestas. Sin embargo, este elemento apareció de manera recurrente como parte de la información utilizada para justificar, priorizar o escalar una modificación.

Disponibilidad de información y uso de evidencia

La disponibilidad de información técnica y el uso de datos también aparecieron de forma recurrente. En distintos casos las propuestas fueron respaldadas mediante historial de fallas, análisis de condición, resultados de laboratorio, indicadores de desempeño, análisis de causa raíz, pruebas realizadas en terreno o información entregada por fabricantes y proveedores.

En algunos casos, esta evidencia permitió justificar modificaciones respecto de estrategias previamente utilizadas o de recomendaciones del fabricante. También se observaron situaciones opuestas, especialmente en equipos antiguos, donde la documentación era limitada, el fabricante ya no entregaba soporte o la información disponible era insuficiente. En esas situaciones, la experiencia de las personas adquiría un mayor peso para completar los antecedentes faltantes.

La disponibilidad de información también modificó el papel que cumplía la experiencia personal dentro de la decisión. Cuando existían datos e información suficientes, el juicio técnico podía utilizarse principalmente para interpretar antecedentes y evaluar alternativas. Cuando esta información era limitada, el conocimiento histórico de determinadas personas adquiría un papel mayor para completar los antecedentes disponibles.

Capacidades y conocimiento del personal

Finalmente, en varias entrevistas se mencionó la importancia de la experiencia, el conocimiento técnico y la capacidad de las personas para analizar problemas y proponer modificaciones. Este elemento tuvo mayor importancia en situaciones donde los procesos estaban menos formalizados o donde existía poca información disponible sobre los activos.

El caso E06-C01 representa con mayor claridad esta situación. El entrevistado había parti-

cipado directamente en el desarrollo y formalización de una gestión de mantenimiento que anteriormente era principalmente reactiva, por lo que su experiencia personal tuvo un peso importante en la construcción de nuevas estrategias y procedimientos.

En este sentido, las capacidades de las personas aparecieron como un complemento de los mecanismos organizacionales. En procesos más estructurados, la experiencia operaba dentro de criterios y mecanismos previamente establecidos, mientras que en situaciones con menor información o formalización ocupaba un espacio mayor en la construcción de la decisión.

En conjunto, todos estos factores complementan el análisis realizado mediante las ocho condiciones organizacionales. Las entrevistas muestran que el desarrollo de una decisión no depende únicamente de la existencia de procedimientos, responsabilidades o mecanismos formales, sino también de la posibilidad de comunicar y justificar la propuesta, disponer de recursos para ejecutarla, demostrar su conveniencia y contar con información y conocimiento suficientes para respaldarla.

Estos elementos no mostraron por sí solos una relación clara con la adopción final de las propuestas, pero ayudaron a explicar diferencias en la forma en que estas fueron evaluadas, priorizadas y desarrolladas.

9.7 Síntesis de patrones observados

El análisis conjunto de los casos permitió identificar tres hallazgos principales. Estos resultados deben interpretarse de acuerdo con el carácter cualitativo y exploratorio de la investigación y no representan relaciones causales.

En primer lugar, la evidencia obtenida no permite establecer una relación clara entre una configuración determinada de las ocho condiciones organizacionales y la adopción o no adopción

de una propuesta. De los 14 casos analizados, 12 terminaron con la adopción del cambio, uno fue no adoptado o postergado y en uno no fue posible determinar el resultado. Esta baja variación limita la comparación entre propuestas adoptadas y no adoptadas. Además, los casos adoptados presentaron distintos niveles de formalización de las condiciones, por lo que no se identificó una combinación que diferenciara claramente su resultado.

En segundo lugar, las diferencias entre los casos fueron más visibles al observar el espacio que ocupaba el criterio individual dentro del proceso. En las decisiones más estructuradas, la experiencia personal operaba dentro de criterios definidos, información técnica, mecanismos de revisión, responsabilidades y niveles de autoridad establecidos. En cambio, cuando estos mecanismos eran más débiles o existía menor información disponible, el conocimiento y juicio de determinadas personas adquirían un mayor peso. Este resultado se interpreta principalmente como una característica de la estructura del proceso de decisión y no como una relación independiente entre formalización y dependencia individual.

En tercer lugar, la trayectoria de las decisiones mostró una relación importante con las características particulares de cada situación. Presupuesto, prioridades, disponibilidad de recursos, abastecimiento, información técnica y exigencias operacionales aparecieron asociados a dificultades, demoras o postergaciones, incluso cuando existían mecanismos organizacionales establecidos. El contraste entre los casos E04-C01 y E04-C02 refuerza esta observación, ya que ambos presentaban condiciones organizacionales similares, pero tuvieron resultados diferentes principalmente en un contexto de distinta magnitud, presupuesto y prioridad.

