



# **PROPUESTA SINDICAL PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE FUNDICIÓN Y REFINERÍA EN CHILE**

**FEDERACIÓN DE TRABAJADORES DEL COBRE**

**Santiago, noviembre de 2024**



## ANTECEDENTES

El negocio Fundición - Refinería (FuRe), constituye un importante eslabón de la cadena de valor del proceso de producción de cátodos de cobre, asegurando la continuidad y procesamiento del concentrado producido en las áreas de Mina - Concentradora de la línea sulfuros. Su misión es avanzar en la concentración de cobre hacia la producción del cátodo final de alta pureza, pasando desde un concentrado normalmente entre 28-33 % Cu a un ánodo de 98,5 % Cu, este último constituye la alimentación a la Refinería Electrolítica para producir finalmente cátodos de 99,999 % Cu y Barros Anódicos, cumpliendo estrictamente la calidad química y física que exige el mercado.

El proceso FURE, adicionalmente, aporta capas de valor complementarias y fundamentales para el desarrollo de otras líneas productivas como son: recuperación de metales preciosos desde Barros Anódicos, producción de Ácido Sulfúrico para la lixiviación de minerales oxidados, recuperación de cobre desde las escorias y polvos metalúrgicos principalmente.

La Fusión de concentrados y refinación de ánodos son operaciones unitarias complejas, multivariable y económicamente estrechas, pero estratégicas y necesarias para evitar la monopolización y control sobre los TC/RC (Treatment & Refining Charge), capturar el valor asociado a la producción de cátodos electro refinados versus la venta de concentrados, más aún cuando estos últimos son clasificados como “complejos” por su alto contenido de impurezas, Arsénico, Antimonio, Zinc, tales como los que se encuentran en el Distrito Norte.

Los concentrados de Chuquicamata se clasifican como “Complejos” por sus altos contenidos de As, lo que ha significado diseñar un proceso FuRe y plantas anexas de acuerdo con esta condición. Esta característica “única de DCH” debe ser considerada como una “Oportunidad”, aprovechando el conocimiento, Know-How y Compromiso de sus trabajadores apoyados por un plan de desarrollo agresivo, desafiante y Participativo que permita transformar esta Debilidad en una Oportunidad.

Actualmente, los TC/RC (cargos de tratamiento de Fundición y Refinería), son liderados por las FuRes Chinas, controlando el mercado de la fusión y refinación después de 15 años de ejecución de un plan de desarrollo continuo en distintas direcciones con una agresiva política de desarrollo, ante la complacencia y lamentable visión estratégica nacional, logrando a la fecha prácticamente el control total del negocio con TC/RC muy bajos que favorecen la venta de concentrados teniendo presente los costos en USD/t que exhiben nuestras fundiciones nacionales cercano a los 190-200 USD/t en promedio. Esto último pone más presión sobre las FuRes nacionales obligándolas a buscar vías de desarrollo disruptivas, con quiebres tecnológicos y una nueva mirada crítica, sin voluntarismo y mucha razonabilidad si pretenden subsistir en una compleja industria en la que la pérdida de Competitividad ha sido acelerada.

Durante la primera mitad del siglo XX, Chile fue pionero en el desarrollo y operación de Fundiciones de concentrado por décadas, sin embargo, a partir de los años 90 la competitividad comenzó a caer bruscamente ubicándose en los últimos cuartiles de productividad, costos y sustentabilidad ambiental junto a una clara caída de producción de cobre de Fundición pasando de 1560 Ktpa - 2010 a 1112 Ktpa – 2022, es decir, una caída de 28 % capturada por China en 15 años. Por otro lado, la producción de cobre Mina Nacional o cobre en concentrados proveniente de Minco ha crecido un 58 % en su participación a nivel mundial.

Basado en un primer análisis, el objetivo de esta propuesta de la Federación de Trabajadores del Cobre, es realizar una mirada estratégica y evaluar la factibilidad de potenciar el negocio FuRe, teniendo en consideración su estado actual o Caso Base, en coherencia con la Estrategia Nacional de Desarrollo de las Fundiciones - Refinerías Nacionales y revisar alternativas de Desarrollo que permitan su continuidad con Competitividad y Sustentabilidad.

