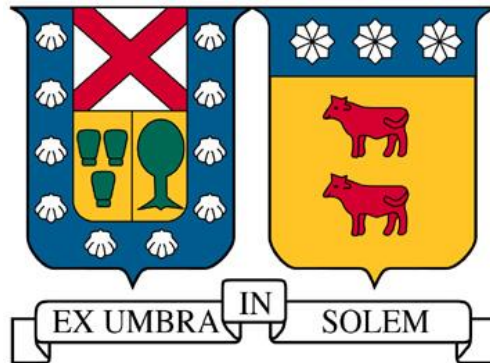


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
VALPARAISO – CHILE



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN
DE ACTIVOS BAJO LINEAMIENTOS NCH-ISO 55001.
ENERGÍA - EMPRESA DE TRANSMISIÓN, CHILE.

ALEJANDRO JAVIER FLORES BERNAL

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE ACTIVOS Y MANTENIMIENTO

PROFESOR GUÍA

: SR. RAÚL STEGMEIER

JUNIO 2022



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: Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de activos bajo lineamientos NCH-ISO 55001. Energía - empresa de transmisión, Chile

Nombre del candidato(a): Alejandro Flores Bernal

Carrera / Grado: Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento

Campus: Santiago Vitacura ; **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

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

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

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

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

4.- FIRMAS

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

Fecha: 25/08/25; Firma: _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 08/2025 ; 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.

Resumen Ejecutivo

Desde mediados del 2021 hasta diciembre del 2023, la empresa REDINTER llevó a cabo la implementación de un sistema de gestión de activos conforme a la normativa NCH-ISO 55001, en respuesta a las exigencias establecidas en el RPTD N°17, cuya fecha límite de cumplimiento fue marzo 2024. Este proceso fue liderado por la Gerencia de Gestión de Infraestructuras, específicamente por el Subgerente del área.

La implementación contó con el apoyo de una empresa consultora especializada y se estructuró en diez hitos de trabajo, organizados en dos enfoques complementarios: técnico y estratégico. Los hitos técnicos involucraron la adopción de metodologías y herramientas propias de la gestión de activos, tales como criticidad, taxonomía, FMECA, RCM, y LCCA. Por otro lado, los hitos estratégicos se centraron en la definición de la política de gestión, el desarrollo del PEGA, la integración con el sistema de gestión corporativo y la planificación del ciclo de vida de los activos.

Cada hito siguió una metodología estructurada que incluyó una fase teórica (revisión de mejores prácticas), una fase práctica (aplicación contextualizada en la empresa) y una fase normativa (alineamiento con los requisitos del RPTD N°17).

La certificación ante un organismo acreditado fue necesaria para evidenciar un nivel de madurez 3 ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Dicha auditoría se realizó con éxito en octubre de 2023, y el informe final fue emitido en enero de 2024. Los positivos resultados del proceso de implementación motivaron a consolidar un sistema de gestión de activos a nivel LATAM, incorporando las concesiones de REDINTER Perú.

Este documento presenta de manera integral el proceso de implementación, incluyendo sus fundamentos, estrategias, dificultades enfrentadas y lecciones aprendidas.

Índice

1	INTRODUCCIÓN	7
1.1	CONTEXTO GENERAL	7
1.2	IMPORTANCIA DE LA NORMA ISO 55001	7
1.3	OBJETIVO DEL DOCUMENTO	8
1.4	PROBLEMÁTICA	8
1.5	LA EMPRESA	9
2	OBJETIVOS Y ALCANCE	10
2.1	OBJETIVO GENERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
2.3	ALCANCE	10
3	METODOLOGÍA	12
3.1	ENFOQUE GENERAL	12
3.2	PARTICIPACIÓN DE PMM BUSINESS SCHOOL	12
3.3	HITOS TÉCNICOS	12
3.4	HITOS ESTRATÉGICOS	13
3.5	HERRAMIENTAS	14
3.6	METODOLOGÍA DE TRABAJO	14
4	DESARROLLO	16
4.1	ANÁLISIS DE LA NORMA NCH-ISO 55001	16
4.2	ESTRUCTURA DE LA NORMA	17
4.3	PLIEGO TÉCNICO E ISO 55001	21
4.3.1	<i>Relación entre el Pliego Técnico RPTD 17 y la ISO 55001</i>	21
4.3.2	<i>Diagnóstico de Madurez y Evaluación Inicial</i>	24
4.3.3	<i>Desarrollo de un Plan de Implementación</i>	24
4.3.4	<i>Política y Objetivos de Gestión de Activos</i>	24
4.3.5	<i>Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA)</i>	24
4.3.6	<i>Desarrollo de Capacidades y Competencias</i>	25
4.3.7	<i>Implementación de Procesos y Herramientas de Gestión de Activos</i>	25
4.3.8	<i>Gestión de Riesgos y Control de Desempeño</i>	25

4.3.9	<i>Auditorías Internas y Externas</i>	25
4.3.10	<i>Mejora Continua</i>	25
5	HITOS	27
5.1	HITO 1: ANÁLISIS DE CRITICIDAD (ADC).....	27
5.1.1	<i>Documentos técnicos del hito 1</i>	31
5.1.2	<i>Comentarios del hito 1</i>	31
5.2	HITO 2: DISEÑO DEL MODELO DE CONFIABILIDAD.....	32
5.2.1	<i>Documentos técnicos del hito 2</i>	33
5.2.2	<i>Comentarios del hito 2</i>	33
5.3	HITO 3: PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	34
5.3.1	<i>Documentos técnicos del hito 3</i>	34
5.3.2	<i>Comentarios del hito 3</i>	35
5.4	HITO 4: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SALUD DE ACTIVOS.....	35
5.4.1	<i>Documentos técnicos del hito 4</i>	35
5.4.2	<i>Comentarios del hito 4</i>	36
5.5	HITO 5: GESTIÓN DE RIESGOS Y OPORTUNIDADES EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS.....	39
5.5.1	<i>Documentos técnicos del hito 5</i>	40
5.5.2	<i>Comentarios del hito 5</i>	40
5.6	HITO 6: POLÍTICA DE GESTIÓN DE ACTIVOS.....	42
5.6.1	<i>Documentos técnicos del hito 6</i>	42
5.6.2	<i>Comentarios del hito 6</i>	42
5.7	HITO 7: MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS.....	42
5.7.1	<i>Documentos técnicos del hito 7</i>	43
5.7.2	<i>Comentarios del hito 7</i>	43
5.8	HITO 8: PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN DE ACTIVOS (PEGA).....	43
5.8.1	<i>Documentos técnicos del hito 8</i>	44
5.8.2	<i>Comentarios del hito 8</i>	44
5.9	HITO 9: ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....	45
5.9.1	<i>Documentos técnicos del hito 9</i>	45
5.9.2	<i>Comentarios del hito 9</i>	45
5.10	HITO 10: RELIABILITY CENTERED SPARE (RCS).....	45
5.10.1	<i>Documentos técnicos del hito 10</i>	46
5.10.2	<i>Comentarios del hito 10</i>	46
6	EVALUACIÓN CRÍTICA DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN	47
6.1	OBJETIVO DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS.....	47

6.2	INVOLUCRAMIENTO DEL PERSONAL.....	47
6.3	ESTADO DEL ARTE Y ELEMENTOS EXISTENTES.....	48
6.4	SEPARACIÓN DE LOS HITOS	48
6.5	AUDITORÍAS Y REVISIÓN DE LO IMPLEMENTADOS	51
6.6	CAMBIOS EN LA ORGÁNICA INTERNA DE REDINTER	51
7	REPLICABILIDAD Y PRÓXIMOS PASOS	53
8	CONCLUSIONES.....	54

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Relaciones entre conceptos clave en la gestión de activos.</i>	16
Figura 2	<i>Relación de elementos clave de un sistema de gestión de activos.</i>	19
Figura 3	<i>Pirámide de jerarquización.</i>	28
Figura 4	<i>Resultado de análisis taxonómico.</i>	29
Figura 5	<i>Resultados del Análisis de criticidad y riesgo</i>	31
Figura 6	<i>Proceso de creación del modelo de salud de activos.</i>	38
Figura 7	<i>Pirámide de riesgos Redinter.</i>	41
Figura 8	<i>Matriz probabilidad impacto de Redinter.</i>	41
Figura 9	<i>Relacionamiento del Plan Estratégico de Gestión de Activos de REDINTER....</i>	44
Figura 10	<i>Proceso general de implementación.</i>	49
Figura 11	<i>Proceso detallado implementación del sistema de gestión de activos.</i>	50

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Relación entre RPTD 17 y la ISO 55001.</i>	23
Tabla 2	<i>Cuadro de ponderación Análisis de criticidad y Riesgo</i>	30
Tabla 4	<i>Ficha de control de inspecciones por equipo.</i>	37

1 Introducción

1.1 Contexto general

En los últimos años, la industria de transmisión de energía en Chile ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por la necesidad de asegurar un suministro eléctrico confiable y eficiente en un contexto de expansión económica y aumento de la demanda energética. Desde el 2016, Chile ha intensificado sus esfuerzos por diversificar su matriz energética, incorporando fuentes de energía renovables y ampliando la infraestructura de transmisión. Este crecimiento ha generado nuevos desafíos para las empresas de transmisión, que se ven en la obligación de gestionar de manera más eficiente sus activos para garantizar la continuidad del suministro eléctrico.

En este contexto, la gestión de activos ha cobrado una importancia crucial, especialmente en un país como Chile, donde la geografía compleja y los eventos naturales como terremotos, incendios y tormentas severas pueden afectar gravemente la infraestructura eléctrica. La capacidad de las empresas para gestionar de manera óptima sus activos se traduce no solo en un aumento de la confiabilidad del sistema eléctrico, sino también en una mayor eficiencia operativa y en la reducción de costos. Para enfrentar estos desafíos, la implementación de sistemas de gestión de activos, que aseguren la operación continua y segura de los activos, ha sido una prioridad para las empresas de transmisión como REDINTER.

Ante este escenario, la subsecretaría de electricidad y combustibles SEC, instruye el año 2018 mediante decreto supremo D-109 el requerimiento de implementación del pliego técnico RPTD N°17, instalando así la necesidad de contar con un sistema de gestión integrado de instalaciones eléctricas para todos los coordinados.

1.2 Importancia de la norma ISO 55001

La norma ISO 55001, publicada en 2014, proporciona un marco internacionalmente reconocido para la gestión eficaz de los activos, con un enfoque en la optimización del ciclo de vida y el alineamiento con los objetivos estratégicos de las organizaciones. En Chile, la adopción de esta norma ha ganado relevancia en los últimos años, particularmente debido a su inclusión en el Pliego Técnico de Normas de Conexión y Operación para las Instalaciones de Transmisión de Energía Eléctrica (RPTDN°17) y el Sistema de Gestión de Integridad de Instalaciones Eléctricas (SGIIE). Este marco regulatorio ha establecido la

obligatoriedad de implementar un sistema de gestión de activos para asegurar el correcto funcionamiento y mantenimiento de las redes de transmisión.

El cumplimiento de la norma ISO 55001 se ha vuelto no solo una buena práctica, sino un requisito para las empresas de transmisión en Chile, como parte de los esfuerzos regulatorios para aumentar la confiabilidad y la resiliencia del sistema eléctrico. La norma permite a las empresas como REDINTER alinear su gestión de activos con los objetivos del regulador, cumpliendo con estándares internacionales y mejorando su desempeño operativo.

1.3 Objetivo del documento

Este documento tiene como objetivo presentar el proceso de desarrollo e implementación de un sistema de gestión de activos bajo los lineamientos de la norma NCh-ISO 55001 en la empresa de transmisión REDINTER, incorporando un análisis crítico de sus etapas y aprendizajes. Se busca establecer un sistema que optimice la gestión de activos críticos, mejore la toma de decisiones basada en datos y asegure el cumplimiento de las regulaciones establecidas en el RPTD N°17 y el SGIIE. El enfoque está orientado a identificar brechas en la gestión actual y proponer un plan de acción que contribuya a la mejora continua y a la eficiencia operativa de la red de transmisión.

Además, se describen las distintas fases del proyecto, destacando los casos de éxito y ofreciendo una guía práctica para empresas interesadas en implementar un sistema de gestión de activos conforme a la NCh-ISO 55001. El objetivo es entregar herramientas y soluciones basadas en la experiencia, que permitan una implementación sostenible y de largo plazo.

Finalmente, se expone cómo los conocimientos adquiridos en el MGA han sido clave para impulsar el sistema, desde la incorporación de indicadores de gestión hasta estrategias avanzadas como la gestión basada en la salud de los activos. También se analizan los niveles de madurez de la norma y su relación con la realidad operativa de una empresa de transmisión eléctrica.

1.4 Problemática

La implementación obligatoria del Sistema de Gestión de Integridad de Instalaciones Eléctricas (SGIIE), establecida por el pliego técnico RPTD N°17, exige a las empresas de transmisión, generación y distribución cumplir con altos estándares de gestión de activos

según la NCh-ISO 55001. Esto ha incrementado la demanda de asesorías y certificaciones, generando nuevos desafíos operativos y estratégicos.