Hallazgo principal	Evidencia observada	Interpretación
No se identificó una relación clara entre las ocho condiciones y el resultado final	12 de los 14 casos fueron adoptados y las propuestas adoptadas presentaron distintos niveles de formalización de las condiciones.	La baja cantidad de casos no adoptados limita la comparación y no permite identificar una configuración de condiciones asociada claramente con la adopción o no adopción.
La formalización modifica el espacio que ocupa el criterio individual dentro de la decisión.	En procesos más estructurados, la experiencia operaba dentro de criterios, información, revisión, autoridad y responsabilidades previamente establecidos. Cuando estos mecanismos eran más débiles, el juicio de determinadas personas adquiría un mayor peso.	El resultado caracteriza la arquitectura del proceso de decisión y no una relación independiente entre formalización y dependencia individual, ya que ambos aspectos están parcialmente relacionados en la forma en que fueron analizados.
La trayectoria debe analizarse considerando conjuntamente los mecanismos organizacionales y el contexto.	Presupuesto, prioridades, recursos, abastecimiento e información aparecieron en los casos con mayores dificultades. Casos con condiciones similares presentaron trayectorias o resultados distintos.	Los mecanismos organizacionales no actúan de forma aislada; las características y restricciones propias de cada decisión también aparecen relacionadas con su desarrollo.

Tabla 16: Síntesis de los principales hallazgos observados

De esta manera, los resultados sugieren que el desarrollo de una decisión se comprende mejor considerando conjuntamente los mecanismos organizacionales y el contexto particular del caso, en lugar de analizar cada condición de manera aislada. Los factores emergentes identificados en las entrevistas, como la comunicación, la evaluación económica, la disponibilidad de información, los recursos y las capacidades del personal, complementan esta interpretación.

10 Conclusiones

La investigación permitió analizar cómo distintas condiciones organizacionales participan en el proceso mediante el cual propuestas técnicamente fundamentadas de cambio en mantenimiento son evaluadas y decididas. A partir de 12 entrevistas se identificaron 14 episodios concretos de decisión, los cuales fueron comparados considerando su contexto, las condiciones organizacionales presentes, la dependencia del criterio individual, la trayectoria seguida y el resultado alcanzado.

En primer lugar, la evidencia obtenida no permite establecer una relación clara entre una determinada combinación de las ocho condiciones organizacionales y la adopción o no adopción de una propuesta. De los 14 casos analizados, 12 terminaron siendo adoptados, uno fue no adoptado o postergado y en uno no fue posible determinar el resultado final. Además, las propuestas adoptadas presentaron distintos niveles de formalización de las condiciones. Por lo tanto, no se identificó una combinación que permitiera diferenciar claramente las propuestas adoptadas de aquellas que no avanzaron. La baja cantidad de casos no adoptados limita especialmente esta comparación.

Las ocho condiciones organizacionales estuvieron presentes con distintos niveles de formalización. La integración entre áreas y la definición de la autoridad para aprobar cambios aparecieron de manera más consistente, mientras que los criterios de aceptación de riesgo, la revisión técnica y el respaldo institucional presentaron con mayor frecuencia desarrollos parciales. Sin embargo, estas diferencias no se reflejaron de manera clara en el resultado final de las propuestas.

Una diferencia más visible entre los casos estuvo en el espacio que ocupaba el criterio individual dentro del proceso de decisión. En los procesos más estructurados, la experiencia y el juicio de las personas operaban dentro de criterios definidos, información técnica, mecanismos de revisión, registros, responsabilidades y niveles de autoridad previamente establecidos. Cuando

estos mecanismos eran más débiles o existía menor información disponible, determinadas personas adquirían un papel mayor en la construcción de la decisión. Este resultado debe interpretarse principalmente como una característica de la estructura del proceso y no como una relación independiente entre formalización y dependencia individual, dado que ambos aspectos se encuentran parcialmente relacionados en la forma en que fueron analizados.

También se observó que la trayectoria de las decisiones no puede explicarse únicamente a partir de las ocho condiciones organizacionales. Las dificultades, demoras y postergaciones aparecieron relacionadas con elementos del contexto, como presupuesto, prioridades, disponibilidad de recursos, abastecimiento, información técnica y exigencias operacionales. Esto muestra que una organización puede contar con mecanismos definidos para analizar y aprobar cambios y, aun así, enfrentar dificultades debido a las características particulares de cada decisión.

Por otra parte, no se identificó una tendencia clara a mantener políticas históricas o recomendaciones del fabricante únicamente por una conducta conservadora. Las recomendaciones OEM fueron utilizadas principalmente como una referencia que podía modificarse cuando existían antecedentes técnicos suficientes. Tampoco se observaron casos en que una propuesta fuera rechazada claramente por temor de quien debía decidir a asumir responsabilidad por un resultado adverso. Estos resultados no permiten descartar que estas situaciones existan, sino solamente señalar que no aparecieron de forma clara en los casos analizados.

Las entrevistas también permitieron identificar elementos complementarios a las ocho condiciones iniciales, entre ellos la comunicación, la evaluación económica, la disponibilidad de información, los recursos necesarios para ejecutar las modificaciones y las capacidades del personal. Estos factores ayudaron a explicar diferencias en la forma en que las propuestas eran justificadas, priorizadas y desarrolladas.