## I. RESOLUCIONES 74° CONGRESO FEDERACIÓN DE TRABAJADORES DEL COBRE

La creciente demanda de cobre, sustentada en el cambio de matriz productiva a través de energías renovables y electro movilidad, sin considerar otros minerales estratégicos para el desarrollo de tecnologías, sumado a la pérdida de valor agregado asociado a los subproductos contenidos en los concentrados que se exportan y que son muy apreciados por la variedad y riqueza metalúrgica, se transforma en una oportunidad única para nuestro país. Sin embargo, ha mantenido y proyecta una baja participación en la producción mundial de cobre refinado, electro-refinado y electro-obtenido.

Por otra parte, se ha incrementado la exportación de concentrados, lo que hace a la minería nacional más dependiente de los mercados de fundición y refinación. Adicionalmente, la concentración en China de la capacidad de fundición y refinación y el poder de mercado que ello implica, constituye un alto riesgo y podría llegar a exponer a gran parte de la producción chilena, resultando evidente que el negocio de las fundiciones y refinaciones es estratégico para Chile y que es necesario definir una política de desarrollo que contemple aumentar y/o mantener su participación de mercado.

Agregamos a lo anterior, las nuevas exigencias medioambientales (aumento de primas de seguros y costos de transporte), las penalizaciones al procesamiento de concentrados complejos, todas variables que expondrán, en el corto y mediano plazo, a una pérdida de competitividad a la industria minera nacional. Todos los actores relevantes de la industria minera, incluidos el directorio de Codelco, CESCO, Voces Mineras y expertos del sector, coinciden con este planteamiento.

Para dar fortalezas a la empresa y modificar la matriz productiva del país, es necesario insistir en nuestra histórica demanda de agregación de valor a nuestras exportaciones. Por razones estratégicas Codelco debe fundir todos sus concentrados, para ello, es necesario que el Estado de Chile realice las inversiones requeridas para aumentar y modernizar sus capacidades, de tal forma que podamos, de manera sustentable medioambiental y productivamente, fundir todos nuestros concentrados.

### **Objetivo:**

Se hace urgentemente necesario ***fortalecer y aumentar la capacidad de FURE, consolidando la sustentabilidad ambiental, económica y social.***

Para ello, la Federación de Trabajadores del Cobre concentrará sus capacidades en consolidar una propuesta sindical de Fundición y Refinería, de manera de hacer rentable y competitivo el negocio FURE Codelco, que se sustenta en la imperiosa necesidad de mejorar la capacidad de fundición en Chile.

En el corto plazo, es fundamental examinar el estado del negocio de las Fundiciones de propiedad del Estado que persisten: Caletones, Potrerillos y Chuquicamata. Analizar las inversiones que requieren éstas para que puedan fortalecer y aumentar su capacidad en el corto plazo, así como los mejoramientos tecnológicos que permitan cumplir los nuevos estándares medioambientales, ya que sólo concentrarse en un megaproyecto de Fundición puede tardar más de 10 años, con todos los efectos adversos para la economía nacional.

A su vez, con un adecuado desarrollo y aprovechamiento de conocimientos, sinergias, capital humano y de infraestructura, permitirá a Codelco procesar un millón de toneladas adicionales de concentrado de cobre, con los beneficios que ello genera para el país.

Nuestro país requiere, ahora, la aplicación de una política de fundiciones. El tiempo para discutir el presente y futuro de las Fundiciones ya fue suficiente y no puede seguir postergándose esta decisión, ni menos desaprovechar la reputación y el sello distintivo del cobre refinado en Chile a través de Codelco.