En este contexto, REDINTER optó por contratar una consultora externa para apoyar el cumplimiento de requisitos del RPTD N°17 y la norma. Durante el proceso surgieron dificultades, principalmente por la diversidad de enfoques entre consultoras, lo que afectó la coherencia del sistema, además de restricciones de recursos, plazos y alineación con los objetivos estratégicos de la empresa.

1.5 La empresa

REDINTER, anteriormente Red Eléctrica Chile, inició sus actividades en 2016 como la filial chilena de REDEIA (ex Red Eléctrica España), integrándose al grupo de filiales con presencia en Perú desde 2000 y en Brasil desde 2018. Como Subgerente de Gestión de Infraestructuras en REDINTER, he podido aplicar los conocimientos adquiridos en el Magíster en Gestión de Activos (MGA) a este proceso. No obstante, ha quedado claro que, para lograr una implementación efectiva y sostenible, es fundamental superar diversas dificultades, optimizando recursos y estrategias.

2 Objetivos y alcance

2.1 Objetivo general

El objetivo de este trabajo es desarrollar, exponer y analizar el proceso de implementación de un sistema de gestión de activos bajo los lineamientos de la NCh-ISO 55001, basado en la experiencia real de la empresa de transmisión REDINTER Chile en su proceso de certificación.

Se busca presentar, en cada una de las etapas del proceso de implementación y certificación, los elementos, estrategias, metodologías y documentos que conforman el sistema de gestión de activos, así como su interacción con la norma NCh-ISO 55001. Además, se pretende establecer los hitos principales y el detalle de desarrollo para cumplir con las exigencias del RPTD N°17 en relación con el Sistema de Gestión de Integridad de Instalaciones Eléctricas (SGIIE).

Finalmente, busca exponer las lecciones aprendidas, buenas prácticas y una propuesta de implementación basada en la experiencia adquirida.

2.2 Objetivos específicos

- **Cumplimiento normativo:** Implementar un sistema de gestión de activos que cumpla con el pliego técnico RPTD N°17, asegurando que los activos críticos sean gestionados de manera eficiente y segura.
- **Mejora operativa:** Optimizar la gestión interna del equipo de Gestión de Infraestructuras (GGI), proporcionando herramientas y metodologías que permitan una gestión eficiente de los activos.
- **Integración de sistemas:** Desarrollar un sistema de gestión de activos que pueda integrarse con otros sistemas de gestión ya existentes en la empresa, como los relacionados con la seguridad, medio ambiente y calidad.
- **Estandarización y certificación:** Documentar y estandarizar el proceso de implementación para obtener la certificación ISO 55001.
- **Evaluación y monitoreo:** Establecer indicadores clave (KPIs) para monitorear y evaluar el desempeño del sistema a lo largo del tiempo.

2.3 Alcance

El trabajo tiene una connotación descriptiva, ya que documenta el proceso de implementación de un sistema de gestión de activos bajo los lineamientos de la NCh-ISO 55001, en el contexto de la empresa REDINTER Chile. El desarrollo se centrará en la implementación del sistema de gestión de activos en REDINTER, con operaciones en el norte de Chile, bajo las exigencias normativas del RPTD N°17 y su integración con el SGIIE.

Este estudio busca ofrecer una visión clara y práctica del proceso, desde la planificación hasta la certificación, que pueda servir como referencia para otras empresas de transmisión eléctrica que busquen implementar un sistema de gestión de activos de manera efectiva y sostenible.

3 Metodología

Para abordar el proceso de implementación de un sistema de gestión de activos y, a su vez, garantizar la efectividad del cumplimiento del RPTD N°17, a recomendación del comité técnico de transmisoras, se opta por la utilización de asesoría por equipo externo, contratando a la empresa PMM Bussines School.

La propuesta de PMM aborda una serie de hitos técnicos y estratégicos, dentro de los cuales se aborda cada una de las metodologías de un sistema de gestión y se generan en conjunto con el cliente los procesos, procedimientos y documentación de respaldo (evidencia) de cada uno de los elementos.

3.1 Enfoque general

La metodología utilizada en este proyecto se basa en la implementación de un sistema de gestión de activos conforme a la NCh-ISO 55001, con el apoyo de PMM Business School, que ha estructurado el proceso en 10 hitos. Estos hitos se dividen en dos categorías: hitos técnicos e hitos estratégicos. Esta división permite una implementación integral que abarca tanto la gestión técnica de los activos como la alineación estratégica con los objetivos de la organización.

3.2 Participación de PMM Business School

PMM Business School proporciona su experiencia para guiar a REDINTER Chile en la implementación del sistema de gestión de activos. PMM desarrolla un proceso estructurado en 10 hitos, que abarca aspectos técnicos y estratégicos, asegurando que el sistema cumpla con los requisitos de la ISO 55001 y se integre con otros sistemas de gestión en la empresa.

3.3 Hitos técnicos

Los hitos técnicos se enfocan en la evaluación detallada de los activos críticos y su gestión, mediante el uso de herramientas técnicas avanzadas. Los hitos técnicos incluyen:

- **Análisis de criticidad:** Clasificación de los activos según su impacto en la seguridad, el medio ambiente, la producción y los costos, permitiendo priorizar los esfuerzos de gestión.

- **Taxonomía de activos:** Estandarización y clasificación jerárquica de los activos para facilitar su gestión a lo largo de su ciclo de vida.
- **Análisis de causa raíz (RCA):** Identificación de las causas fundamentales de fallos recurrentes en los activos, para desarrollar acciones correctivas que prevengan su repetición.
- **Salud de activos:** Evaluación del estado de los activos mediante indicadores de condición y rendimiento, facilitando decisiones basadas en el estado real de los activos.
- **FMECA (Análisis de Modo de Fallo, Efectos y Criticidad):** Análisis de los posibles modos de fallo, sus efectos y la criticidad, para establecer estrategias de mantenimiento basadas en confiabilidad.

3.4 Hitos estratégicos

Los hitos estratégicos se centran en asegurar que el sistema de gestión de activos esté alineado con los objetivos generales de la organización y se integre en la estructura de gestión existente. Estos hitos estratégicos incluyen:

- **Política de gestión de activos:** Desarrollo de una política que establezca el compromiso de la organización con la gestión de activos y su alineación con los objetivos estratégicos de la empresa.
- **Plan estratégico de gestión de activos:** Creación de un plan estratégico que defina los objetivos, estrategias y recursos necesarios para gestionar los activos a lo largo de su ciclo de vida.
- **Gestión de indicadores (KPIs):** Definición y seguimiento de indicadores clave de desempeño que permitan evaluar el éxito del sistema de gestión de activos y su impacto en la operación.
- **Gestión del mantenimiento:** Desarrollo de estrategias de mantenimiento centradas en la confiabilidad y el análisis de la criticidad de los activos, asegurando que los recursos se asignen de manera eficiente para maximizar la vida útil de los activos.

3.5 Herramientas

El proceso de implementación se apoya en una serie de herramientas técnicas y metodológicas, tales como Análisis estadístico para evaluar la criticidad y probabilidad de fallos, tableros de control (dashboards) que permiten la visualización de los KPIs y una toma de decisiones basada en datos.

Por su parte, se plantea el uso de software de gestión de activos como una herramienta más avanzada para el seguimiento y análisis del estado y desempeño de los activos. Es importante resaltar que la empresa asesora cuenta con un software propuesto para gestión de activos y otro para gestión de salud de activos y riesgo, los cuales son adaptados a la metodología planteada y se ofrecen al cliente como alternativa. El costo de ambos softwares va entre los 15.000 USD y 30.000 USD dependiendo siempre del alcance, capacidad, capacitaciones y número de usuarios.

3.6 Metodología de trabajo

La metodología combina un enfoque técnico robusto, con un enfoque estratégico alineado con los objetivos de la organización. Los hitos técnicos permiten una gestión detallada de los activos, mientras que los hitos estratégicos aseguran que la gestión de activos se integre en la planificación y operación de la empresa. El apoyo de PMM Business School busca garantizar que la implementación sea efectiva, sostenible y conforme a la NCh-ISO 55001. Respecto a la metodología práctica, la implementación se inicia a finales del 2021, por lo que el contexto pandemia aún circulante limita las sesiones de trabajo y se propone abordar cada uno de los hitos en sesiones remotas vía teams.

Un detalle importante es que, pese a que se considera el requisito normativo de la NCh- Un aspecto relevante de la metodología práctica es que, aunque se consideró el cumplimiento de la norma NCh-ISO 55001, no se incorporaron desde el inicio los requisitos específicos del Pliego Técnico RPTD N°17. Esta omisión generó dificultades menores durante la auditoría de nivel de madurez, obligando a realizar ajustes posteriores en la documentación y en los procesos implementados. La experiencia evidenció la importancia de integrar desde el comienzo todos los marcos normativos aplicables, asegurando una planificación más robusta y alineada con las exigencias regulatorias, lo que habría permitido una transición más fluida hacia la certificación.

4 Desarrollo

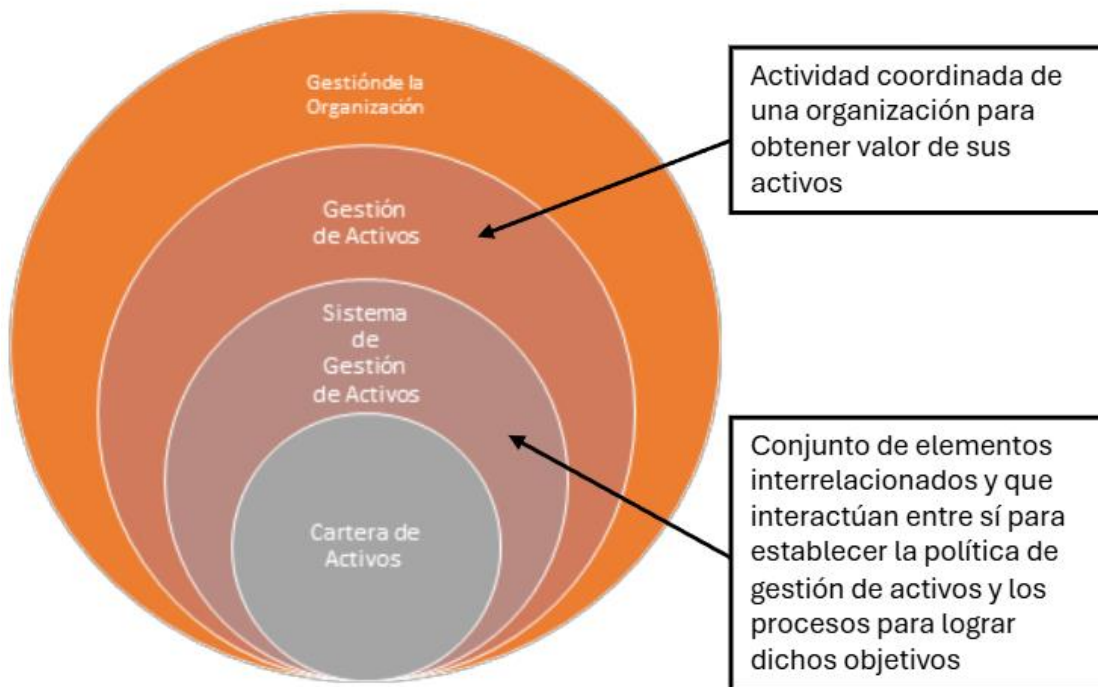
4.1 Análisis de la Norma NCh-ISO 55001

La norma ISO 55001 establece los requisitos para un sistema de gestión de activos eficaz. Su objetivo principal es ayudar a las organizaciones a gestionar sus activos de manera que generen valor y contribuyan al cumplimiento de los objetivos estratégicos. La norma también promueve la optimización del ciclo de vida de los activos, desde su adquisición hasta su disposición final.

La norma establece una relación clara entre el sistema de gestión de activos y la gestión de activos propiamente tal.

Figura 1

Relaciones entre conceptos clave en la gestión de activos.



Nota. La figura muestra los distintos niveles para los conceptos clave. Fuente: UNE-ISO 55000:2015 Gestión de activos – Visión general, principios y terminología, p10.

“...La organización utiliza un sistema de gestión de activos para dirigir, coordinar y controlar las actividades de gestión de activos. Dicho sistema puede proporcionar un mejor control del riesgo y asegurar que los objetivos de la gestión de activos se alcancen sobre una

base coherente. Sin embargo, no todas las actividades de gestión de activos pueden formalizarse a través de un sistema de gestión de activos...” UNE-ISO 55000, 2015, p10.

En el caso de la implementación del sistema, se busca desarrollar cada uno de los elementos que interactuarán entre sí, así como los procesos para el cumplimiento de objetivos corporativos.

En el contexto de Chile y las empresas de transmisión de energía, esta norma permite mejorar la fiabilidad, eficiencia y rentabilidad del sistema de transmisión, asegurando que los activos operen de manera óptima y se minimicen las interrupciones.