La principal contribución de esta investigación es aportar una forma más clara de estudiar este tipo de decisiones. Inicialmente, el análisis estaba centrado en observar si ciertas condiciones organizacionales ayudaban a explicar la adopción o no adopción de una propuesta técnicamente fundamentada. Sin embargo, las entrevistas mostraron que el proceso de decisión era más amplio que lo considerado en el marco inicial, ya que también intervenían elementos como las restricciones de recursos, la disponibilidad de información, la evaluación económica, la comunicación y las características particulares de cada situación. A partir de ello, la investigación permite ampliar la forma de analizar estas decisiones, considerando no solo el resultado final, sino también cómo se estructura el proceso, qué espacio ocupa el criterio de personas específicas y qué factores del contexto aparecen relacionados con su desarrollo. De esta manera, el estudio aporta una base más completa para analizar decisiones sobre modificaciones de mantenimiento en distintos contextos industriales.

11 Discusión

Los resultados permiten revisar algunas de las expectativas planteadas al inicio de la investigación. El problema partía de la posibilidad de que una propuesta técnicamente fundamentada no se tradujera en un cambio debido a condiciones organizacionales, percepciones de riesgo o conductas defensivas. Sin embargo, en los casos analizados no se identificó una relación clara entre una determinada combinación de las ocho condiciones y la adopción o no adopción de las propuestas.

Una posible explicación es que parte del proceso importante ocurre antes de llegar a una decisión formal. La literatura revisada plantea que el análisis técnico es un insumo para la decisión y que las propuestas pueden ser discutidas, revisadas y complementadas antes de transformarse en un cambio efectivo (Pintelon y Gelders, 1992; Goossens y Basten, 2015). Esto coincide con lo observado en las entrevistas, donde varias propuestas habían pasado previamente por análisis, pruebas, revisión entre áreas o preparación de antecedentes. Por esta razón, una propuesta que llega a una instancia final de decisión puede haber superado antes parte de las principales dificultades. Esto puede ayudar a explicar por qué la adopción fue alta en los casos analizados y por qué las ocho condiciones no permitieron diferenciar claramente entre propuestas adoptadas y no adoptadas.

Una diferencia que apareció con mayor claridad entre los casos estuvo en la forma en que el juicio individual se integraba al proceso de decisión. El marco teórico plantea que una mayor madurez en gestión de activos se relaciona con procesos más consistentes, responsabilidades definidas y un uso más sistemático de la información (The Institute of Asset Management, 2024; Rosemann y de Bruin, 2005; Maletič et al., 2020). Los casos analizados mostraron una situación compatible con esta idea. Cuando existían criterios definidos, información técnica, mecanismos de revisión y responsabilidades claras, la experiencia personal seguía siendo relevante, pero operaba dentro de

un proceso más estructurado. En cambio, cuando faltaban procedimientos, registros o información técnica, el conocimiento de determinadas personas adquiría un mayor peso en la construcción de la decisión.

Este resultado requiere una consideración metodológica. La propia clasificación de dependencia del criterio individual incorpora antecedentes sobre la existencia de criterios, procedimientos y mecanismos organizacionales, por lo que no corresponde interpretar los resultados como una relación independiente entre formalización y dependencia. Más bien, los casos permiten caracterizar distintas arquitecturas del proceso de decisión: algunas en que el juicio individual opera dentro de mecanismos previamente establecidos y otras en que determinadas personas deben cubrir con su experiencia una mayor parte del proceso. En este sentido, los procedimientos y criterios no reemplazan el juicio técnico, sino que modifican el marco dentro del cual este se utiliza (Goossens y Basten, 2015).

Los resultados también muestran que las ocho condiciones organizacionales no son suficientes por sí solas para explicar la trayectoria de una decisión. Durante las entrevistas aparecieron de forma repetida restricciones de presupuesto, prioridades, abastecimiento, disponibilidad de recursos, información técnica, evaluación económica, comunicación y capacidades del personal. Esto coincide con el enfoque de gestión de activos desarrollado en el marco teórico, donde las decisiones deben considerar en conjunto el riesgo, el costo, el desempeño y las restricciones de la organización (Pais et al., 2020; The Institute of Asset Management, 2024).

Este punto se observa con especial claridad al comparar casos en que los mecanismos organizacionales eran similares, pero la trayectoria o el resultado fueron distintos. El contraste entre E04-C01 y E04-C02 muestra que una propuesta puede desarrollarse dentro de una misma organización y bajo condiciones organizacionales prácticamente iguales, pero tener un resultado distinto

debido a la magnitud de la intervención, el presupuesto disponible o su prioridad frente a otras necesidades. Por lo tanto, los mecanismos organizacionales y el contexto no deberían analizarse por separado, sino como partes de un mismo proceso de decisión.

Los factores emergentes también muestran que el marco inicial no incluía todos los elementos que aparecieron en las entrevistas. La investigación comenzó centrada principalmente en las ocho condiciones organizacionales y en su posible relación con la adopción de los cambios. Sin embargo, los casos mostraron que el desarrollo de una decisión también depende de la capacidad de comunicar la propuesta, justificar su conveniencia, contar con recursos para ejecutarla y disponer de información y conocimiento suficientes. Esto amplía el problema inicial y muestra que el estudio de estas decisiones requiere considerar no solo los mecanismos formales de la organización, sino también las condiciones concretas en que cada propuesta debe avanzar.