**No renunciaremos a nuestro incansable propósito de defender las Fundiciones en manos del Estado y en permanente desarrollo, como un activo imprescindible y estratégico para sostener y desarrollar la industria minera, de manera que sea la base de la industrialización de nuestro país.**

## **II. OBJETIVOS ESTRATEGICOS DEL NEGOCIO FURE:**

Bajo la perspectiva de plantear alternativas de desarrollo y un crecimiento sustentable, surgen con claridad los siguientes “Objetivos Estratégicos”:

1. Asegurar avance en Productividad, Costos y Sustentabilidad del actual Caso Base potenciado – Cap. De Fusión 1,15 - 1,2 Mktpa, Costos de 180 - 200 USD/t y un claro avance en productividad.
2. Equilibrar capacidad de fusión con capacidad de refinación electrolítica equivalente a 2 - 2,5 Mt/año de concentrado fundido, lo anterior permitiría transformar a cátodos parte importante de la producción de Concentrado y Calcina distrital, minimizando los excedentes a ventas especialmente de Concentrados complejos alto arsénico de DCH.

Cabe destacar que este objetivo estratégico significa desarrollar un nuevo complejo de fundición “complementario”, idealmente dentro del Distrito Norte aprovechando la localización de la Refinería Electrolítica y otras plantas anexas, con una capacidad adicional a la actual de 1,35 - 1,50 Mt/año de concentrado fundido.

3. Asegurar Sustentabilidad con Competitividad a través de un cambio tecnológico en Fusión y Conversión unido a una fuerte componente de automatización que maximice la productividad, la recuperación metalúrgica, la captura de emisiones de SO<sub>2</sub>/As junto a la reducción de la huella de carbono.
4. Establecer un nuevo modelo de gestión de negocio participativo bajo el concepto de Unidad Autónoma que permita asegurar creación de valor y eficiencia para el dueño, el estado de Chile.

Para cumplir estos **“Objetivos Estratégicos”** será necesario establecer una estrategia clara y participativa desde el inicio, además de un plan de implementación realista pero exigente, que asegure cumplimiento.

Una de las principales condiciones del análisis corresponde a la disponibilidad de concentrado propio. De acuerdo con los planes de desarrollo distritales la disponibilidad de concentrado es una realidad para los próximos 25 años. Bajo estas condiciones entonces tiene sentido avanzar y evaluar el proyecto aprovechando FORTALEZAS y Ventajas Competitivas tales como: capacidad de Refinación, localización, manejo y tratamiento de impurezas, plantas anexas, infraestructura entre otras, pero también resolviendo importantes **“DEBILIDADES”** que permitan capturar las Oportunidades y disipar las Amenazas sin perder de vista el objetivo principal cual es: **“Transformar el Cobre del Concentrado y Calcinas en Cátodos Electrorefinados copando la capacidad de diseño de la Refinería, bajo condiciones Competitivas y Sustentables”**.

### **III. PROPUESTA SINDICAL FURES - CODELCO**

#### **REFINERÍA VENTANAS**

La Estrategia Nacional para el Fortalecimiento de la Capacidad de Fusión y Refinería señala que la promoción de transparencia y acceso a la información en una de las iniciativas importantes al hablar de la industria FURE en el contexto actual.

La entrega de información del desempeño ambiental de las fundiciones y de las faenas mineras se hará de acuerdo con el Estándar EITI (Extractive Industry Transparency Initiative). El gobierno de Chile ha comprometido su adhesión, Codelco como miembro de ICMM (International Council on Mining and Metals) es una de las empresas que apoyan e impulsan el Standard EITI.

La estrategia para las FURE señala que el estado **“promoverá”** el robustecimiento de la red integrada de monitoreo de calidad del aire y el acceso de la información en línea, además de seguir velando por aumentar los estándares de transparencia de la información.

La experiencia de Ventanas nos señala que el enfoque debe ser distinto ya que no basta con monitorear las emisiones de las FURES, sino que se debe establecer un monitoreo de las emisiones, distintas a las de las Fures, provenientes de fuentes aledañas a las Fures o de aquellas ubicadas en áreas alejadas de las Fures pero que por efecto de los vientos puedan impactar en alguna de las estaciones de la red.

