

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA OPERATIVO DE MANTENIMIENTO EN CODELCO

CORPORACIÓN NACIONAL DEL COBRE DE CHILE (CODELCO)

Santiago – Chile

2025

Resumen

El Sistema Operativo de Mantenimiento (SOMA) [1] es el modelo de Codelco para gestionar el mantenimiento con enfoque en eficiencia, seguridad y optimización de costos. Se basa en planificación, confiabilidad y ejecución, estandarizando procesos. Su aplicación mejora la disponibilidad de activos y reduce fallas operacionales. Un caso de éxito fue su uso en el reemplazo del horno eléctrico en la División Ventanas, asegurando una ejecución eficiente y alineada con los estándares de Codelco.

Introducción

El mantenimiento en la industria minera es un factor crítico para la continuidad operativa y la optimización de costos. En este contexto, Codelco ha desarrollado el SOMA, un modelo estructurado que estandariza y mejora los procesos de mantenimiento en sus distintas divisiones. Este sistema permite gestionar de manera eficiente la planificación, ejecución y confiabilidad del mantenimiento de los activos, asegurando su disponibilidad y rendimiento óptimo.

El SOMA se basa en principios de gestión de activos alineados con la excelencia operacional, integrando estrategias de mantenimiento preventivas, predictivas y correctivas que minimizan el impacto de fallas inesperadas. Su implementación ha permitido reducir costos, mejorar la seguridad y asegurar la continuidad operacional.

Uno de los casos relevantes de implementación del SOMA fue el reemplazo del horno eléctrico en la División Ventanas, un desafío técnico y logístico que requirió una gestión eficiente de los recursos y

un cumplimiento estricto de plazos. Este trabajo presenta la aplicación del SOMA en este caso de éxito, detallando su impacto en la optimización del mantenimiento y los beneficios obtenidos.

Desarrollo

1. Sistema Operativo de Mantenimiento (SOMA)

El SOMA se define como un conjunto de estándares y procesos que apuntan a optimizar la gestión de activos. Su objetivo es generar valor a Codelco a través de los activos, asegurando el cumplimiento de estrategias de mantenimiento que optimicen su rendimiento. El SOMA a su vez define 8 fases, las cuales son:

- a. Fase A: Mantenibilidad y Confiabilidad en Proyectos de Inversión (NCC30)
 - Su objetivo es asegurar la correcta y oportuna aplicación de la norma NCC30 [2], mediante mecanismos globales (procesos y estándares) que contribuyan a asegurar que los proyectos de Codelco incorporen adecuadamente los análisis de mantenibilidad, confiabilidad, ciclo de vida y apoyo logístico en cada una de las etapas de desarrollo.
- b. Fase B: Estudio de Criticidad y Metas de Desempeño
 - El objetivo de la fase B es establecer la criticidad y las metas de desempeño de los equipos de la Corporación para posteriormente definir una estrategia de mantenimiento.



c. Fase C: Plan Estratégico y Plan Matriz

- Consiste en desarrollar planes de mantenimiento basados en la criticidad y metas de desempeño

d. Fase D: Ciclo de Mantenimiento

- Esta fase describe las etapas obligatorias para llevar a cabo un Ciclo de Mantenimiento con calidad, seguridad y eficiencia, monitorear resultados y fomentar la mejora continua.

e. Fase E: Decisión de Fin de Vida Útil

- Su objetivo es identificar las áreas que interactúan con Mantenimiento en las diferentes fases del SOMA, definiendo los roles de estas áreas y las instancias en que participan en conjunto buscando la mejora continua, eficiencia y eficacia del ciclo de gestión de activos.

f. Fase F: Sinergia con áreas relacionadas

- El objetivo de la fase F es identificar las áreas que interactúan con Mantenimiento en las diferentes fases del SOMA, definiendo los roles de estas áreas y las instancias en que participan en conjunto buscando la mejora continua, eficiencia y eficacia del ciclo de gestión de activos.

g. Fase G: Sistema de Gestión, Estructura Organizacional y Competencias

- Su objetivo es definir estándares y mejores prácticas de gestión, estructuras y competencias que permitan cumplir con el ciclo de mantenimiento en forma óptima.

h. Fase H: Análisis de Desempeño

- El análisis de desempeño de equipos busca entender las desviaciones de aquellos activos que presentan fallas crónicas y agudas en un marco definido de tiempo, evaluando de manera estructurada las causas directas de falla.