4.2 Estructura de la Norma

La ISO 55001 sigue la estructura de alto nivel de las normas ISO, lo que facilita su integración con otros sistemas de gestión, como ISO 9001 (Calidad) o ISO 14001 (Medio Ambiente). La norma se organiza en los siguientes capítulos:

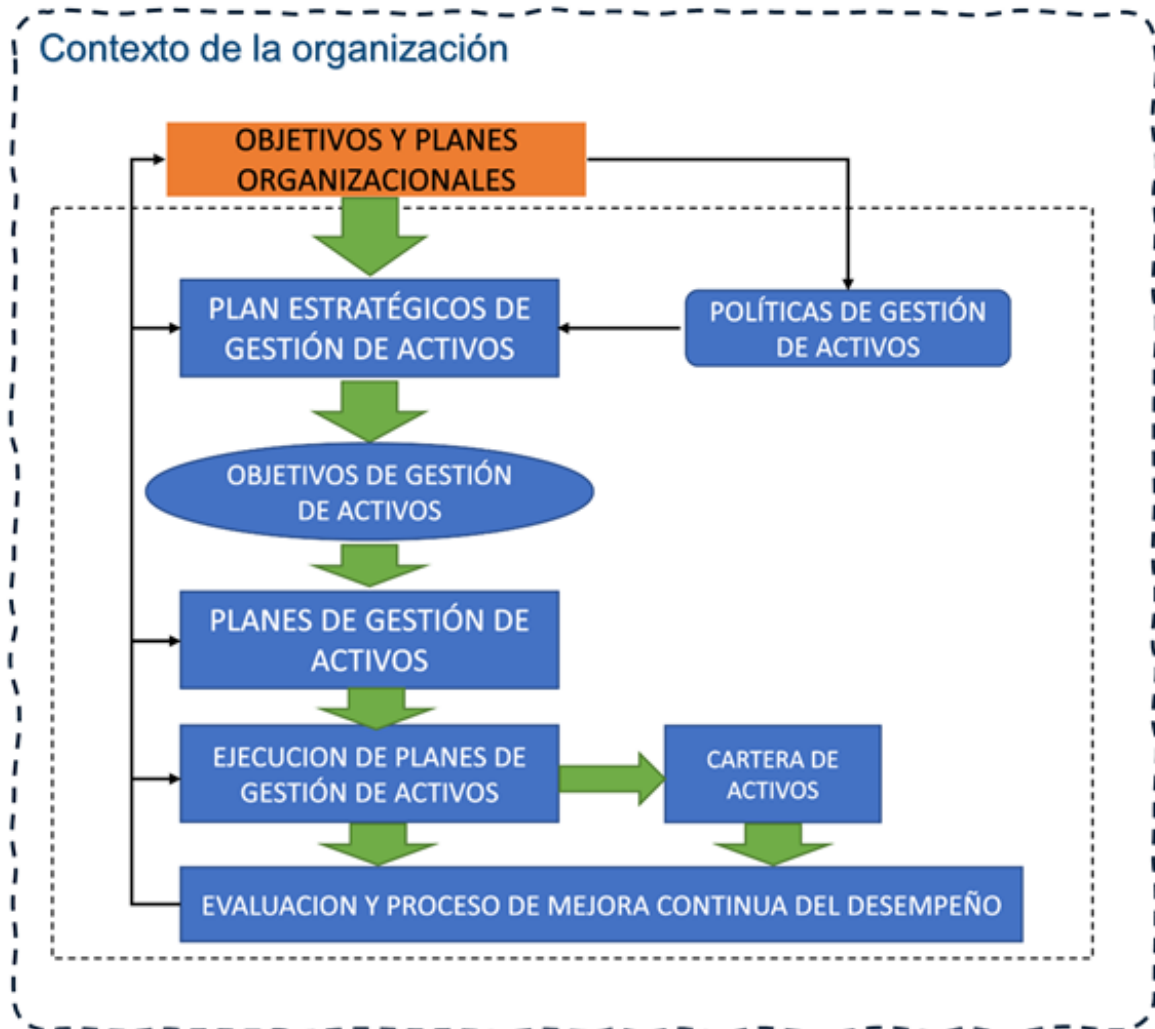
- **Capítulo 1:** Alcance. Define el alcance del sistema de gestión de activos que puede aplicarse a cualquier tipo de activo y organización.
- **Capítulo 2:** Referencias normativas. Incluye otras normas que son necesarias para la correcta aplicación de la ISO 55001.
- **Capítulo 3:** Términos y definiciones. Proporciona un glosario de términos clave relacionados con la gestión de activos.
- **Capítulo 4:** Contexto de la organización. Requiere que la organización defina el contexto interno y externo en el que opera, incluyendo la identificación de partes interesadas y sus expectativas con respecto a la gestión de activos.
- **Capítulo 5:** Liderazgo. Subraya la importancia del compromiso del liderazgo en el establecimiento y mantenimiento del sistema de gestión de activos.
- **Capítulo 6:** Planificación. Involucra la planificación estratégica del sistema de gestión de activos, incluyendo la identificación de riesgos y oportunidades, y el establecimiento de objetivos claros.
- **Capítulo 7:** Soporte. Detalla los requisitos de soporte, como la competencia del personal, recursos y gestión de la información para ejecutar de manera efectiva el sistema.

- **Capítulo 8:** Operación. Especifica cómo debe llevarse a cabo la operación del sistema de gestión de activos, asegurando el control operativo adecuado.
- **Capítulo 9:** Evaluación del desempeño. Expone la necesidad de monitorear, medir y analizar el desempeño de los activos y el sistema en general.
- **Capítulo 10:** Mejora. Enfatiza la mejora continua del sistema de gestión de activos, basándose en lecciones aprendidas y auditorías.

Elementos clave de la norma de la norma antes mencionados se relacionan según se indica en el siguiente esquema, extraído de la UNE-ISO 55000, 2015.

Figura 2

Relación de elementos clave de un sistema de gestión de activos.



Nota. Relacionamiento entre los elementos y el contexto de la organización. Fuente: Adaptación de UNE-ISO 55000:2015 Gestión de activos – Visión general, principios y terminología, p10.

Con un contexto dado, individual y específico para cada organización, se tienen objetivos corporativos claros y definidos, los cuales deben ser el norte principal de la compañía. Para el cumplimiento de estos objetivos, se tiene una política de gestión de activos, que dará los lineamientos generales o el marco de acción para los planes estratégicos. De estos planes

derivan objetivos específicos para la gestión de activos y su plan de ejecución sobre el universo de activos pertenecientes al sistema.

Dentro de los beneficios esperados de la implementación de ISO 55001 se puede destacar la mejora en la toma de decisiones, ya que proporciona un enfoque estructurado para tomar decisiones basadas en datos y evidencia del ciclo de vida del activo. También se espera una optimización de costos ya que permite reducir los costos de operación y mantenimiento al aplicar estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo. Sin embargo, el mayor beneficio que se espera obtener con la implementación de esta normativa es la reducción de riesgos operacionales, mediante la identificación y mitigación de riesgos asociados a los activos, como fallas y tiempos de inactividad no planificados. Por último, el cumplimiento normativo facilita el cumplimiento de regulaciones y estándares del sector energético, lo que es especialmente relevante para empresas de transmisión en Chile.

Todo lo anterior es de vital relevancia para una empresa de las características de REDINTER. En una empresa de transmisión, los activos clave incluyen líneas de transmisión, subestaciones, sistemas de protección y control. Implementar un sistema de gestión de activos bajo ISO 55001 permite garantizar que estos activos sean gestionados de manera eficiente, minimizando tiempos de inactividad y mejorando la fiabilidad del suministro eléctrico. Además, facilita la gestión de riesgos operacionales y la alineación de los objetivos de la empresa con las expectativas de las partes interesadas, como reguladores, clientes y accionistas.

Dentro del proceso de implementación del sistema de gestión de activos, es importante destacar las principales dificultades que se pueden apreciar en este proceso, como en cualquier otra aplicación normativa.

- **Cambio cultural:** La implementación de la norma requiere un cambio en la mentalidad organizacional, enfocándose en la gestión proactiva de los activos. En el caso de Redinter, se trata de una empresa nueva con iniciación de actividades en el 2016 en Chile, por lo que la inercia cultural del personal no es una barrera y no tiene mucho tiempo de gestación. Sin embargo, Redinter es la filial internacional de REDEIA (ex Red Eléctrica España), una empresa con 40 años de trayectoria y que posee el monopolio de la transmisión en España, donde sí se puede apreciar el fenómeno de inercia cultural, pero también se cuenta con el respaldo y robustez de una empresa con sistemas de gestión funcionales.

- **Recursos y costos iniciales:** Se requiere una inversión inicial en formación, tecnología y adaptación de procesos. Si bien la obligatoriedad de la implementación no deja margen a los recursos que se deban destinar a la implementación, el proceso mismo va levantando requerimientos y mejoras que podían no estar contemplados desde un comienzo, lo que dificulta en baja medida el desarrollo idóneo del proceso.
- **Integración con otros sistemas:** La organización debe asegurarse de que el sistema de gestión de activos esté alineado con otros sistemas de gestión existentes, como calidad o seguridad. Para el caso de REDINTER, se cuenta con la certificación trinorma para el Sistema de Gestión Integrado SIG LATAM, lo que presenta una gran ventaja en aspectos de manejo de sistemas, plataformas, procedimientos y personal competente.

La ISO 55001 es una herramienta clave para empresas que buscan gestionar de manera eficiente sus activos críticos, especialmente en sectores como la transmisión de energía, donde la confiabilidad y la eficiencia son vitales. Su implementación puede ayudar a reducir costos, mejorar la toma de decisiones y cumplir con los estándares regulatorios.

4.3 Pliego técnico e ISO 55001

Para abordar cómo los puntos del Pliego Técnico RPTD 17 se relacionan con los requisitos de la norma ISO 55001, es importante entender el contexto en el que ambas normativas operan. El Pliego Técnico RPTD 17 establece una serie de requisitos específicos para la gestión de la integridad de instalaciones eléctricas (SGIIE), mientras que la norma ISO 55001 se enfoca en el establecimiento de un sistema de gestión de activos a nivel organizacional, proporcionando un marco más amplio para la gestión de activos durante todo su ciclo de vida.

4.3.1 Relación entre el Pliego Técnico RPTD 17 y la ISO 55001

Terminología y definiciones (Art. 4): La norma ISO 55001 también establece un glosario y definiciones clave para la gestión de activos. Por ejemplo, el ciclo de vida mencionado en el Art. 4.1 del Pliego RPTD 17 está directamente alineado con los principios de la ISO 55001, que subraya la importancia de gestionar los activos desde su concepción hasta su retiro, optimizando su valor en cada etapa.

- Ciclo de vida del activo (Art. 4.1): Este concepto es central en la ISO 55001, que promueve un enfoque integral para la gestión de activos en todas las etapas, desde el diseño hasta la disposición final. El ciclo de vida, tal como se menciona en el Pliego, incluye planificación, adquisición, operación, mantenimiento y retiro, lo cual es coherente con la metodología de ciclo de vida defendida por la norma ISO 55001.
- Sistema de Gestión de Integridad de Instalaciones Eléctricas (SGIIE) (Art. 4.4): Este sistema tiene una fuerte relación con el enfoque de gestión de activos de la ISO 55001, que también exige un sistema coordinado y formalizado. Ambos buscan controlar riesgos y maximizar el desempeño de los activos mediante procesos documentados y gestionados a lo largo del ciclo de vida.
- Plan de Gestión Estratégico del SGIIE (Art. 4.5): La ISO 55001 requiere que las organizaciones desarrollen un plan estratégico alineado con sus objetivos de negocio. El SGIIE mencionado en el Pliego debe convertir los objetivos de la empresa en objetivos de gestión de integridad, lo cual se alinea directamente con la obligación en la ISO 55001 de vincular la estrategia organizacional con la gestión de activos.
- Disposiciones generales (Art. 5): El requerimiento de tener un sistema de gestión que cubra todo el ciclo de vida de los activos en las instalaciones eléctricas (Art. 5.1) se alinea con el principio clave de la ISO 55001: gestionar los activos a lo largo de su vida útil para maximizar el valor. Además, el Pliego exige la adopción explícita de las normas NCh-ISO 55000, 55001 y 55002 (Art. 5.3), asegurando la conformidad con los principios internacionales de gestión de activos.
- Diagnóstico y plan de implementación (Art. 5.8 y 5.9): Este aspecto del Pliego requiere un diagnóstico inicial de la madurez organizacional en términos de gestión de activos, en conformidad con la norma ISO 55001. La ISO 55001 también requiere que se identifiquen brechas y se implementen acciones correctivas para cumplir con sus requisitos, lo que se refleja en el Art. 5.9 del Pliego, que demanda un plan detallado para cada requerimiento.
- Auditorías y madurez (Art. 5.17 y 7.3): La ISO 55001 también impone la necesidad de auditorías periódicas para evaluar el nivel de cumplimiento del sistema de gestión de activos. El Pliego requiere auditorías externas cada tres años para verificar el

nivel de madurez respecto a los requisitos de la norma, lo que refuerza la alineación con la ISO 55001, que fomenta la mejora continua y la revisión de desempeño.

Tabla 1

Relación entre RPTD 17 y la ISO 55001.