La autoridad ambiental, “extrañamente”, señala que aún no identifica los contaminantes y la fuente emisora de estos. Decimos con mucha fuerza que no basta con la transparencia en la entrega de información a través de redes o medios digitales, sino que es crucial el trabajo directo con las comunidades de manera que sean arrastrados por la manipulación mediática o por la perversidad de quienes solo quieren ponerle precio a las emisiones o supuestas emisiones.

En Ventanas, reducido a Refinería, los trabajadores tienen claro el objetivo a alcanzar, también entienden que razones ajenas a la división impiden el desempeño de excelencia al que estaban acostumbrados en la Refinería.

El egreso de personal especializado, la reubicación de personal proveniente de otras áreas, la incorporación de jefaturas de poca experiencia práctica, confluyen en un escenario donde es fácil constatar que las opiniones de los más experimentados no son consideradas o sucumben ante teorías académicas muy alejadas de la operación real de la refinería.

Canales abiertos, procesos sencillos y ágiles, la eliminación de barreras burocráticas, el reconocimiento oportuno, la opinión recibida y considerada son parte de la receta que refuerza el compromiso y sentido de pertenencia a cualquier empresa.

### **Abastecimiento de Ánodos**

Legalmente se suprimió la obligación de CODELCO de mantener en Ventanas la capacidad de fusión y refinación para el tratamiento de los productos de ENAMI. El cuerpo legal establece que Codelco-Chile debe garantizar, sin restricción ni limitación alguna, el tratamiento de los productos de la pequeña y mediana minería que envíe la Empresa Nacional de Minería, en modalidad de maquila, u otra que acuerden las partes. Asimismo, Codelco-Chile deberá mantener la capacidad de recepción de dichos minerales y garantizar la materia prima y el flujo que permita el pleno funcionamiento de la Refinería en la División Ventanas.

La capacidad nominal de la Refinería Electrolítica de Ventanas es de 400.000 t, el cierre de la Fundición Ventanas y el cierre de la Fundición Paipote implicó de manera directa el cierre de un circuito y a establecer una meta de producción cercana a las 300.000 t. Las desviaciones del programa de producción de la División Teniente; también se han sumado al impacto negativo rebajando la meta anual que ha quedado establecida por debajo de las 300.000 t. El impacto de un flujo de abastecimiento irregular tiene una dimensión mayor ya

que implica pérdidas de eficiencia de corriente, mayor cantidad cortocircuitos, sobreesfuerzos de los operadores.

El compromiso que la Corporación asumió como una obligación legal, es el de garantizar el pleno funcionamiento de la refinería Ventanas y esto implica que el abastecimiento de ánodos debe permitir proyectar metas de 400.000 t. El cátodo de Ventanas está considerado entre los tres mejores a nivel mundial alcanzando una pureza de 99.99%.

Ventanas es una Refinería con certificación de calidad ISO 9001, con una calidad certificada por la Bolsa de Metales de Londres para su cátodo marca ENM y por lo tanto opta a los premios establecidos por su alta pureza química. Al igual que todas las Divisiones de Codelco obtuvo su certificación Copper Mark.

La alternativa de refinar, en Ventanas, los ánodos producidos en Potrerillos, es un paso más para dar cumplimiento a la obligación legal y también es una agregación de valor, ya que aumenta la producción de cátodos con opción de premios en la BML.

Con todas las certificaciones de la Refinería Ventanas, es una referencia que debe tomar en cuenta el Ministerio de Minería para el desarrollo del Sello de Calidad para el cobre refinado en Chile que impulsará, de acuerdo con lo señalado en la Estrategia Nacional para el Fortalecimiento de la Capacidad de Fundición y Refinería.

### **Equipos Críticos**

Los equipos críticos para el funcionamiento de la Refinería Electrolítica son la Máquina Despegadora de Láminas (MDL), la Máquina Preparadora de Ánodos (MPA), y la Máquina Fabricadora de Cátodos Iniciales (MFCI).