Respecto de las conductas defensivas, estas no aparecieron de manera clara en los casos analizados. La literatura señala que el temor a quedar asociado con las consecuencias negativas de una decisión puede favorecer alternativas más fáciles de justificar, la delegación o el escalamiento (Marx-Fleck et al., 2021; Steffel et al., 2016). De manera similar, el sesgo de omisión podría hacer que mantener una situación existente resulte menos comprometedor que modificarla (Baron y Ritov, 2004). En los casos estudiados no se identificaron propuestas rechazadas claramente por temor a asumir responsabilidad. Esto no permite descartar que estas conductas existan, especialmente porque la investigación analiza propuestas que efectivamente llegaron a ser planteadas, pero indica que no aparecieron como una explicación frecuente dentro de los casos observados.

Algo similar ocurrió con las recomendaciones del fabricante. El marco teórico planteaba que apartarse del OEM podía aumentar la percepción de responsabilidad sobre la decisión. Sin embargo, en las entrevistas las recomendaciones del fabricante aparecieron principalmente como

un punto de referencia que podía ser modificado cuando existían antecedentes propios suficientes. Esto coincide con la literatura que señala que las recomendaciones OEM deben evaluarse según el contexto operacional y que una desviación puede fundamentarse mediante experiencia, información propia y análisis técnico (The Institute of Asset Management, 2024; Okirie et al., 2024). Por lo tanto, la diferencia observada entre los casos estuvo menos en seguir o no seguir al fabricante y más en qué tan formalizado estaba el proceso utilizado para justificar esa decisión.

En conjunto, los resultados permiten ampliar la forma de estudiar las decisiones sobre modificaciones de mantenimiento. Más que analizar únicamente si una propuesta técnicamente fundamentada es aprobada o rechazada, los casos muestran la importancia de observar cómo se construye y revisa la propuesta, qué espacio ocupa el criterio de personas específicas, qué mecanismos organizacionales participan y qué restricciones del contexto afectan su desarrollo. De esta manera, la investigación muestra que las ocho condiciones siguen siendo útiles para analizar la estructura del proceso, pero que su análisis debe complementarse con el contexto y con los factores que aparecieron durante las entrevistas.

12 Limitaciones

Esta investigación presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, se trata de un estudio cualitativo y exploratorio basado en un número acotado de entrevistas y casos. Por esta razón, los patrones identificados no pueden generalizarse estadísticamente al conjunto de las industrias intensivas en activos físicos en Chile ni permiten establecer relaciones causales entre una condición organizacional y el resultado de una decisión.

Una segunda limitación importante corresponde a la baja variación en los resultados de los casos. De los 14 casos analizados, 12 terminaron con la adopción de la propuesta, uno fue no adoptado o postergado y en uno no fue posible determinar el resultado final. Esto dificultó comparar de manera directa qué condiciones diferenciaban las propuestas adoptadas de aquellas que no avanzaron. Por este motivo, varios de los resultados obtenidos permiten describir mejor la forma en que se desarrollan las decisiones que explicar por qué una propuesta termina siendo adoptada o rechazada.

También debe considerarse que los casos estudiados corresponden a modificaciones que llegaron a convertirse en propuestas concretas. Por lo tanto, la investigación no permite observar situaciones en que una persona haya identificado una posible mejora, pero haya decidido no proponerla por temor a asumir responsabilidad, falta de respaldo u otras razones. Esto es especialmente relevante para el análisis de posibles conductas defensivas, ya que parte de este fenómeno podría ocurrir antes de la etapa considerada como unidad de análisis.

La información obtenida depende además del recuerdo, experiencia y nivel de conocimiento de los entrevistados. No todos participaron en todas las etapas de las decisiones ni tuvieron acceso a los mismos antecedentes, por lo que algunos aspectos no pudieron determinarse con sufi-

ciente claridad.

Otra limitación corresponde al componente interpretativo propio del análisis cualitativo. La clasificación de las condiciones como Presente, Parcial, Ausente o No determinable, así como la estimación de la dependencia del criterio individual, requiere interpretar los antecedentes entregados por cada entrevistado. Para reducir esta dificultad se utilizaron definiciones y criterios comunes para todos los casos, pero la clasificación no deja de contener un componente de juicio propio.

Además, la estimación de la dependencia del criterio individual considera parcialmente la existencia de procedimientos, criterios y mecanismos organizacionales. Por ello, su relación con la formalización no debe interpretarse como una asociación entre variables independientes, sino principalmente como una descripción de la arquitectura del proceso de decisión.

Finalmente, los casos presentan diferencias importantes en cuanto al tipo de activo, criticidad, magnitud del cambio y restricciones económicas u operacionales. Esta diversidad permitió observar decisiones en distintos contextos, pero también limita la comparación directa entre ellas. Futuras investigaciones podrían profundizar estos resultados mediante muestras dirigidas específicamente a decisiones rechazadas, postergadas o que nunca llegaron a formalizarse, permitiendo analizar con mayor detalle los factores que dificultan la adopción de cambios técnicamente fundamentados.