El presente trabajo se encuentra en la Fase C del SOMA, específicamente en la planificación de mantenimiento largo plazo. El SOMA define que: “La planificación de largo plazo debe enfocar sus esfuerzos en cumplir con los objetivos base definidos como guía para desarrollar un proceso ordenado y sistematizado que asegure la integridad operacional de los activos de la Corporación.” [1]

2. Caso de éxito – Cambio de Horno Eléctrico

El Horno Eléctrico fue un equipo utilizado en la fundición Ventanas para el tratamiento de la escoria proveniente del Convertidor Teniente, teniendo como objetivo extraer los remanentes de cobre previo a desechar la escoria.

Debido al constante uso, el piso refractario del Horno sufrió una infiltración de cobre líquido, lo que generó esfuerzos hacia el manto de acero causando su deformación por expansión radial.

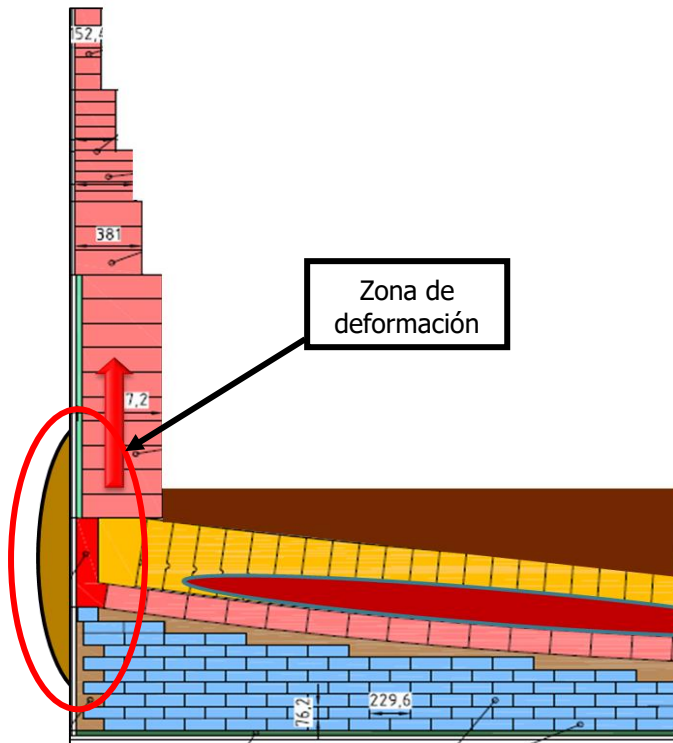


Figura 1. Deformación de manto de Horno Eléctrico

Esta condición, sumada a las pérdidas de espesor paulatinas que experimentó el Horno en sus 24 años de operación y los esfuerzos de diseño superados, concluyeron el fin de vida útil del manto de acero y la necesidad de reemplazar la mampostería refractaria completa.

Alineado con lo establecido por SOMA, la reparación del Horno se planifica con 8 meses de anticipación, pasando por diversas etapas.

a. Identificación y Priorización

Se declaró la vulnerabilidad, provocando una gestión oportuna de licitación del servicio y compra de materiales refractarios.

b. Planificación

En la etapa de planificación se evaluaron los posibles riesgos y planes de acción ante ellos.

Además, se definió el mantenimiento de 15 semanas.

c. Programación

Debido a la condición del Horno, se produjo una rotura de manto, por lo que se adelantó la detención. Se destaca que la ser una detención de alta complejidad, nunca había sido realizada.