Las máquinas están tienen capacidad para atender la refinería a plena capacidad y para generar un pequeño delta de reserva. Todas las máquinas mantienen operadores experimentados y el impacto mayor del egreso de personal se ha presentado por el lado del personal de mantención.

Se suma a este hecho que criterios corporativos de manejo de bodegas impide contar con los repuestos de manera inmediata y en algunos casos la espera prolongada, de los mismos, provoca trastornos operacionales.

La Máquina Despegadora de Láminas (MDL) presenta un problema adicional; ya que, la instalación de la estación de lavado de láminas en el cabezal de una de las líneas ha provocado, implica las salpicaduras de condensado acidulado que ha provocado un gran deterioro de la estructura por corrosión. La solución siempre ha estado en conocimiento de los trabajadores y siempre se ha planteado a la jefatura, el lavado en las cubas habilitadas el efecto, permite llegar con los cátodos secos a la estación de alimentación de la máquina.

La Máquina Preparadora de Ánodos (MPA) nos debe asegurar la verticalidad y el fresado de orejas de los ánodos. Debido a los problemas de abastecimiento, se debe calibrar la máquina con parámetros menos restrictivos; pero esto implica el riesgo de contactos deficientes y/o aumento de los rechazos.

#### **Acuerdo Enami - Codelco**

El acuerdo de colaboración en materias técnicas, industriales, comerciales y de cualquier otra naturaleza, que permitan aumentar el valor de ambas empresas dentro de sus respectivos ámbitos de acción.

Los procesos de fundición y refinación deben tener un enfoque más allá del apoyo a los desarrollos individuales e intercambio de mejores prácticas operacionales.

El proyecto en el que trabaja Enami, independientemente de su opción tecnológica, nos pone en el escenario de una configuración de fundiciones, nueva en el país. El acuerdo debe permitir que profesionales jóvenes se integren al aprendizaje en cada una de las etapas del proyecto.

La Estrategia Nacional para el Fortalecimiento de la Capacidad de Fundición y Refinación, refleja el consenso de los principales actores del país en que, en el actual estado de polarización mundial, es un imperativo estratégico avanzar en la agregación de valor, en el país, para nuestros productos y subproductos.

Como empresas del Estado, Enami y Codelco tienen la obligación de colaborar y la única competencia que debe haber entre ambas es por la excelencia y la impecabilidad en todas sus operaciones como un incentivo al mejoramiento continuo y respetuoso con las comunidades y el medio ambiente. Cualquier inversión o modificación operacional que impacte en las capacidades de las instalaciones de alguna de las empresas, debe considerar el impacto que tiene en el balance de materiales conjunto y si se producen excedentes solo pueden ser puestos en el mercado cuando no exista la capacidad de procesamiento en ambas empresas.

La publicación de Cochilco de agosto de presente año señala que a nivel mundial existe capacidad ociosa en las fundiciones y que en Chile considerando solo la fusión de concentrados, la utilización es de un 65%. Aun así, se proyectan modernizaciones y construcción de más fundiciones, en Chile solo tenemos a la vista el proyecto de la nueva fundición de Paipote que no haría otra cosa que retrotraer el balance de fusión a la capacidad existente en el país cuando existían 7 fundiciones.

#### **Formación y Capacitación de Capital Humano para FURE**

La Estrategia Nacional para el Fortalecimiento de la Capacidad de Fundición y Refinación, señala que una comisión triministerial (Minería-Trabajo-Educación), liderada por el

Ministerio de Minería elaborarán, a través de una consultora, un Programa de Formación y Capacitación FURE.

Con optimismo, extremo, la carta Gantt señala que esta es una actividad que debería estar terminada en el primer trimestre del 2024. Al parecer basta con asignar el contrato a una consultora.

Este es un tema que debe ser abordado en el contexto del acuerdo Codelco-Enami, sin perder de vista que nos enfrentamos a una configuración distinta de fundiciones.

Operadores y profesionales para esta fundición serán requeridos en el mediano plazo, los conocimientos teóricos de pirometalurgia, supervisión y liderazgo, evaluación de riesgos, habilidades blandas, trabajo en equipo, uso y cuidado de EPP, uso de herramientas simples, uso de herramientas manuales, comunicaciones digitales, etc.