ASPECTO	PLIEGO TÉCNICO RPTD 17	ISO 55001
Ciclo de vida del activo	<i>Art. 4.1 describe las etapas del ciclo de vida del activo desde la planificación hasta el retiro.</i>	<i>La ISO 55001 establece la gestión a lo largo del ciclo de vida para maximizar el valor del activo.</i>
Sistema de gestión	<i>Art. 4.4 exige un SGIIE formalizado para gestionar riesgos y maximizar la integridad de las instalaciones.</i>	<i>La ISO 55001 también requiere un sistema documentado y coordinado para gestionar los activos.</i>
Plan estratégico	<i>Art. 4.5 establece la necesidad de un plan estratégico del SGIIE alineado con los objetivos de la empresa.</i>	<i>La ISO 55001 requiere que los objetivos de gestión de activos estén alineados con la estrategia organizacional.</i>
Diagnóstico de madurez	<i>Art. 5.8 y 5.9 demandan un diagnóstico inicial y un plan de implementación para cumplir con la ISO 55001.</i>	<i>La ISO 55001 requiere la evaluación del sistema y la implementación de planes correctivos según sea necesario.</i>
Auditorías	<i>Art. 5.17 y 7.3 exigen auditorías externas cada tres años y un nivel de madurez mínimo (IAM nivel 3).</i>	<i>La ISO 55001 requiere auditorías periódicas para verificar el cumplimiento y fomentar la mejora continua.</i>
Gestión de riesgos	<i>Art. 5.13 indica que la gestión de riesgos debe cumplir con la norma NCh-ISO 31000.</i>	<i>La ISO 55001 requiere la gestión de riesgos como parte fundamental del sistema de gestión de activos.</i>

Nota. Relación comparativa entre los principales aspectos de un sistema de gestión y su pertinencia en la norma y el pliego técnico. Fuente: elaboración propia.

Este análisis refleja la alineación directa entre los requisitos del Pliego Técnico RPTD 17 y la norma ISO 55001, destacando que el Pliego adopta muchos de los principios de la ISO 55001 para asegurar una gestión efectiva y segura de los activos en el sector eléctrico.

4.3.2 Diagnóstico de Madurez y Evaluación Inicial.

El primer paso es realizar un diagnóstico de madurez para evaluar el grado de cumplimiento de la organización con los requisitos de la norma ISO 55001. Este diagnóstico permitirá identificar brechas y áreas de mejora en el sistema de gestión actual. La evaluación debe seguir una metodología reconocida, como la escala del IAM, que permita medir el nivel de madurez en la gestión de activos de la organización.

4.3.3 Desarrollo de un Plan de Implementación.

Con base en los resultados del diagnóstico inicial, es fundamental desarrollar un plan de implementación que cubra cada uno de los requerimientos de la ISO 55001. El plan debe incluir los siguientes componentes:

- Acciones correctivas: Incluir las medidas para cerrar las brechas identificadas.
- Responsabilidades: Designar a los responsables de la implementación de cada acción.
- Plazos y recursos: Establecer fechas de inicio y término para cada tarea, así como los recursos necesarios para llevarlas a cabo.

4.3.4 Política y Objetivos de Gestión de Activos.

Es necesario revisar o desarrollar la Política de Gestión de Activos de la empresa, asegurando que esté alineada con los objetivos estratégicos organizacionales. Los objetivos de gestión de activos deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con plazos definidos (SMART), y deben alinearse con los objetivos generales del negocio para garantizar la creación de valor a lo largo del ciclo de vida de los activos.

4.3.5 Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

El siguiente paso es desarrollar o ajustar el Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA), el cual debe convertir los objetivos estratégicos de la empresa en acciones concretas. Este plan debe incluir estrategias para la gestión del ciclo de vida de los activos, identificación de riesgos, análisis de criticidad y planes de mantenimiento preventivo y correctivo. Además, es importante definir indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir el éxito del plan.

4.3.6 Desarrollo de Capacidades y Competencias.

Se debe implementar un plan de desarrollo de competencias para asegurar que el personal clave tenga las habilidades necesarias para gestionar los activos de acuerdo con las mejores prácticas de la ISO 55001. Esto puede incluir capacitación en gestión de riesgos, análisis de criticidad, mantenimiento basado en condiciones, y gestión del ciclo de vida de los activos.

4.3.7 Implementación de Procesos y Herramientas de Gestión de Activos.

Se deben establecer y documentar los procesos operacionales y de soporte necesarios para implementar el SGA. Esto incluye la creación o mejora de un sistema de información de gestión de activos que capture datos sobre el estado de los activos, rendimiento y vida útil estimada. Los sistemas de monitoreo y diagnóstico predictivo también deben ser priorizados para maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

4.3.8 Gestión de Riesgos y Control de Desempeño.

La organización debe implementar un proceso continuo de gestión de riesgos que identifique, evalúe y controle los riesgos asociados con los activos y sus operaciones. Este proceso debe estar alineado con la norma ISO 31000 para asegurar la coherencia en la evaluación y tratamiento de los riesgos. Además, el rendimiento de los activos y el sistema de gestión en su conjunto deben ser monitorizados mediante los indicadores previamente definidos.

4.3.9 Auditorías Internas y Externas.

Realizar auditorías internas periódicas para verificar que el sistema de gestión de activos cumple con los requisitos de la ISO 55001 y está en continua mejora. Además, es necesario planificar auditorías externas por un organismo acreditado que valide el cumplimiento con la norma y confirme el nivel de madurez alcanzado.

4.3.10 Mejora Continua.

Finalmente, la organización debe establecer un ciclo de mejora continua donde se revisen los resultados del SGA a intervalos regulares y se realicen las mejoras necesarias. Esto incluye la revisión de políticas, planes y procesos, la identificación de nuevas oportunidades de mejora, y la actualización de la información del sistema de gestión de activos.

5 Hitos

El proceso de implementación del Sistema de Gestión de Activos en REDINTER se estructuró en diez hitos, diseñados para abordar tanto aspectos técnicos como estratégicos de la gestión de activos. Esta división permitió trabajar en paralelo diferentes componentes del sistema, asegurando su alineación con la norma NCh-ISO 55001 y los requerimientos del RPTD N°17.

Los hitos técnicos se centraron en el desarrollo de herramientas específicas como el análisis de criticidad, planificación de mantenimiento o gestión de salud de activos. Por otro lado, los hitos estratégicos abordaron elementos como la política de gestión, el PEGA y la integración del sistema con la estrategia de la organización.

A continuación, se presenta cada uno de los hitos desarrollados, incluyendo sus objetivos, metodologías empleadas, documentos técnicos elaborados y los aprendizajes derivados de su implementación práctica.

5.1 Hito 1: Análisis de Criticidad (ADC)

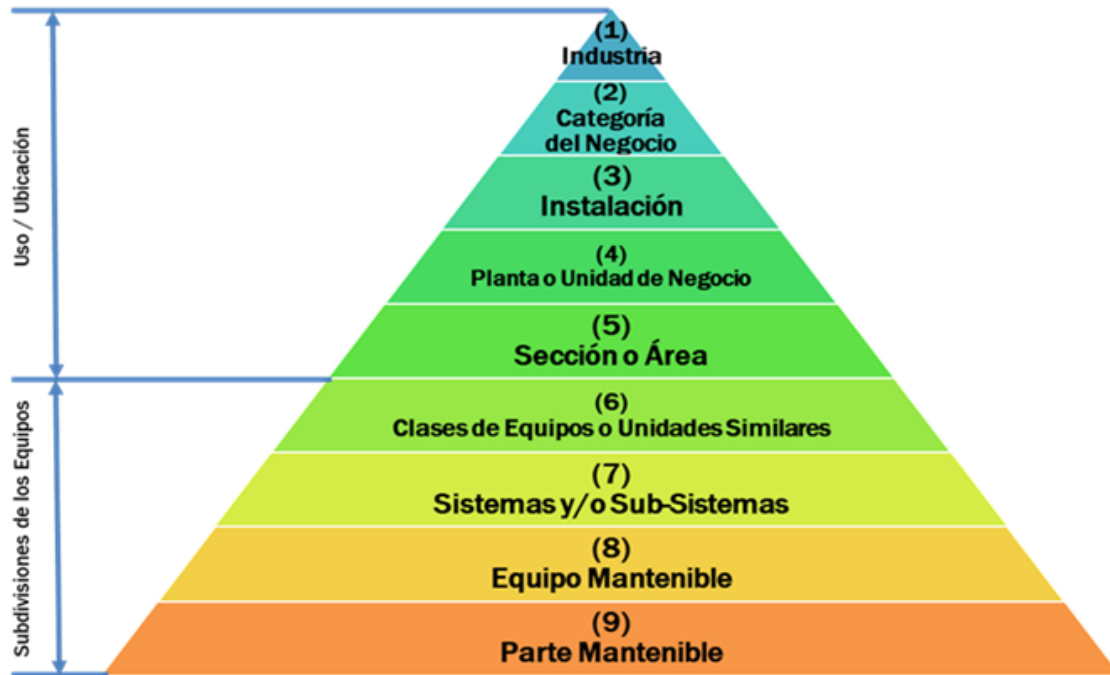
El Análisis de Criticidad (ADC) es una metodología fundamental en la gestión de activos, utilizada para categorizar el portafolio de activos en diferentes niveles de riesgo. El riesgo (R) se calcula como la combinación de dos variables: Ocurrencia (O), que representa la probabilidad o frecuencia de falla, y Consecuencia (C), que se evalúa en términos de su impacto en seguridad, medio ambiente, producción, reputación pública y costos de reparación. La fórmula básica es $R = O \times C$.

El objetivo del ADC es jerarquizar los activos en función de su criticidad, permitiendo a la organización optimizar la asignación de recursos (humanos, materiales y financieros) y priorizar las estrategias de mantenimiento. A través de este análisis, se determina qué activos requieren mayor atención para reducir riesgos y mejorar la eficiencia operativa.

Para el desarrollo de este hito, fue necesario establecer en primer lugar una jerarquía de niveles taxonómicos, acorde a lo que propone la ISO 14224, donde se clasificaron los activos entre los niveles 5 y 8, entendiendo que en el nivel 4 solo se tienen dos unidades de negocio, Red Eléctrica del Norte S.A. y Red Eléctrica del Norte 2 S.A.

Figura 3

Pirámide de jerarquización.

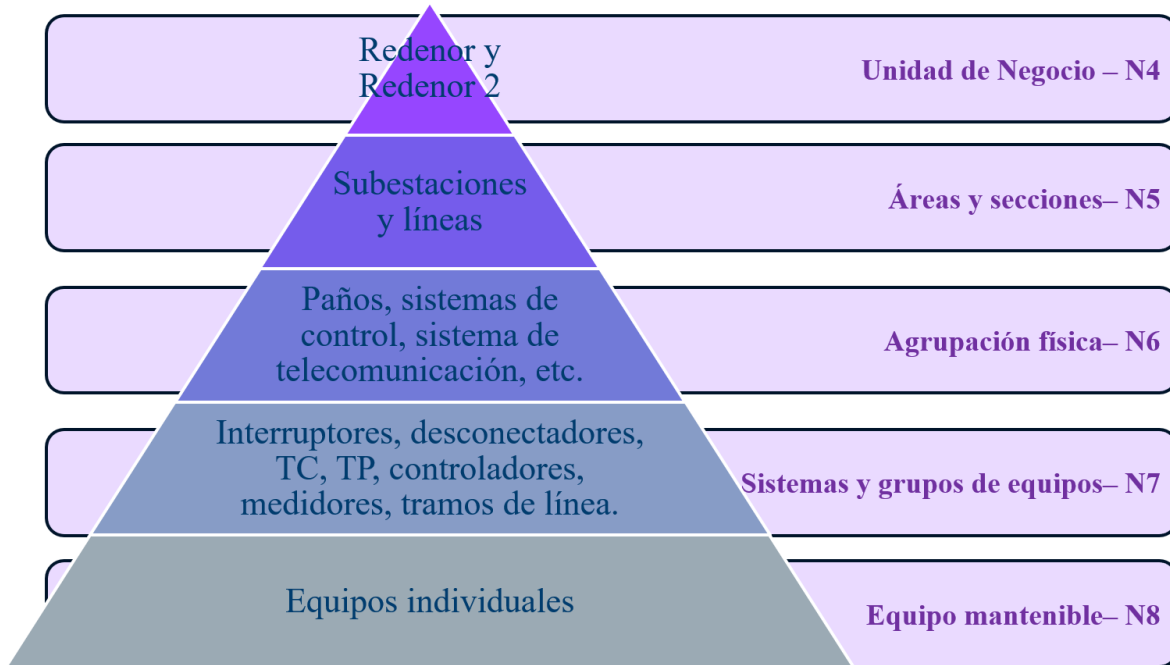


Nota. Pirámide para los distintos niveles taxonómicos. Fuente: Adaptación de BS EN ISO 14224:2016.

El resultado del análisis taxonómico se puede resumir en la siguiente figura.

Figura 4

Resultado de análisis taxonómico.



Nota. La figura muestra el resultado de la clasificación según niveles taxonómicos. Fuente: Elaboración propia.