13 Anexos

13.1 Anexo A: Revisión de documentación aeronáutica

Criterios de aceptación de riesgo.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Parcial	Exige identificar peligros, evaluar y reducir riesgos y comprobar la eficacia de las medidas adoptadas. También requiere definir responsabilidades y autoridad. Sin embargo, no fija una matriz ni límites comunes de aceptación de riesgo.	CAMO.A.200; 145.A.200
DGAC DAN 145	Parcial	Define la seguridad como mantener los riesgos en un nivel aceptable o menor. Al modificar datos de mantenimiento debe demostrarse un nivel de seguridad equivalente o superior. No define matriz, límites de riesgo ni autoridad para aceptar formalmente el riesgo residual.	145.1; 145.209
FAA AC 120-16G	Parcial	Reconoce que el riesgo debe evaluarse y gestionarse, y que el CASS debe priorizar problemas según su importancia. Sin embargo, no define cuánto riesgo residual puede aceptarse ni quién debe aceptarlo formalmente.	Secc. 1-4; 7-2; 9-5–9-6; 11-4
FAA AC 120-17B	Parcial	Exige estándares de desempeño y límites que indiquen cuándo una condición deja de ser aceptable y requiere investigación. No obstante, estos criterios se orientan principalmente al desempeño y confiabilidad, no a un sistema formal de aceptación de riesgo residual.	Secc. 1.6; 4.1–4.2; 5.2–5.3
FAA AC 120-72A	No	Aborda la gestión de riesgos en términos generales, pero no establece criterios de aceptación ni quién puede aceptar el riesgo.	Secc. 5; 7–8
ICAO Doc 9859	Sí	Establece un proceso formal para evaluar riesgos según probabilidad y gravedad y clasificarlos como aceptables, tolerables o inaceptables. La organización define sus criterios y puede escalar la aceptación a una autoridad superior.	Secc. 2.5; 9.4.6

Tabla 17: Condición 1: Criterios de aceptación de riesgo

Tratamiento de recomendaciones OEM.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Sí	Las instrucciones del fabricante constituyen una base del programa de mantenimiento, pero no todas tienen el mismo carácter. Algunas instrucciones son obligatorias, mientras que otras recomendaciones pueden evaluarse y adaptarse cuando existe justificación suficiente. El programa y sus modificaciones requieren aprobación de la autoridad competente, salvo aquellas modificaciones cubiertas por un procedimiento de aprobación indirecta previamente autorizado.	M.A.302; M.B.301; CAMO.A.315; AMC M.A.302
DGAC DAN 145	Sí	El centro de mantenimiento debe usar información técnica vigente. Puede modificar esos datos si tiene un procedimiento definido, demuestra un nivel de seguridad equivalente o mejor, informa al titular del diseño y obtiene la aprobación de la DGAC.	145.205; 145.209; 145.211; Ap. D
FAA AC 120-16G	Sí	La información del fabricante sirve de base para el programa de mantenimiento, pero el operador debe adaptarla según su propia experiencia y contexto operacional. Una revisión del fabricante no cambia automáticamente el programa del operador, y algunas tareas relacionadas con seguridad tienen restricciones especiales para ser eliminadas o modificadas.	Secc. 3-3; 6-3–6-4
FAA AC 120-17B	Sí	Las revisiones del fabricante no se incorporan automáticamente. El operador debe revisarlas y puede adoptar todas, algunas o ninguna, según un análisis basado en riesgo, experiencia y desempeño. Sin embargo, existen tareas de origen regulatorio o relacionadas con seguridad sobre las que el operador tiene menor libertad para realizar cambios.	Secc. 1.1; 4.3; Ap. A e I
FAA AC 120-72A	No	No trata las recomendaciones del fabricante ni establece un proceso para seguirlas o apartarse de ellas.	—
ICAO Doc 9859	No	No trata las recomendaciones de fabricantes ni la forma de modificar un programa de mantenimiento. Su objetivo es la gestión general de la seguridad.	—

Tabla 18: Condición 2: Tratamiento de recomendaciones del fabricante (OEM)

Revisión técnica.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Sí	El programa de mantenimiento debe revisarse periódicamente y debe evaluarse su eficacia. Los cambios al programa pasan por un proceso formal de aprobación, ya sea directamente por la autoridad o mediante un procedimiento de aprobación indirecta previamente autorizado.	M.A.301–302; M.B.301; CAMO.A.315
DGAC DAN 145	Parcial	No exige que toda propuesta de cambio pase por un comité técnico o una segunda instancia de revisión. Sí establece revisión y aprobación formal para determinados cambios, como modificaciones de datos de mantenimiento, modificaciones al manual o ampliaciones de capacidad.	145.113; 145.209; 145.219
FAA AC 120-16G	Parcial	El CASS revisa el funcionamiento y los resultados del programa, y algunos trabajos críticos requieren una inspección independiente. Sin embargo, no establece que todo análisis que proponga un cambio de política deba ser revisado por una segunda instancia técnica antes de decidir.	Secc. 4-4; 7; 11
FAA AC 120-17B	Sí	Define un proceso ordenado de recopilación de datos, análisis, recomendación, aprobación, implementación y seguimiento. El análisis debe ser realizado por personal competente y la recomendación debe ser revisada y resuelta por la autoridad de decisión definida por la organización.	Secc. 2.1–2.3; 5; 6.1
FAA AC 120-72A	No	No establece un procedimiento de revisión técnica de propuestas de cambio en políticas de mantenimiento. Su contenido se concentra en capacitación y factores humanos.	—
ICAO Doc 9859	Parcial	No regula cómo revisar técnicamente un cambio específico de mantenimiento. Sí exige una evaluación estructurada del riesgo antes de aceptar medidas importantes y contempla la participación de especialistas y comités para apoyar la evaluación y toma de decisiones.	Secc. 2.5.7; 9.3.6; 9.4.6