La formación de Operadores y profesionales para los trabajos de fundición y refinería, no pueden ser impartidas por académicos que no tengan una experiencia real en operaciones. La experiencia nos dice que cuando se ha optado por profesionales que solo conocen la academia, los trabajadores se desmotivan y señalan que terminaron enseñándole al “profe”.

Para operaciones, lo recomendable, por la duración de un proyecto, sería establecer un proceso de selección y reclutamiento con la anticipación suficiente de manera que la formación teórica finalice antes de la entrada en operación.

Los responsables de la formación y capacitación, los responsables de las áreas de salud ocupacional y de riesgos, y los representantes de los trabajadores deben participar de visitas técnicas a empresas donde estas configuraciones de fundiciones y refinерías estén en operaciones.

En el convenio Codelco-Enami habría que concordar la recolección y procesamiento de los elementos de cobre metálico (placas, moldes, chatarra etc.) que han quedado en sus instalaciones después del cierre de la fundición, no son la solución al problema, pero aportan; ya que, todo este cobre puede ser fundido en el horno de refino en operaciones hoy en Ventanas.

## **FUNDICION CALETONES**

En referencia a la situación actual fundición Caletones, de División El Teniente, obedece mayoritariamente a la restricción por captura de gases en planta de manejo de gases, ya que porque su diseño no alcanza a captar todos los gases producidos en la fundición. De esta manera, podrá cumplir holgadamente con Decreto 28.

Cabe precisar que esta planta y su capacidad fueron diseñadas de un solo contacto y fueron adquiridas de segunda mano y adaptadas a la estructura de la fundición como esquema productivo, pero no a la capacidad instalada de esta. Por lo tanto, el requerimiento real es obtener una **planta doble contacto**, con esto se aumenta capacidad de captura y procesamiento de gases incluido la mayoría de los gases fugitivos que se producen por proceso Fundición (alcanzar el 98%).

A lo anterior, se han ido sumando problemas estructurales de las instalaciones tanto de la nave fundición como de las plantas que son parte del proceso y otros factores, que sumados afectan al normal funcionamiento de la fundición, tales como:

- Caída pre- cámara de gases (1° semestre 2023)
- Mal tiempo (desorden en operación invierno)
- Contingencia mina (caída calles por movimiento telúrico)
- Alta frecuencia de detención camiones cate para mantenciones
- Fallas grúas convertidores
- Falta de concentrado en fundición (-53.444 ton- mes normal 4.200 ton diarias)
- Mantenciones fuera de plazos programados (hecho repetitivo en los últimos 10 años)
- Mantención de equipos críticos

## **FURE POTRERILLOS**

Aumentar la eficiencia técnica y económica de la Fundición y Refinería de Potrerillos, asegurando la continuidad operacional del proceso de fusión y con ello obtener el aumento de la disponibilidad anódica para abastecer de manera continua nuestra Refinería, y por sobre todo satisfacer las regulaciones ambientales, proteger la vida y la salud de los trabajadores.

### **Objetivos específicos:**

- Aumentar la capacidad de fusión de concentrados
- Mantener y aumentar la continuidad de la producción catódica de la Refinería
- Implementación de un sistema de mantenimiento robusto y eficiente
- Recuperación y mejoramiento de los activos e infraestructura
- Dar cumplimiento a las regulaciones ambientales actuales y futuras

### **Características Generales de la operación minera**

- Tipo de Yacimiento: Pórfido Cuprífero
- Tipo de Explotación (anterior): Subterránea (mina Inca) y Rajo abierto (campamento Antiguo y Damiana Norte)
- Productos: Cátodos electro refinados y electro obtenidos, concentrado de

- Cobre, Molibdeno, barro anódico y ácido sulfúrico
- Mineralogía de mena: Pirita – Bornita – Calcopirita – Calcosina
- Tipo de procesamiento: Hidrometalúrgico y Pirometalúrgico

### **Descripción básica**

- Nombre del Yacimiento: El Salvador
- Recurso: Cobre y Molibdeno
- Nombre de la Operación Minera: División Salvador
- Dueños de la Operación Minera: Codelco Chile
- Año de puesta en marcha: 1959
- Ubicación: Comuna Diego de Almagro, Provincia de Chañaral, Región de Atacama, Chile.