Luego de este primer paso, se desarrolla un instructivo detallando los pasos para el análisis con las siguientes consideraciones:

Tabla 2

Cuadro de ponderación Análisis de criticidad y Riesgo

Riesgo = Consecuencias (C) x Ocurrencia (O)					Recomendación	Ponderación Decidida
Consecuencias (C)	Efecto Operacional	EO	Impacto Operacional IO	EO = IO x CF x TM	Utilizar la base de datos del proceso para cuantificar los diferentes elementos	4,00
			Configuración Funcional CF			
			Tiempo Muerto TM			
	Costos de Reparación	CR	Repuestos REP	CR = Rep + Mat + MO + CT	Utilizar la base de datos del proceso para cuantificar los diferentes elementos	1,50
			Materiales MAT			
			Mano de Obra MO			
Contratación CT						
Impacto en Seguridad	IS	Sobre Personas	Según análisis realizado	Base de datos + expertos	1,75	
Impacto Ambiental	IA	Sobre el Ambiente	Según análisis realizado	Base de datos + expertos	1,50	
Impacto sobre la Imagen Pública	IP	Sobre la Empresa	Según análisis realizado	Base de datos + expertos	1,25	
						10
Ocurrencia (O)	Fallas Totales	FT	Ocurridas en el último año	OA	Utilizar la base de datos para identificar los eventos ocurridos y a expertos para identificar la posibilidad de ocurrencia de nuevos eventos	10
			Basadas en Probabilidad	OP		
Riesgo = Consecuencias (C) x Ocurrencia (O)					Riesgo máximo = 10 x 10 = 100	

Nota. La tabla muestra las distintas ponderaciones para los conceptos del análisis. Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Resultados del Análisis de criticidad y riesgo

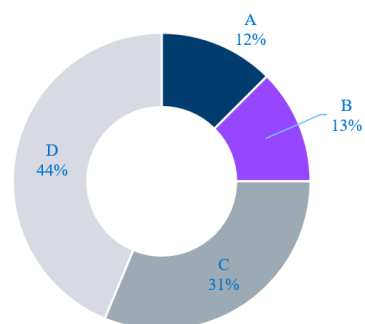
Criticidad

- A nivel 5 se obtuvieron los siguientes resultados de riesgo.

Sección o Áreas	C	O	Riesgo	Zona de Riesgo
SE NUEVA POZO ALMONTE	2,12	1,00	2,12	D
SE POZO ALMONTE, PAÑO J4	1,55	1,00	1,55	D
SE CONDORES, PAÑO J2	1,55	1,00	1,55	D
SE PARINACOTA, PAÑO J2	4,70	1,50	7,05	C
LAT 220KV NUEVA POZO ALMONTE- POZO ALMONTE	1,95	1,00	1,95	D
LAT 220KV NUEVA POZO ALMONTE- CONDORES	3,22	1,00	3,22	C
LAT 220KV NUEVA POZO ALMONTE- PARINACOTA	8,05	1,50	12,08	B
SE CENTINELA	2,40	4,00	9,59	C
SE ESPERANZA, PAÑOS J1, J2, J3	1,73	1,00	1,73	D
SE TESORO, PAÑO J2	5,19	4,00	20,76	A
SE EL COBRE, PAÑOS J4 Y J5	2,89	1,00	2,89	D
SE ENCUENTRO, PAÑO J4	2,29	1,00	2,29	D
LAT 220KV ENCUENTRO-CENTINELA	5,50	4,00	22,00	A
LAT 220KV CENTINELA-ESPERANZA	3,59	1,50	5,39	C
LAT 220KV CENTINELA-TESORO	5,09	1,50	7,64	C
LAT 220KV EL COBRE - ESPERANZA C1 Y C2	6,88	1,50	10,33	B
	Máximo :	8,05	4,00	
	Mínimo :	1,55	1,00	

categoria	pts	Cantidad de equipos	%
A	20	2	13%
B	10	2	13%
C	3	5	31%
D	3>	7	44%
		16	100%

Distribución de criticidad N5



Título presentación. Mes, año

Nota. Extracto del resultado del análisis realizado el 2023, mostrando los resultados obtenidos y la criticidad asignada. Fuente. Elaboración propia.

5.1.1 Documentos técnicos del hito 1

IN 32 Instructivo para la taxonomía y jerarquización.

IN 31 Instructivo para el Análisis de criticidad y Riesgo.

N03 Modelo de análisis de criticidad (matriz en archivo Excel).

5.1.2 Comentarios del hito 1

El primer desafío se presentó al intentar realizar en paralelo la clasificación taxonómica y el análisis de criticidad por riesgo, ya que, si bien es factible hacer un análisis de criticidad de una cartera de activos existente, notamos que es mejor establecer primero la taxonomía y luego realizar el análisis. El principal motivo para esto es asegurar la concordancia en los análisis de riesgo a distintos niveles. Esto toma relevancia ya que a nivel de alta dirección es más importante visualizar los activos a nivel 5 (subestaciones y líneas) mientras que a nivel operativo es necesario llegar al nivel 8 (equipos de patio y tramos de línea específicos). Al momento de realizar el análisis de confiabilidad con el modelo propuesto por el asesor, nos encontramos con un escenario inicial de 0 activos críticos, 2% en categoría B y 98% en

categoría C. Ante esto, se acordó bajar el puntaje asignado a la Ocurrencia (O) de 20 a 10 puntos, bajando con esto la escala máxima de 200 a 100. Adicionalmente, se considera la incorporación de una cuarta categoría (D) para distribuir de mejor forma los activos.

Esto debe hacerse coincidir posteriormente con lo requerido en el RPTD N°17, de activos críticos, principales y secundarios.

5.2 Hito 2: Diseño del Modelo de Confiabilidad

El modelo de confiabilidad se basa en los principios de la confiabilidad operacional, que busca la mejora continua a través de procesos sistemáticos. En esta fase, se analizan y revisan las metodologías y herramientas actuales junto con la empresa, para identificar oportunidades de mejora y ajustarlas según los requerimientos específicos de la gestión de activos. El modelo incluye herramientas clave como el Análisis de causa raíz (RCA), el Análisis de modos y efectos de fallo (FMEA), Análisis de modos y efectos de fallas y criticidad (FMECA), además de metodologías de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Cada herramienta está alineada con la gestión de indicadores clave de desempeño (KPIs), asegurando que los resultados estén orientados a mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los activos.

Luego del análisis de las herramientas disponibles y considerando el contexto operacional y organizacional de la empresa, se considera que el modelo mixto de confiabilidad debe tener las siguientes herramientas:

- a) Análisis Causa Raíz (RCA)
- b) Análisis de modos y efectos de falla (FMEA)
- c) Indicadores de gestión (KPI)

El hito contempla el taller para cada una de las herramientas y el desarrollo de un instructivo técnico para la aplicación de las metodologías. Adicionalmente, el modelo plantea las pautas para el uso de las herramientas en los activos, según su clasificación de criticidad – riesgo, o bien, en distintos escenarios. La pauta queda de la siguiente forma:

- i. A efectos de optimizar los planes de mantenimiento, se recomienda realizar anualmente un FMEA para los activos críticos A pertenecientes al nivel NT7 de acuerdo con la base N03 Criticidad de Activos.

- ii. Para activos críticos A, independiente de su puntaje, que hayan presentado una falla en el periodo anterior, se debe realizar un FMEA para la optimización de su plan de mantenimiento.
- iii. Para el caso de presentar una falla en activos críticos A, se debe realizar un análisis causa raíz en los tres meses siguientes a la normalización de la falla.
- iv. La cartera de activos con la información técnica-económica de cada activo debe considerar un seguimiento mensual y su respectivo análisis según la instrucción técnica IN 35 “Gestión de Indicadores KPI”.

5.2.1 Documentos técnicos del hito 2

IN33 Modelo Mixto de Confiabilidad.

Procedimientos y plantillas para RCA.

Estándares y procedimientos para FMEA.

IN35 Gestión de indicadores KPI.

5.2.2 Comentarios del hito 2

Inicialmente, este hito buscaba establecer de forma clara las estrategias del modelo, dictando las directrices de acción en base al resultado de los análisis. En la práctica, resultó que la propuesta de PMM era más un paper sobre la importancia de tener un modelo, pero con lineamientos muy generales y ambiguos, dejando demasiada abierta la interpretación, dilatando el periodo de trabajo del hito y finalizando con un documento con directrices demasiado exigentes para los recursos disponibles. Parte del programa del equipo implementador consideraba el repaso por todas las herramientas, lo que generó una saturación en el equipo.

Por su parte, el FMEA como metodología es una herramienta muy potente para establecer actividades de mantenimiento, pero representa una actividad cuantiosa en cuanto tiempo y densidad del conocimiento, lo que además genera cierto rechazo o incomodidad en el personal por tratarse de una herramienta teórica. En la práctica, el FMEA pierde peso (o impacto) cuando se trata de equipos estándar, conocidos y de funcionamiento simple, por ejemplo, un interruptor o un transformador de corriente, los cuales carecen de partes rotativas o elementos de desgaste. En dichos casos, es más práctico apegarse al “trouble shoting”, que es precisamente el FMEA ya realizado por el fabricante. Finalmente se dejó el instructivo, pero como herramienta para conocimiento general, sin que se haya realizado

un análisis FMEA a la fecha (por lo que también se debe quitar del modelo mixto de confiabilidad).

RCM se descartó en un principio por ser una herramienta previa para definir las actividades de mantenimiento, que en nuestro caso ya estaban definidas. Sin embargo, se consideró una revisión de las actividades actuales con esta metodología para detectar brechas (sobre todo ahora con la falla de ISA).

En la actualidad, se debe reevaluar la funcionalidad de este modelo, considerando las directrices en el PEGA, a saber, qué hacer en caso de criticidad A, B y C, qué medidas se deben tomar con los kpi y qué lineamientos se deben tener para la salud de los activos.

Aunque no todas las herramientas previstas inicialmente fueron aplicadas —como el análisis FMEA—, la experiencia ha demostrado que su incorporación selectiva puede aportar valor en etapas específicas del ciclo de vida de los activos. Se recomienda evaluar la integración progresiva de estas herramientas en función de la criticidad de los activos y de la disponibilidad de datos, priorizando aquellas que ofrezcan un mejor balance entre esfuerzo de implementación y beneficio esperado. En caso de que determinadas metodologías no resulten viables por limitaciones técnicas o de recursos, deberá documentarse formalmente su exclusión para mantener la trazabilidad del proceso de decisión.

5.3 Hito 3: Planificación y Programación de Mantenimiento

La planificación y programación de mantenimiento es un proceso esencial para optimizar la gestión de activos y garantizar la seguridad de las instalaciones. Este hito busca desarrollar un plan de mantenimiento que establezca prioridades claras para las órdenes de trabajo, optimizando la eficiencia operativa mediante planes detallados que incluyen tareas de mantenimiento, tiempos de ejecución, y recursos requeridos, permitiendo la asignación adecuada de recursos y garantizando que el mantenimiento preventivo y correctivo sea eficaz.

El hito se desarrolla mediante la construcción de “gammas” donde, para un equipo específico, se debe plasmar la actividad a realizar, frecuencia, duración, repuestos, herramientas y toda la información técnica de la actividad.

5.3.1 Documentos técnicos del hito 3

Pauta de construcción de gammas de mantenimiento.

Formato Excel para la elaboración de gamas y tareas de mantenimiento.

5.3.2 Comentarios del hito 3

En este hito se buscaba plantear un instructivo para la construcción de planes de mantenimiento y establecer fichas o gammas para cada uno de los equipos. Sin embargo, Redinter, al pertenecer al grupo español REDEIA, cuenta ya con un procedimiento bastante robusto para la gestión de planes de mantenimiento, además de instructivos con pautas ya establecidos. Esto implica que el aporte del hito se enfocó en la información necesaria para completar una orden de mantenimiento, lo cual toma valor al ser complementario al proyecto de implementación de SAP, donde se debieron establecer en paralelo dichas actividades.

5.4 Hito 4: Diseño e Implementación de la Salud de Activos

Este hito se enfoca en evaluar la condición de los activos mediante indicadores de confiabilidad, disponibilidad, seguridad y calidad del servicio. Se desarrollan estándares y procedimientos que permiten unificar los criterios de evaluación de la salud de los activos, mejorando el seguimiento de su desempeño y facilitando decisiones basadas en datos.

El manual de salud de activos incluye la clasificación de los activos, las técnicas de inspección aplicables y los procedimientos para medir su salud, proporcionando recomendaciones claras sobre las acciones a tomar en función de los resultados.

Este hito desarrolla busca desarrollar la herramienta más potente en términos de gestión en tiempo real, ya que apoya la toma de decisiones con información que es transversal para la organización, requiere de un trabajo colaborativo de áreas, permitiendo modificar planes de mantenimiento según el estado del activo, pudiendo cambiar la estrategia de la compañía de un plan preventivo secuencial con frecuencias preestablecidas, a un plan preventivo a condición, permitiendo tener un monitoreo del estado de los activos.

5.4.1 Documentos técnicos del hito 4

IN 37 Manual de salud de activos.

Informe de recomendaciones del consultor.