MANTENIMIENTO GENERAL 2022	SEPTIEMBRE 2022	OCTUBRE 2022	NOVIEMBRE 2022	DICIEMBRE 2022
HE	1 2 3 4	5 6 7 8	9 10 11 12	13 14 15

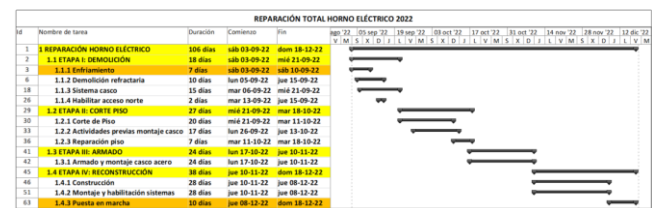


Figura 2. Carta Gantt de Mantenimiento

d. Ejecución

La fase de ejecución se dividió en 4 etapas, las cuales funcionaron de manera óptima al ser planificadas correctamente. Estas etapas fueron:

1. Demolición

La etapa de demolición tuvo una duración de 3 semanas, y consistió en la demolición refractaria de bóveda y muros, retiro de escombros y desmantelamiento de periféricos del horno eléctrico.



Figura 3. Demolición Refractaria

2. Corte de piso

La etapa de corte de piso tuvo una duración de 4 semanas, y dentro de ella se consideró el corte y retiro del embanque de cobre con hilo diamantado, el perfilado y retiro de refractario desde la base del piso, y el acondicionamiento y retiro de la plancha inferior.



Figura 4. Corte de piso con hilo diamantado

3. Armado

Esta etapa tuvo una duración de 3 semanas, consideró el ingreso y posicionamiento de 15

piezas de acero que conformaron el horno, inspecciones topográficas y soldadura interior y exterior de piezas de acero, con sus respectivos ensayos no destructivos.



Figura 5. Armado de estructura del Horno

4. Reconstrucción

Una vez armada la estructura del Horno, se realizó la construcción refractaria que duró 5 semanas, y consideró la construcción del piso, muros y bóveda, así como la recuperación de elementos periféricos del Horno.



Figura 6. Construcción Refractaria de piso

e. Comisionamiento

Para garantizar la correcta puesta en marcha del Horno, se diseñó una etapa de comisionamiento, la cual consistió en la evaluación de cada sistema y subsistema del horno, para luego elaborar un check

list que fue revisado, punto a punto, por el personal de mantenimiento y de operaciones de forma diaria.

f. Post Mantenimiento

Finalmente, según lo establecido por SOMA se realizó un informe de post mantenimiento, verificando el cumplimiento de los plazos de ejecución y alcances de mantenimiento, consolidando el éxito de la operación.

Conclusión

La implementación del SOMA en Codelco ha demostrado ser una herramienta eficaz para optimizar la gestión de activos, mejorar la disponibilidad de equipos y reducir costos operacionales. Su enfoque estructurado, basado en planificación, confiabilidad y ejecución, permite estandarizar procesos y asegurar la continuidad operativa en todas las divisiones.

El caso de éxito del reemplazo del Horno Eléctrico en la División Ventanas ejemplifica cómo el SOMA facilita la ejecución de actividades de mantenimiento críticas. A través de una gestión eficiente de recursos, una planificación rigurosa y el uso de herramientas de seguimiento, se logró cumplir con los plazos establecidos de manera segura, eficiente y eficaz.

En definitiva, la aplicación del SOMA en Codelco refuerza la importancia de contar con un modelo de mantenimiento alineado con estándares. Su implementación no solo optimiza la operación de los equipos, sino que también contribuye a la seguridad, sostenibilidad y eficiencia en la industria minera.

Bibliografía

[1] Codelco, “Sistema Operativo de Mantenimiento”, 2022.

[2] Codelco, “NCC N°30 – Mantenibilidad y Confiabilidad en Proyectos de Inversión”, 2021.

Datos autor 1: Eduardo Toro González. etoro008@codelco.cl. Región de Valparaíso, Chile.

Datos autor 2: Pablo Camus Rojas. pcamu001@codelco.cl. Santiago, Chile.