Tabla 19: Condición 3: Revisión técnica

Integración entre áreas.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Sí	Exige coordinar las distintas funciones relacionadas con la gestión y ejecución del mantenimiento. Las responsabilidades, relaciones y canales de reporte deben quedar definidos, incluyendo la coordinación con organizaciones externas que realizan mantenimiento.	CAMO.A.200; CAMO.A.202; CAMO.A.300; CAMO.A.315
DGAC DAN 145	Parcial	Exige coordinación entre dirección, área técnica, planificación, mantenimiento, inspección, certificación y calidad, además de establecer responsabilidades cuando intervienen organizaciones externas. Sin embargo, no exige que operaciones, finanzas, abastecimiento u otras áreas participen en cada decisión de cambio.	145.211; 145.217; 145.219; 145.313; Ap. C–D
FAA AC 120-16G	Parcial	El CASS debe tener interfaces claramente definidas y coordinarse no solo dentro de mantenimiento, sino también con áreas como ingeniería, operaciones de vuelo, abastecimiento y seguridad. Además, normalmente se contempla un comité para coordinar el CASS y mantener involucrada a la alta dirección. No significa, sin embargo, que todas esas áreas deban participar en cada cambio de mantenimiento.	Secc. 11-6
FAA AC 120-17B	Parcial	Reconoce que una modificación puede afectar otras funciones y requerir coordinación con operaciones, capacitación, abastecimiento y planificación. Sin embargo, no exige un comité multidisciplinario para cada decisión.	Secc. 2.1; 5.1; 5.3; 6.2; 7.1
FAA AC 120-72A	Parcial	Da importancia a la comunicación, al trabajo en equipo y a la capacidad de expresar preocupaciones. No define, sin embargo, un proceso formal de integración entre mantenimiento, ingeniería y operaciones para decidir cambios de política.	Secc. 5; 8.1
ICAO Doc 9859	Parcial	Establece comités que permiten reunir distintas partes de la organización. El comité de mayor nivel incorpora a la alta dirección, mientras que grupos más operativos revisan datos, coordinan acciones y evalúan los efectos de cambios. No define cómo debe componerse el grupo que decide un cambio específico de mantenimiento.	Secc. 9.3.6

Tabla 20: Condición 4: Integración entre áreas

Autoridad para aprobar cambios.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Sí	La autoridad para aprobar cambios está definida. Como regla general, la autoridad competente aprueba el programa y sus cambios; la organización puede aprobar ciertos cambios por sí misma solo cuando dispone de un procedimiento de aprobación indirecta previamente autorizado. Los cargos y sus atribuciones deben quedar definidos.	M.A.302; M.B.301; CAMO.A.125; CAMO.A.300; CAMO.A.315
DGAC DAN 145	Sí	La autoridad depende del tipo de decisión. El representante técnico tiene una función técnica central, pero ciertos cambios requieren aprobación de la DGAC. Las autorizaciones individuales también definen qué puede certificar cada persona.	145.113; 145.209; 145.211; 145.219; 145.307
FAA AC 120-16G	Sí	El programa debe indicar quién tiene autoridad y responsabilidad y qué funciones pueden delegarse. La FAA no aprueba el programa completo como un único documento, sino que autoriza su uso mediante las OpSpecs.	Secc. 1-5; 2; 4; 5-3; 8-10
FAA AC 120-17B	Sí	Separa claramente el análisis, la recomendación, la aprobación y la implementación. El operador debe definir quién tiene autoridad para aprobar modificaciones. Dentro de los límites autorizados, puede cambiar tareas e intervalos sin autorización previa de la FAA; algunas materias quedan restringidas.	Secc. 1.1; 2.1–2.2; 6.1; Ap. I
FAA AC 120-72A	No	Reconoce que la presión, la falta de asertividad o las normas informales pueden afectar la actuación de las personas, pero no establece quién tiene autoridad formal para aprobar, rechazar o escalar un cambio de política de mantenimiento.	—
ICAO Doc 9859	Sí	La organización debe definir claramente las responsabilidades y autoridades. El máximo responsable tiene autoridad sobre la organización y sus recursos, y algunas decisiones sobre controles de riesgo pueden tener que escalarse a una autoridad superior para su aceptación.	Secc. 9.3.5; 9.4.6

