



Simulación como innovación para perfeccionar los procesos de Codelco El Teniente

ESTUDIO DE CASO



Descubra cómo la simulación computacional fue fundamental para optimizar procesos de la mayor mina subterránea del planeta.

Codelco (Corporación Nacional del Cobre de Chile) es una empresa estatal chilena dedicada a la extracción minera cuprífera, la mayor en su tipo en el mundo (cerca del 10% de la producción mundial). La empresa posee las mayores reservas de cobre conocidas y su producción se basa en la generación de cátodos de cobre. El Teniente, ubicada en las proximidades de Rancagua, es la mayor y más desafiante operación de la compañía.

El Teniente es el yacimiento de cobre subterráneo más grande del planeta. Está ubicado en la comuna de Machalí, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, a 50 kilómetros de la ciudad de Rancagua. Comenzó a ser explotado en 1905, y ya cuenta con más de 3.000 kilómetros de galerías subterráneas.

Los grandes desafíos exigen grandes soluciones. Por este motivo, Codelco decidió invertir en la herramienta ANSYS para garantizar la seguridad de sus equipos y procesos.

Pensemos de la siguiente manera: los métodos de fundición son uno de los más complejos procedimientos en la minería, donde constantemente se enfrentan procesos complejos en los que los fenómenos que ocurren en el interior de los equipos no son 100% previsible. Así, con técnicas de simulación (FEA, CFD y DEM) es posible obtener el detalle necesario de lo que puede ocurrir con los equipos facilitando la mejor toma de decisión posible.

Simulación: la certeza contra la hipotética

Una de las principales razones por que llevó a Codelco a optar por herramientas de simulación para Codelco El Teniente fue la capacidad en revelar y establecer soluciones de alto impacto en la operación actual y futura de los equipos y procesos de la fundición.

Según el Dr. Ing. Yerko Aguilera Carvajal, Ingeniero de Confiabilidad de Codelco El Teniente, las técnicas tradicionales de cálculos y estimaciones de ingeniería revelan sólo una situación hipotética de la condición del equipo y el estado calculado de los procesos.

La decisión exitosa de implementar herramientas de simulación permitió a Codelco conocer más

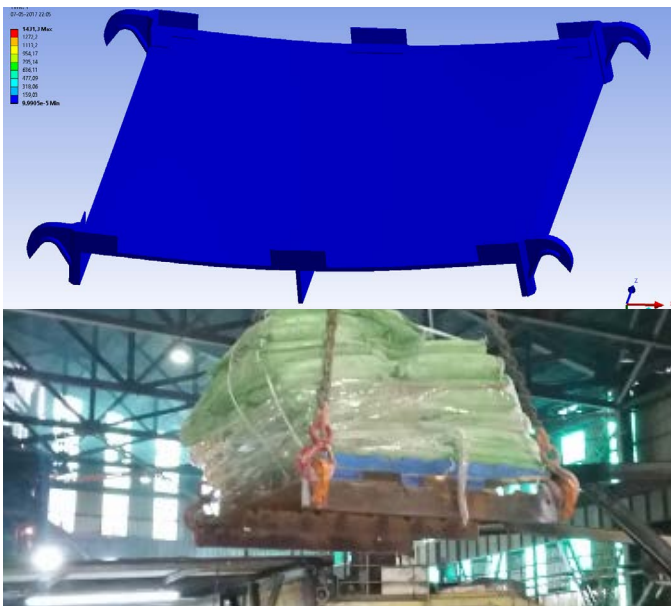
detalladamente sus equipos y procesos permitiendo modificaciones antes de su implementación con la garantía de mejores resultados.



Mejora de los procesos de mantenimiento

- ◆ Procedimiento de mantenimiento más seguro
- ◆ Montaje de elementos en secuencia y reutilizables
- ◆ Optimización de tiempos de montaje de materiales refractarios
- ◆ Disminución de intervalos de tiempos de mantenimiento

“A través de los años, las simulaciones han mejorado paulatinamente nuestros procesos permitiendo no solamente conocer en detalle la fenomenología de estos sino además nos ha permitido poder abarcar otros campos no tradicionales tal como la gestión del conocimiento en materias de SySO (Seguridad y Salud ocupacional), procesos de mantenimiento y nuevos proyectos. Este amplio campo de aplicación ha llevado a la simulación a un estado de alta importancia pues su aporte no solo es en el ámbito de la ingeniería de procesos y mantenimiento sino además al aseguramiento de procedimientos seguros y al cuidado de los activos físicos.” Dr. Ing. Yerko Aguilera Carvajal, Ingeniero de Confiabilidad de Codelco El Teniente.