N05 Salud de activos (base de datos).

5.4.2 Comentarios del hito 4

Este hito representa el trabajo más visible de un sistema de gestión, ya que además de la información que entrega, permite generar modificaciones reales y cuantificables al presupuesto, al cambiar la cantidad de actividades. Sin embargo, es por lejos el hito más débil. Partiendo porque su finalidad por parte de la empresa consultora externa era vender un software que muestra los resultados de la salud de cada hito, mediante gráficas de mapas de riesgo. En definitiva, durante el desarrollo de este hito nunca se logró establecer de manera clara su finalidad.

Luego de varias sesiones, se pudo consensuar desde la teoría en que consiste la salud de los activos y cómo se podría desarrollar. Se presentaron una serie de parámetros estándar, de los cuales se filtraron los que se obtienen de una inspección rutinaria sin lograr establecer como se relacionaban entre sí para determinar la salud de dicho activo (algoritmo). Finalmente, no se logró dar con un modelo funcional y nos limitamos a establecer un procedimiento que cumpliera con lo requerido en el RPTD N°17, donde se recogen las técnicas de inspección y su frecuencia.

Tabla 3

Ficha de control de inspecciones por equipo.

	Técnica de inspección	PARARAYOS	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	DESCONECTADORES	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	INTERRUPTORES	TRAMPA DE ONDA	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL SA	Tramos de línea
	Inspección visual	1	1	1	1	1	1	1	1
	Análisis de vibraciones								0
	Ultrasonido acústico			0		0			0
	Termografía	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pruebas de integridad al vacío			0		0			
	Análisis de respuesta de frecuencia		0		0			0	
	Resistencia de aislamiento DC	2	1		1			1	
	Tangente delta		1		1			1	
	Factor de potencia		1		1			1	
	Relación de transformación		1		1			1	
	Resistencia de contacto			1		1			
	Resistencia de puesta a tierra		1		1			1	1
	Ensayo de descargas parciales	2	0	2	0	2		0	
	Tiempo de apertura y cierre			1		1			
	Coronografía	1	1	1	1	1	1	1	1

Nota. Ficha desarrollada con el equipo de mantenimiento para control de inspección de los elementos de salud. Fuente: Elaboración propia.

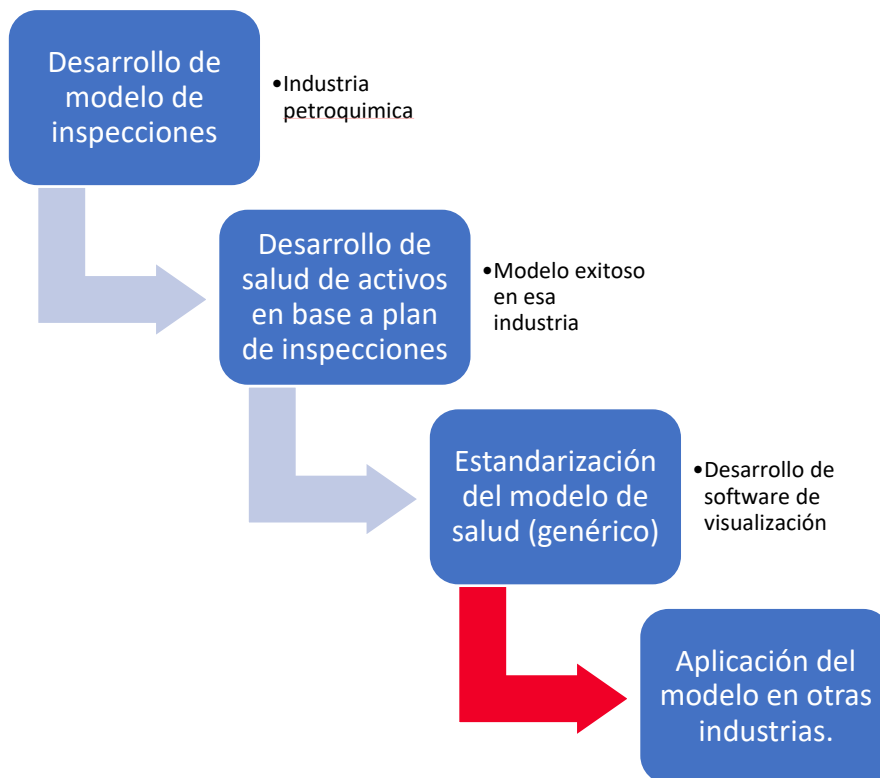
Luego, en el periodo donde se intentó implementar un modelo de salud, no se logró con éxito poder determinar dicho indicador más allá de la vida útil consumida o las mantenciones al día. La tabla anterior muestra las inspecciones realizadas, sin embargo, el instructivo no indica qué hacer con dicha información, qué parámetros van a afectar la salud y en qué medida.

En 2024 se replantea el objetivo de este hito y se acude a un modelo ya existente, aunque mucho más robusto en la casa matriz de España, con algoritmos ya funcionales, aunque soportados en un software desarrollado específicamente para este fin. El modelo de salud

desarrollado en España está completamente soportado por un entorno analítico llamado MANINT, software que es capaz de recepcionar los datos técnicos cargadas en SAP en cada inspección, para luego llevarlas al algoritmo específico del activo. Cada input tiene un peso específico dentro del algoritmo, donde la salida es un porcentaje de degradación. Durante 2025, ya se espera contar con los primeros resultados, llamados "salud primigenia". El fracaso en la implementación de la salud radica en que se intentó tomar un modelo preestablecido, probado y funcional en otras industrias, para luego pasarlo a un proceso estándar e intentar replicar en una industria diferente. El proceso se representa en la siguiente figura.

Figura 6

Proceso de creación del modelo de salud de activos.



Nota. El esquema muestra el modelo que se intento implementar. Fuente: Elaboración propia.

Esta modalidad para la creación de una herramienta puede ser totalmente válida en la mayoría de los casos, sin embargo, para el caso específico de la aplicación en esta empresa

de transmisión no logró dar el resultado esperado. La gran diferencia en el tipo de activos y tipo de desgaste hace las curvas de degradación de los equipos de ambos rubros sean diametralmente diferentes, por lo que las inspecciones que se realizan en una y otra industria son totalmente distintas. La ausencia de elementos rotativos, partes móviles y piezas de desgaste en la industria de transmisión, hacen que los modelos no conversen de la mejor manera. Las actuaciones de los equipos son en gran medida, cuando existe una perturbación en el sistema, por lo que no sufren un desgaste constante y su salud debe analizarse desde el estado de la aislación, pruebas de actuación y vida útil, entre muchas otras variables.

La experiencia con el modelo de salud de activos evidenció la necesidad de contar con datos estructurados y criterios uniformes para la evaluación. El intento inicial, aunque no logró resultados plenamente satisfactorios, sirvió para identificar brechas de información y oportunidades de mejora en los sistemas corporativos. La adaptación posterior al modelo utilizado en España permitió estandarizar el enfoque y mejorar la comparabilidad entre filiales. Como acción futura, se propone desarrollar un plan de levantamiento y depuración de datos, así como establecer un programa de revisión periódica de la metodología para asegurar su vigencia y adecuación a la realidad operativa local.

5.5 Hito 5: Gestión de Riesgos y Oportunidades en la Gestión de Activos

Este hito sigue las directrices de la ISO 31000 para gestionar riesgos en el ciclo de vida de los activos. Se integran los principios de gestión de riesgos en la planificación estratégica de activos, asegurando que las decisiones se basen en un análisis exhaustivo de riesgos y oportunidades.

Cuenta con dos sub hitos:

- 5(a) Modelo de Gestión de Riesgos: El sistema de gestión de activos debe alinearse con los objetivos estratégicos de la organización, incluyendo la política de gestión de activos, objetivos, plan estratégico (PEGA) y plan de gestión de activos.
- 5(b) Planes de emergencia y contingencia: Revisión y adaptación de los planes de emergencia y contingencia de la empresa para gestionar eventos que afecten la infraestructura crítica.

5.5.1 Documentos técnicos del hito 5

Modelo de Gestión de Riesgos.

Informe de hallazgos en los planes de contingencia, emergencia y desmantelamiento.

5.5.2 Comentarios del hito 5

El desarrollo de este hito gira en torno a la gestión de riesgos de la compañía, en sus distintos niveles. Para el caso, REDINTER cuenta con un proceso de identificación, análisis, evaluación, valoración y control de gestión de los riesgos relevantes a los que se enfrenta el Negocio Internacional. Este proceso se desarrolla con el objeto de asegurar que los distintos niveles de responsabilidad conocen y valoran los riesgos que amenazan las estrategias y objetivos del Negocio Internacional, y que la gestión que se realiza los tiene en cuenta y se efectúa dentro de los niveles de riesgo aceptable establecidos.

La pirámide de gestión de riesgos identifica tres niveles:

- **Estratégico:** Tipo de riesgo que afecta la estrategia del negocio internacional.
- **De Gestión:** Riesgo que puede afectar los objetivos estratégicos de cada una de las gerencias del negocio
- **Operacionales:** Riesgos a nivel de unidad organizativa

Figura 7

Pirámide de riesgos Redinter.



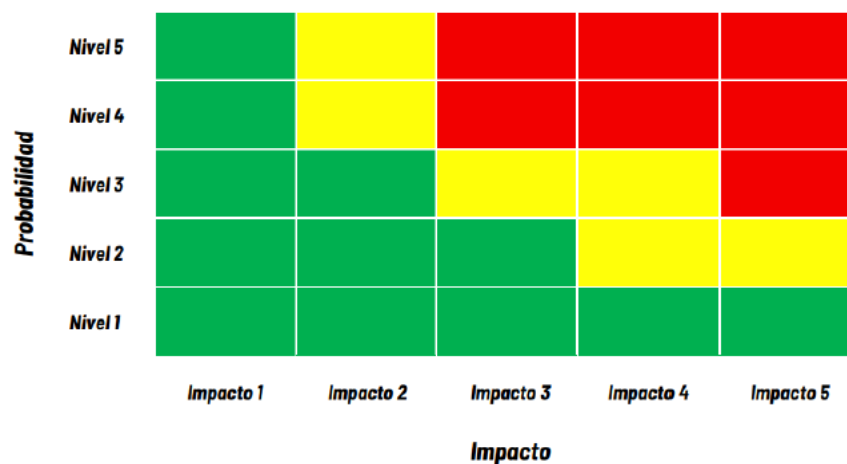
Nota. Fuente: Elaboración propia.

Dentro del procedimiento de gestión del riesgo, se establece también la matriz probabilidad impacto y sus respectivos niveles de riesgo.

- Probabilidad: niveles 1 a 5 de menor a mayor probabilidad (nivel 1: 0-1%; nivel 5: >50%)
- Impacto: valores de 1 a 5 de menor a mayor impacto, según tipo de riesgo evaluado.

Figura 8

Matriz probabilidad impacto de Redinter.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

La gestión de riesgo en REDINTER no es muy diferente a lo que se puede encontrar en la mayoría de las empresas que cuentan con modelos de gestión de riesgos.

Por el lado de los planes de emergencia y contingencia, el hito permite complementar el plan de continuidad de negocios que se encontraba en desarrollo para la compañía, poniendo el foco en la restitución del sistema en caso de emergencias y la continuidad operativa, manteniendo los estándares de seguridad.

5.6 Hito 6: Política de Gestión de Activos

La política de gestión de activos es el primer paso estratégico en la implementación de un sistema de gestión de activos. Establece los principios y directrices que guían la toma de decisiones relacionadas con los activos dentro de la organización. Este documento debe alinearse con la estrategia corporativa, los objetivos de negocio y las necesidades operativas de la empresa, asegurando que la gestión de activos contribuya de manera efectiva al logro de dichos objetivos.

El objetivo es establecer una política clara, concisa y comprensible para todos los niveles de la organización, fomentando el compromiso de los empleados y garantizando que las prácticas de gestión de activos se realicen de manera consistente y alineada con los objetivos organizacionales.

5.6.1 Documentos técnicos del hito 6

Documento de la Política de Gestión de Activos.

5.6.2 Comentarios del hito 6

El elemento clave en el desarrollo de la política es que esté siempre en línea con las políticas corporativas, respetando los principios y siguiendo la línea de trabajo existente, de manera que dicha política converse también con los otros sistemas de gestión.

Un elemento clave en este hito es la difusión de la política, así como su explicación y concientización por parte de todos los miembros de la organización.

5.7 Hito 7: Modelo de Gestión de Activos

El Modelo de Gestión de Activos define la estructura y el enfoque que adopta la organización para gestionar sus activos de manera eficiente durante todo su ciclo de vida.

Este modelo abarca aspectos técnicos y estratégicos, integrando las prácticas operativas, la gestión del riesgo y el cumplimiento normativo con las estrategias de gestión de activos. El modelo debe ser adaptado a la realidad operativa de la empresa, permitiendo una gestión proactiva que optimice el desempeño, reduzca costos y mitigue riesgos asociados a la operación de los activos. El proceso incluye la revisión y validación de las mejores prácticas, así como la adaptación de procedimientos a las exigencias de la organización.