Tabla 21: Condición 5: Autoridad para aprobar cambios

Trazabilidad.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Sí	Exige conservar registros de las actividades de mantenimiento y de gestión. Esto permite reconstruir qué programa estaba vigente, qué información se utilizó, qué trabajos se realizaron y quién intervino o certificó.	CAMO.A.220; CAMO.A.300; M.A.302; M.A.305; M.B.301; 145.A.55
DGAC DAN 145	Sí	Exige conservar registros de trabajos, datos utilizados, personal, inspecciones, componentes y otros antecedentes. La conformidad de mantenimiento debe identificar qué se hizo, con qué datos, cuándo y quién lo certificó.	145.113; 145.205–209; 145.213; 145.301; 145.303; Ap. B
FAA AC 120-16G	Sí	Los registros deben permitir saber qué mantenimiento se realizó, quién lo hizo y aprobó y cuál es el estado actual de las tareas, componentes y requisitos aplicables. El sistema debe permitir generar, conservar, recuperar y revisar esos antecedentes.	Secc. 8-1; 8-5; 8-9–8-10
FAA AC 120-17B	Sí	Los cambios deben quedar respaldados por los datos y análisis utilizados. El programa conserva antecedentes sobre desviaciones, análisis, causas, recomendaciones y decisiones, incluyendo revisiones que finalmente no se adoptaron.	Secc. 2.1; 3.3; 4.3; 5–7
FAA AC 120-72A	No	No establece requisitos para registrar decisiones, análisis de cambio o las razones que sustentan una modificación de política de mantenimiento.	—
ICAO Doc 9859	Sí	Exige documentar las evaluaciones de riesgo, incluyendo los supuestos usados para estimar probabilidad y gravedad, las decisiones tomadas y las medidas elegidas. Esto permite revisar posteriormente por qué se tomó una decisión.	Secc. 2.5.8

Tabla 22: Condición 6: Trazabilidad

Seguimiento de resultados y aprendizaje posterior.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Sí	Exige revisar la eficacia del programa de mantenimiento y comprobar si las medidas adoptadas funcionan. Los sucesos, errores, peligros y resultados obtenidos deben analizarse para definir acciones correctivas y mejorar el sistema, incorporando la experiencia operacional en revisiones posteriores del programa.	M.A.301–302; CAMO.A.200; CAMO.A.202; 145.A.200; 145.A.202
DGAC DAN 145	Parcial	Exige auditorías, seguimiento de hallazgos y acciones correctivas y preventivas, y contempla el análisis de errores y defectos repetitivos para evitar su recurrencia. Sin embargo, no obliga a evaluar específicamente el resultado de cada cambio de política ni establece un proceso formal para incorporar sistemáticamente ese aprendizaje en decisiones futuras.	145.215; 145.305; 145.315; Ap. D
FAA AC 120-16G	Sí	El CASS funciona como un ciclo continuo en el que se observa el desempeño del programa, se analizan los resultados, se corrigen las deficiencias y posteriormente se comprueba si las acciones fueron efectivas. La información obtenida vuelve al sistema y puede generar nuevos ajustes al programa de mantenimiento.	Secc. 1-6; 6-4; 11
FAA AC 120-17B	Sí	El programa de confiabilidad exige monitorear continuamente el desempeño y comprobar los efectos de los cambios implementados. Los resultados vuelven al análisis y pueden generar modificaciones posteriores en tareas, intervalos, procedimientos, capacitación u otros elementos del programa.	Secc. 2; 4–7
FAA AC 120-72A	No	Se refiere a la evaluación y mejora de la capacitación en factores humanos y utiliza errores y accidentes como material de aprendizaje, pero no establece un proceso para seguir los resultados de cambios en políticas de mantenimiento ni incorporarlos sistemáticamente en decisiones futuras.	—
ICAO Doc 9859	Sí	La organización debe monitorear continuamente su desempeño y comprobar si los controles y acciones implementadas producen los resultados esperados. La información obtenida de reportes, investigaciones, auditorías y seguimiento debe volver al sistema para apoyar nuevas decisiones, acciones correctivas y mejoras futuras.	Secc. 4.4; 5.1; 6.3; 9.5.4

Tabla 23: Condición 7: Seguimiento de resultados y aprendizaje posterior

Distribución de responsabilidad, respaldo institucional y tratamiento de errores.

Fuente	¿La aborda?	Qué establece	Referencia
EASA – Reg. (UE) 1321/2014 (Part-M, Part-CAMO y Part-145)	Parcial	Define responsabilidades y autoridades, exige reporte y análisis de errores, sucesos y peligros e incorpora principios de cultura justa. Sin embargo, no establece explícitamente respaldo personal ante resultados adversos y parte de las protecciones se complementan mediante el Reglamento (UE) 376/2014.	CAMO.A.200; CAMO.A.202; CAMO.A.300–305; 145.A.30; 145.A.200–202; Reg. 376/2014
DGAC DAN 145	Parcial	Distribuye responsabilidades entre funciones técnicas y de gestión, y exige considerar factores humanos, analizar errores y prevenir su repetición. Sin embargo, no establece respaldo explícito ni una política de cultura justa que distinga claramente errores razonables de conductas sancionables.	145.107; 145.211; 145.215; 145.219; 145.303; Ap. C–D
FAA AC 120-16G	Parcial	Mantiene en la aerolínea la responsabilidad principal y exige definir autoridad y responsabilidades. También contempla análisis de causas y corrección de deficiencias, pero no desarrolla respaldo personal ni una política de cultura justa.	Secc. 2; 4; 9; 11
FAA AC 120-17B	Parcial	Distribuye funciones de análisis, recomendación, aprobación e implementación y exige analizar desviaciones considerando causas, riesgos y factores humanos. Sin embargo, no define respaldo institucional explícito ni protección frente a sanciones.	Secc. 2.1; 5; 6; 8.2
FAA AC 120-72A	Parcial	Aborda cultura de seguridad, factores organizacionales y error humano, evitando centrar el análisis solo en la falla individual. Sin embargo, no define formalmente la responsabilidad ni mecanismos específicos de respaldo o reporte protegido.	Secc. 5; 7–8
ICAO Doc 9859	Sí	Exige responsabilidades y autoridades claras, compromiso de la alta dirección y mecanismos para escalar decisiones. Frente a errores, promueve políticas disciplinarias justas, protección de reportantes y análisis de causas y contexto en lugar de centrarse en culpables.	Secc. 3.2–3.3; 7.4–7.6; 9.3–9.4