Mejora en SySO

- ◆ Mejoramiento de tiempos de preparación del proceso
- ◆ Generación de maniobras seguras
- ◆ Aseguramiento de condiciones seguras de actividades asociadas al proceso
- ◆ Optimización de tiempos y costos de traslado
- ◆ Disminución y optimización de tiempos asociados a la actividad

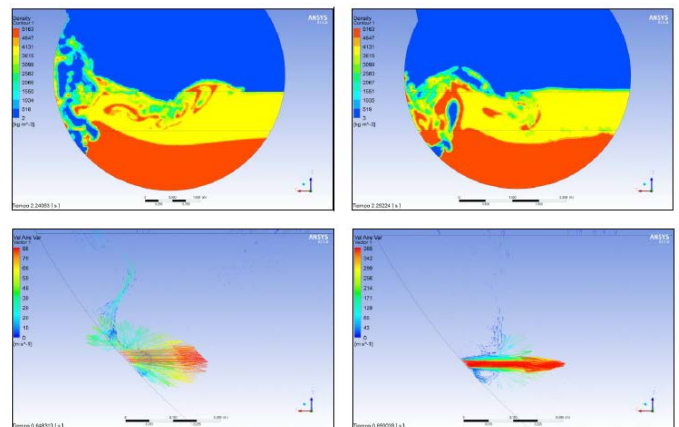
Yerko complementa afirmando que las herramientas de simulación fueron fundamentales en dos casos:

1- Simulación termofluidodinámica de proceso de soplado en convertidores Peirce Smith

Donde la investigación de la tesis doctoral de Carvajal permitió establecer la metodología de validación de los resultados de la simulación además de conocer la fenomenología del transporte y condicionamiento de gases.

2- Simulación termofluidodinámica de procesos de inyección de aire a reactores Pierce Smith

Por primera vez se obtuvo un modelo fenomenológico completo de lo que ocurre dentro de los reactores en estado líquido y sus diferentes fases. Esta simulación fue el primer paso para el proyecto de disminución de las tuberías e investigación de la necesidad de toberas de alta eficiencia en los Convertidores Teniente. El resultado futuro de esta investigación y sus pruebas preliminares permitirán contar con un nuevo sistema de inyección de aire enriquecido más eficiente en su proceso y una notable reducción de los costos de mantenimiento.



Mejora en el proceso de fusión en convertidores

El proceso evolutivo

La simulación es el primer paso de una gran jornada. El inicio suele ocurrir en la base de las pruebas, de forma creciente. Así también fue en Codelco; el comienzo de las simulaciones en El Teniente comenzó con tímidos levantamientos geométricos tridimensionales y una pequeña simulación de dinámica de máquinas. Posteriormente se empezó a trabajar con las herramientas de simulación ANSYS.

El calendario de ejecución fue esencial para el éxito de la operación, ya que en este momento Yerko buscaba, a través de este proyecto, obtener el grado de Doctor en Ciencias de la Ingeniería. Actualmente, Codelco trabaja en todas las áreas de simulación computacional (FEA, CFD y DEM). El proceso evolutivo tardó cerca de ocho años hasta la completa implementación. Las principales dificultades fueron establecer los criterios para validar los resultados de las simulaciones y el lento proceso interno de aprendizaje que el equipo superó a medida que las simulaciones se volvieron más complejas pero con excelentes resultados. Hoy el grupo que realiza simulaciones posee sólidos conocimientos y puede enfrentar cualquier desafío cuando el asunto es simulación.

El retorno más allá de la inversión

El uso de las herramientas ANSYS tiene valor inmensurable, afirma Carvajal. Además de eliminar riesgos en la operación, las vidas se salvan gracias a las innovaciones tecnológicas de la ingeniería moderna.

El uso de la simulación en El Teniente ha permitido a Codelco realizar sus operaciones de forma más ágil y, sobre todo, aún más eficiente para el mercado.

“El retorno que obtuvimos con la aplicación de herramientas de simulación de ANSYS también incluye el conocimiento detallado de los procesos y modos de operación del equipo principal, la participación activa en la mejora de procesos, una mejor definición de los modos de fallo de algunos equipos y la garantía del éxito de futuros proyectos.”

Dr. Ing. Yerko Aguilera Carvajal,

Ingeniero de Confiabilidad de Codelco El Teniente



Desafío

Perfeccionar el proceso de extracción de cobre sin comprometer la seguridad de los equipos y, principalmente, de las personas.



Solución

Obtener el detalle necesario por medio de técnicas de simulación (FEA, CFD y DEM) de lo que pueda ocurrir con los equipos facilitando la toma de decisión ahorrando tiempo y, principalmente, el presupuesto.



Vantajas

El aumento del conocimiento del equipo sobre los modos de la operación, además de la mejora y optimización de los procesos.