5.7.1 Documentos técnicos del hito 7

Diseño del Modelo de Gestión de Activos.

Procedimientos y estándares para la implementación del modelo.

5.7.2 Comentarios del hito 7

Durante el desarrollo de este hito no había mucha claridad de los aspectos que se tratarían, que ya no estuviesen abordados en el PEGA o en la política. En definitiva, el hito se redujo a una explicación del ciclo de vida y una matriz RACI, lo que nos obligó a revisar nuestras etapas, siendo más útil de lo previsto.

Al momento de revisar el ciclo de vida de los activos, tuvimos la oportunidad de incorporar a otras áreas al proceso de implementación, abordando el área de proyectos desde el diseño hasta la construcción, aprovechando un repaso por la historia de las decisiones en cuanto a la adquisición de activos. El ejercicio entonces resultó tremendamente productivo. Por otra parte, se desglosó cada una de las actividades y etapas relevantes del ciclo de vida, donde pudimos revisar los procesos existentes y consolidar también una matriz RACI, que nos permitió evidenciar el estatus del sistema funcional.

5.8 Hito 8: Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA)

El Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) es un documento clave que conecta la estrategia organizacional con la gestión táctica y operativa de los activos. Este plan establece los objetivos a largo plazo en relación con los activos, las estrategias para alcanzarlos y los indicadores clave para medir el progreso.

El PEGA debe considerar las necesidades de todas las partes interesadas, incluyendo el equipo directivo, el personal operativo y los clientes, garantizando que las decisiones relacionadas con los activos estén alineadas con la misión y visión de la organización. Este

plan también proporciona un marco de referencia para priorizar inversiones y proyectos relacionados con los activos.

5.8.1 Documentos técnicos del hito 8

Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA).

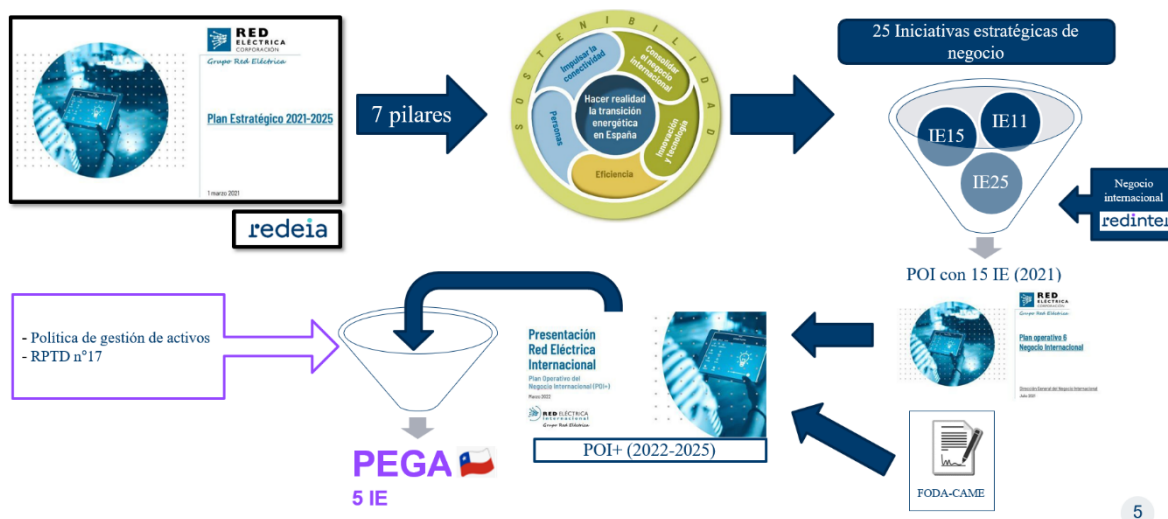
Procedimientos de seguimiento y actualización del PEGA.

5.8.2 Comentarios del hito 8

El Plan estratégico de gestión de activos, es el documento medular de todo sistema de gestión. Para el caso de REDINTER, el desafío fue lograr aterrizar los objetivos corporativos en un único plan, que incorporase la política y recogiera los requisitos del SGIIE.

Figura 9

Relacionamiento del Plan Estratégico de Gestión de Activos de REDINTER



Nota. El esquema muestra la relación entre los documentos medulares y corporativos con el PEGA. Fuente: Elaboración propia.

El grupo REDEIA, cuenta con un plan estratégico funcional con horizonte 2025. Dicho plan está compuesto por 7 pilares u objetivos corporativos, los cuales se dividen en 25 iniciativas estratégicas. Para el caso del negocio internacional, donde se encuentra REDINTER, se consolidan 15 de estas 25 iniciativas, las cuales se plasman en el Plan Operativo Internacional (POI). Este último es el eje de acción para el negocio internacional que se

actualiza anualmente. El PEGA del sistema de gestión de activos, reúne las directrices del POI, la política de gestión de activos y los requisitos del RPTD N°17.

Este modelo de gestión es útil para realizar un primer plan estratégico. Sin embargo, para el año 2025 se tiene la visión de incorporar a Perú en el sistema de gestión de activos, homologando los modelos a nivel Latam. En un análisis más exhaustivo de los objetivos, las áreas involucradas, y principalmente los otros sistemas de gestión (calidad, medio ambiente y seguridad), notamos que el PEGA debiese tener un nivel superior, donde en realidad, nuestro POI debiese contener lo que la ISO 55001 exige del PEGA, mientras que a nivel local Chile y Perú, se pueden aterrizar los objetivos específicos en planes de gestión de activos, o PGA's.

5.9 Hito 9: Análisis del Ciclo de Vida

Este hito se enfoca en aplicar un análisis de costo de ciclo de vida para identificar el mejor momento para reemplazar activos. Se evalúan diferentes escenarios para determinar la opción más rentable y sostenible a largo plazo.

5.9.1 Documentos técnicos del hito 9

Estándar con la metodología de cálculo de costo de ciclo de vida.

Herramienta de cálculo (archivo Excel).

5.9.2 Comentarios del hito 9

REDINTER cuenta actualmente con planes de renovación y mejora, con un horizonte de 50 años. Dichos planes, recogen la metodología del LCCA, pero están subutilizados dentro de la compañía, pese a su relevancia. El desarrollo de este hito nos obligó a darle una revisión exhaustiva a dichos planes, ubicándolos como un elemento relevante y de mayor importancia dentro del análisis de nuevos proyectos y del ciclo de planificación del mantenimiento. Nos obligó también a revisar el cumplimiento de actividades anuales desde el 2021 a la fecha, identificando algunas falencias y desfases que exigían nuestros procedimientos.

5.10 Hito 10: Reliability Centered Spare (RCS)

El RCS es una metodología que clasifica los repuestos en función de su demanda y su impacto en la gestión de mantenimiento. Se calcula el stock necesario para asegurar la

disponibilidad de repuestos críticos, optimizando el inventario y reduciendo costos asociados a la falta de repuestos.

5.10.1 Documentos técnicos del hito 10

Documento técnico del RCS.

Plantilla para la categorización de repuestos y cálculo de niveles de inventario.

5.10.2 Comentarios del hito 10

La metodología ya se encontraba aplicada desde la visión de aprovisionamiento para la adquisición de repuestos, pero se encontraba con la visión exclusiva del área de compras. En esta etapa, nos permitimos incorporar elementos técnicos a los procesos de compras, de modo que nuestro procedimiento recibió modificaciones leves, pero relevantes al involucrar al equipo de gestión de infraestructuras.

6 Evaluación crítica del proceso de implementación

En general, el proceso de implementación tuvo más aciertos que deficiencias, lo que permitió cumplir con el objetivo de establecer un sistema de integridad de instalaciones eléctricas (SGIIE) acorde con lo exigido por la SEC, dentro de los plazos y con un sistema plenamente funcional. No obstante, la experiencia reveló oportunidades claras de mejora que servirán para optimizar futuras implementaciones, tanto en REDINTER como en otras filiales.

6.1 Objetivo de implementar un sistema de gestión de activos

Definir con claridad el objetivo antes de iniciar la implementación es fundamental para orientar el trabajo y alinear expectativas. En este caso, el propósito declarado estaba enfocado en cumplir con el RPTD N°17, pero la ejecución priorizó aspectos propios de un sistema de gestión de activos. Ambos enfoques son compatibles, pero no integrar desde el inicio todos los requisitos del pliego técnico obligó a realizar ajustes posteriores que pudieron evitarse. Una matriz inicial de requisitos normativos habría permitido un cumplimiento más integral y fluido.

6.2 Involucramiento del personal

El compromiso del personal es el motor de un sistema sostenible, y comprender el “por qué” y el “para qué” de cada hito es tan importante como su ejecución técnica. La implementación de un sistema de gestión de activos no solo implica adoptar herramientas y procedimientos, sino también lograr que las personas internalicen su propósito y lo integren en su trabajo diario.

En REDINTER, se incorporó desde el inicio a un responsable de gestión de activos con formación y experiencia específica, lo que aportó liderazgo técnico al proceso. Sin embargo, el resto del equipo no contaba con conocimientos previos, lo que obligó a que cada hito incluyera inducciones puntuales. Esto permitió avanzar, pero limitó la visión global del sistema.

Con el tiempo, se implementó el programa de “embajadores de gestión de activos”, seleccionando supervisores de terreno con habilidades de liderazgo y capacidad para transmitir conocimientos. Estos embajadores recibieron formación especializada para luego actuar como multiplicadores en sus áreas. El modelo ha resultado efectivo, aunque habría

sido más eficiente aplicarlo desde el inicio, junto con un plan de capacitación escalonado adaptado a cada rol, para acelerar la adopción y reducir tiempos de adaptación.

6.3 Estado del arte y elementos existentes

Conocer en detalle las herramientas y procesos disponibles en la organización madre es clave para evitar duplicaciones y aprovechar sinergias. La falta de un diagnóstico profundo de las capacidades existentes retrasó la integración de soluciones corporativas, como el modelo de salud de activos.

Las diferencias de escala y la limitada transferencia de información entre España y Chile dificultaron la adopción de buenas prácticas. Un plan específico de integración tecnológica y procedimental, que considere desde el inicio el acceso a recursos corporativos y la adaptación a la realidad local, habría optimizado tiempos y resultados.

6.4 Separación de los hitos

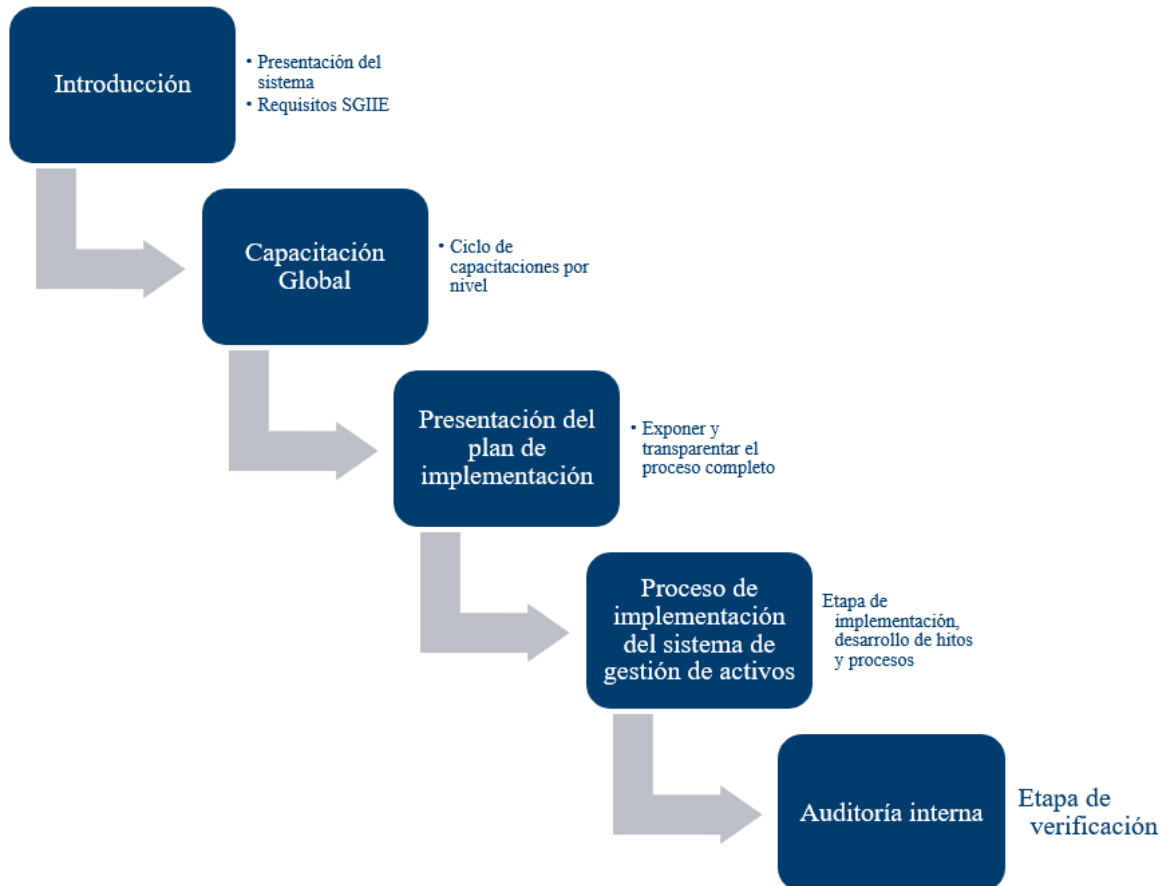
La experiencia demostró que no todos los hitos tienen la misma naturaleza ni requieren el mismo orden para su implementación. Diferenciar claramente los hitos estratégicos de los técnicos facilita la comprensión del sistema, mejora la asimilación de conceptos y permite que cada elemento madure antes de pasar al siguiente. Si esta separación y ordenamiento se hubiesen considerado desde el inicio, se habría logrado una inserción más gradual de la metodología y una mayor alineación del personal con los objetivos del sistema.