Tabla 24: Condición 8: Distribución de responsabilidad, respaldo institucional y tratamiento de errores

Referencias

Amadi-Echendu J. E. (2004). Managing physical assets is a paradigm shift from maintenance. En *Proceedings of the 2004 IEEE International Engineering Management Conference*, volumen 3, pp. 1156–1160, Singapore. IEEE.

Aven T. (2013). On the meaning and use of the risk appetite concept. *Risk Analysis*, 33(3):462–468.

Baron J. y Ritov I. (2004). Omission bias, individual differences, and normality. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 94:74–85.

Bonjean Stanton M. C. y Roelich K. (2021). Decision making under deep uncertainties: A review of the applicability of methods in practice. *Technological Forecasting and Social Change*, 171:120939.

da Silva R. F., Melani A. H. d. A., Michalski M. A. d. C., y de Souza G. F. M. (2023). Reliability and risk centered maintenance: A novel method for supporting maintenance management. *Applied Sciences*, 13(19):10605.

Dekker S. (2017). *Just Culture: Restoring Trust and Accountability in Your Organization*. CRC Press, Boca Raton, FL, 3 edición.

Goossens A. J. M. y Basten R. J. I. (2015). Exploring maintenance policy selection using the analytic hierarchy process: An application for naval ships. *Reliability Engineering & System Safety*, 142:31–41.

International Organization for Standardization (2014). ISO 55000:2014 Asset management – Vo-

cabulary, overview and principles. https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es.

International Organization for Standardization (2018). ISO 31000:2018 Gestión del riesgo — Directrices. Segunda edición. Traducción oficial al español.

Khan F. I. y Haddara M. M. (2003). Risk-based maintenance (RBM): A quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16:561–573.

Maletič D., Maletič M., Al-Najjar B., y Gomišček B. (2020). An analysis of physical asset management core practices and their influence on operational performance. *Sustainability*, 12(21):9097.

Marx-Fleck S., Junker N. M., Artinger F., y van Dick R. (2021). Defensive decision making: Operationalization and the relevance of psychological safety and job insecurity from a conservation of resources perspective. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 94(3):616–644.

Moubray J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance*. Industrial Press, New York, 2 edición.

Okirie A. J., Barnabas M., Ejomarie E., y Asomie A. S. (2024). Understanding deviations from original equipment manufacturers' maintenance recommendations: Reasons, barriers, and benefits. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71:219.

Okirie A. J., Saturday E. G., Gift M. I., y Ewe D. (2025). Impact analysis of field maintenance practices on reliability metrics. *Maintenance, Reliability and Condition Monitoring*, 5(1):1–24.

Pais E., Farinha J. T., Cardoso A. J. M., y Raposo H. (2020). Optimizing the life cycle of physical assets: A review. *WSEAS Transactions on Systems and Control*, 15:417–430.

Pintelon L. y Parodi-Herz A. (2008). Maintenance: An Evolutionary Perspective. En Kobbacy K. A. H. y Murthy D. N. P., editores, *Complex System Maintenance Handbook*, Springer Series in Reliability Engineering, pp. 21–48. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_2.

Pintelon L. M. y Gelders L. F. (1992). Maintenance management decision making. *European Journal of Operational Research*, 58(3):301–317.

Rosemann M. y de Bruin T. (2005). Towards a business process management maturity model. En *Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (ECIS 2005)*, pp. 521–532, Regensburg, Germany. Paper 37.

Sajaradj Z., Huda L. N., y Sinulingga S. (2019). The application of reliability centered maintenance (RCM) methods to design maintenance system in manufacturing: Journal review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1):012058.

Shin J.-H. y Jun H.-B. (2015). On condition based maintenance policy. *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(2):119–127.

Steffel M., Williams E. F., y Perrmann-Graham J. (2016). Passing the buck: Delegating choices to others to avoid responsibility and blame. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 135:32–44.

The Institute of Asset Management (2024). Asset management – an anatomy. Guidance document Version 4, The Institute of Asset Management. Publicado en julio de 2024.

Tingling P. M. y Brydon M. J. (2010). Is decision-based evidence making necessarily bad? *MIT Sloan Management Review*, 51(4):71–76. Summer.

Zhao X., Chen M., y Nakagawa T. (2022). Periodic replacement policies with shortage and excess costs. *Annals of Operations Research*, 311:469–487.