En la práctica, se observó que algunos hitos pueden desarrollarse en paralelo, mientras que otros necesitan un orden secuencial estricto. Además, el tiempo de ejecución y los recursos necesarios no son homogéneos: mientras que elementos como la política de gestión o el PEGA requieren mayor trabajo de análisis y validación estratégica, otros hitos técnicos pueden ejecutarse más rápido una vez definidos los lineamientos.

Esquemáticamente el proceso de implementación se presenta en la figura 10:

Figura 10

Proceso general de implementación.

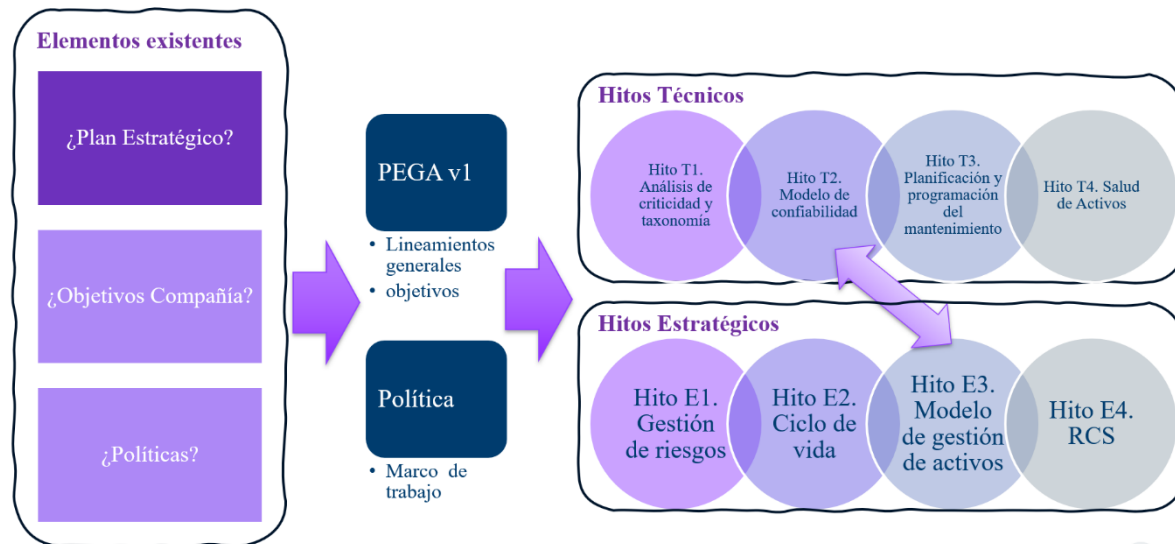


Nota. El diagrama muestra el proceso original de implementación del sistema en Chile.
Fuente Elaboración propia

Es importante mencionar que cada una de las etapas no tiene el mismo peso ni la misma cantidad de recursos o tiempo invertido, sino que más bien, permite identificar pasos importantes además de la implementación. Por su parte, el despliegue detallado del proceso de implementación se ve de la siguiente manera:

Figura 11

Proceso detallado implementación del sistema de gestión de activos.



Nota. Esquema del proceso real de implementación. Fuente: Elaboración propia.

El proceso de implementación en una primera etapa revisa y define los elementos esenciales que dan origen a una política y a un PEGA v1, y que contiene objetivos y lineamientos básicos. La aplicación de este criterio de separación resalta la importancia de iniciar el proceso con tres elementos esenciales —estrategia, objetivos y políticas— que sirvan de cimiento para toda la implementación. Estos componentes no solo definen la dirección y el propósito del sistema, sino que también proporcionan un marco común que facilita la coordinación entre las distintas áreas. A partir de ellos se puede elaborar un PEGA inicial (v1), que actúe como hoja de ruta preliminar, incluso si aún carece de detalles operativos.

Contar con este PEGA inicial permite avanzar en paralelo en hitos estratégicos y técnicos sin riesgo de perder coherencia. Por ejemplo, mientras se desarrolla la política de gestión de activos o se establecen lineamientos de riesgo, se pueden iniciar trabajos técnicos como el análisis de criticidad o la planificación de mantenimiento, ya alineados con los objetivos generales. Este enfoque evita la duplicación de esfuerzos, reduce la posibilidad de inconsistencias y asegura que todas las acciones apunten a un mismo horizonte estratégico.

En el caso de REDINTER, la ausencia de este “barrido inicial” provocó que el PEGA se ubicara al mismo nivel jerárquico que otros sistemas de gestión (calidad, medio ambiente, seguridad), cuando en la práctica debería ocupar un nivel superior, desde el cual se desprendan los planes específicos de cada área. Esto generó cierta dispersión en la priorización y dificultó la articulación entre sistemas, especialmente en la fase inicial de implementación.

Disponer desde el comienzo de un PEGA v1, retroalimentado de forma progresiva con la información obtenida en cada hito —ya sea estratégica o técnica—, habría permitido optimizar los tiempos de ejecución, reducir la carga operativa simultánea y fortalecer la coherencia interna del sistema. Este método también facilita la adaptación a cambios, ya que la estructura estratégica inicial actúa como marco flexible que se enriquece y ajusta conforme avanza el proyecto.

El PEGA debe ocupar un rol jerárquico superior dentro del marco de gestión, sirviendo como documento rector para los demás sistemas (POI, SIGL, SGC, entre otros). Esta integración, ilustrada en la sección 5.8, garantiza que todos los planes y procedimientos respondan a una estrategia común, evitando duplicidades y conflictos de prioridades. Retomar este esquema como referencia en futuras actualizaciones del PEGA permitirá reforzar su papel articulador y comunicar de manera clara la arquitectura de gestión a todos los niveles de la organización.

6.5 Auditorías y revisión de lo implementados

La revisión periódica no solo cumple con un requisito normativo, sino que también es una oportunidad para fortalecer el sistema y anticipar problemas. Las auditorías internas y externas aportaron información valiosa para ajustes futuros, pero su impacto habría sido mayor con un plan de acción documentado y priorizado después de cada revisión.

La consolidación de los hallazgos en un tablero de control permitiría visualizar tendencias y riesgos recurrentes, facilitando la toma de decisiones y el seguimiento de las acciones correctivas.

6.6 Cambios en la orgánica interna de REDINTER

La estructura organizacional debe adaptarse a las necesidades del sistema, y no al revés. La implementación bajo la norma NCh-ISO 55001 impulsó cambios relevantes, siendo el

más significativo la creación del cargo de Responsable de Gestión de Activos, con dependencia directa de la Subgerencia de Gestión de Infraestructuras. Este rol centraliza la coordinación del sistema, establece un punto único de referencia técnica y estratégica, y mejora la comunicación entre áreas.

También se fortaleció la transversalidad, fomentando la colaboración entre operaciones, mantenimiento, planificación, ingeniería y compras. Esto ha permitido decisiones más integrales, considerando criterios técnicos, económicos y de riesgo.

Sin embargo, la redefinición de funciones no estuvo acompañada inicialmente de un plan formal de gestión del cambio, lo que generó incertidumbre en algunos casos y posibles solapamientos. Un plan de transición con talleres interáreas, socialización de funciones y seguimiento de responsabilidades habría facilitado la adopción plena del modelo.

Actualmente, la mayor integración entre áreas y la figura del Responsable de Gestión de Activos han reforzado la gobernanza, pero el reto pendiente es consolidar estos cambios mediante procedimientos corporativos que aseguren su continuidad y replicabilidad en otras filiales.

7 Replicabilidad y próximos pasos

En la implementación de un sistema de gestión de activos conforme a la norma NCh-ISO 55001 es completamente replicable en otras organizaciones, siempre que se consideren las particularidades de cada centro de trabajo, incluyendo su estructura organizacional, contexto operativo y cultura interna.

Actualmente, se está fortaleciendo el sistema de gestión en Chile, con miras a replicarlo en Perú, como parte de una estrategia de expansión regional. Este proceso de implementación a nivel LATAM busca superar las brechas detectadas durante la experiencia chilena, enfrentando nuevos desafíos relacionados con la cultura organizacional y la adopción de la filosofía de gestión de activos. Entre las iniciativas en curso destacan:

- Programa de embajadores: Se ha establecido un programa de formación de líderes internos para facilitar la integración cultural y promover la gestión de activos en todos los niveles de la organización.
- Análisis de criticidad LATAM: Se está desarrollando un modelo de análisis de criticidad común para todas las filiales, que permita priorizar activos de manera coherente y alineada con los objetivos estratégicos regionales.
- Revisión del plan plurianual de mantenimiento: Se está reformulando el plan de mantenimiento, ajustando la frecuencia de actividades en función de la criticidad y del estado de degradación de los activos (salud primigenia).
- Desarrollo del modelo de salud de activos: Se está profundizando en la implementación de un sistema robusto de evaluación de salud de activos, basado en datos técnicos y algoritmos específicos, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y optimizar los recursos.

Este enfoque busca consolidar un modelo de gestión de activos homogéneo, adaptable y sostenible en el tiempo, que permita a REDINTER y sus filiales avanzar hacia una mayor madurez organizacional y operativa.

8 Conclusiones

La implementación de un Sistema de Gestión de Activos conforme a la norma NCh-ISO 55001 representa un avance sustancial en la gestión integral de activos dentro de las organizaciones del sector eléctrico. Este sistema no solo mejora la eficiencia operativa y maximiza el valor de los activos a lo largo de su ciclo de vida, sino que también fortalece la seguridad, confiabilidad y sostenibilidad de las operaciones.

La adopción de los principios de la ISO 55001 permite a las empresas gestionar de manera más eficaz los riesgos inherentes a la operación y mantenimiento de instalaciones críticas. El enfoque basado en el ciclo de vida, la evaluación del desempeño y la mejora continua, alineado con los objetivos estratégicos de la organización, asegura que los activos contribuyan de forma sostenible al éxito del negocio, en concordancia con las mejores prácticas internacionales.

Asimismo, este sistema facilita el cumplimiento regulatorio, particularmente con el Pliego Técnico RPTD 17, que exige la implementación de un Sistema de Gestión de Integridad de Instalaciones Eléctricas (SGIIE). La convergencia entre ambas normativas es clara y complementaria, dado que el Pliego incorpora los principios fundamentales de la ISO 55001, como la gestión integral del ciclo de vida, el control de riesgos y la mejora continua.

En el caso de REDINTER, la implementación del sistema permitió avanzar significativamente en la gestión de riesgos y activos, incorporando nuevas herramientas de decisión y fortaleciendo prácticas existentes, especialmente en el ámbito del mantenimiento. Este progreso generó un impacto positivo tanto en los sistemas de gestión como en las personas involucradas, robusteciendo los procesos de evaluación y toma de decisiones en torno a los activos. Además, motivó la expansión del sistema hacia una escala regional, impulsando su desarrollo a nivel LATAM.

En síntesis, la implementación del Sistema de Gestión de Activos bajo los lineamientos de la NCh-ISO 55001 permitió a REDINTER no solo cumplir con los requisitos regulatorios, sino también mejorar de manera significativa su gestión operativa y estratégica. Alcanzar una mayor madurez en la gestión de activos exige una planificación rigurosa, el compromiso sostenido de la alta dirección y una cultura organizacional orientada a la mejora continua. No obstante, los beneficios obtenidos —como la reducción de costos, el aumento de la

confiabilidad de los activos y la generación de valor a largo plazo— justifican plenamente los esfuerzos invertidos en su implementación.

Bibliografía

1. ISO 55000:2014. *Asset management - Overview, principles, and terminology*. International Organization for Standardization (ISO), 2014.
2. ISO 55001:2014. *Asset management - Management systems - Requirements*. International Organization for Standardization (ISO), 2014.
3. ISO 31000:2018. *Risk management - Guidelines*. International Organization for Standardization (ISO), 2018.
4. Pliego Técnico RPTD 17. *Reglamento del Sistema de Gestión de Integridad de Instalaciones Eléctricas (SGIIE)*. Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), Chile, 2019.
5. PMM Business School. (2022). *Programa de implementación de la Norma ISO 55001 en sistemas eléctricos [Documento interno]*. Valencia, España: PMM Business School.
6. REDINTER Chile. (2024). *Informe del proceso de implementación del Sistema de Gestión de Activos bajo la Norma NCh-ISO 55001 [Documento interno]*. Santiago, Chile: REDINTER