Las operaciones consideran:

- 1) Explotación minera (anterior), subterránea a través de Panel Caving y Block Caving y Rajo Abierto
- 2) Planta Concentradora
- 3) Planta de lixiviación
- 4) Fundición y Refinería en Potrerillos
- 5) El Puerto Barquito ubicado en la ciudad de Chañaral
- 6) Plan de desarrollo (en ejecución): Proyecto estructural Rajo Inca que permitirá alargar la vida útil en 47 años o más.

### **ANALISIS FODA**

#### **FORTALEZAS**

- Personal propio altamente capacitado y experimentado en procesos de Fusión y Electro refinación, con alto sentido de pertenencia y compromiso.
- Capacidad de la fundición para fundir todo el concentrado propio de El Salvador.
- Capacidad comprobada y mantenida en el tiempo para maquilar concentrados de distinta procedencia.
- Las características propias del concentrado propio, permite fundir cualquier tipo de concentrados adicionales.
- La ubicación de la Fundición de Potrerillos en el Distrito, se encuentra en un lugar estratégico por su localización y altura geográfica.
- La Refinería se encuentra inmediatamente al sur de la Fundición, cuya capacidad de diseño es de 137 ktfCu/año, obteniendo un cátodo electro refinado de la más alta calidad.
- Planta de ácido de doble contacto que puede captar concentrados con alto contenido de arsénico, y cumple con estándares del DS.28.

- Planta de Oxígeno con disponibilidad de oxígeno técnico de 550 tpd
- Planta de Flotación de Escorias con capacidad de tratamiento de 550 kton/año
- Ruta bioceánica que nos conecta con yacimiento de Litio, concentrados desde Argentina y yacimientos en la Región, con un puerto de embarque a dos horas de distancia.
- Buen relacionamiento con comunidades indígenas y entorno.

## **DEBILIDADES**

- Costos de operación en cuarto cuartil
- Bajo nivel de fusión por baja disponibilidad de equipos
- Altos costos de mantenimiento por la baja disponibilidad de equipos críticos
- Gestión deficiente en mantenimientos mayores y falta de fiscalización con terceros
- Gestión deficiente en contratos de empresas colaboradoras
- Gestión deficiente en la creación de las dotaciones técnicas
- Tercerización encubierta por contratos de servicios transitorios
- Baja recuperación metalúrgica por baja gestión en control de proceso y operaciones.
- Deficiencia en control de procesos, gestión metalúrgica.
- Maquinarias y equipos desactualizados en Refinería por baja inversión
- Bajo nivel de automatización y tecnología en Refinería
- Alto sobresfuerzo en manejo de carga manual y trabajos repetitivos en Refinería
- Baja claridad y conflictos del rol de la supervisión
- Bajo sentido de pertenencia de la supervisión
- Bajo nivel técnico de los profesionales (rol A), contrataciones sin experiencias, traslado de supervisores de otras divisiones con nivel bajo de desempeño.

## **OPORTUNIDADES**

- Consolidarse como la Fundición y Refinería estratégicas dentro de la corporación y el País.
- Utilizar la competitividad asociada a la localización de las instalaciones.
- Potenciar la especialización existente de los trabajadores en el tratamiento y fusión de concentrados sucios.
- Potenciar la capacidad de tratamiento y compra de escorias para tratarlas en planta de flotación.
- Utilizar la experiencia en los procesos y aprovechar la infraestructura para la instalación de horno para fundir cobre blíster para producir ánodos formato Refinería de Potrerillos.
- Distrito Potrerillos tiene un alto potencial de desarrollo por yacimientos existentes.

- Implementación del desarrollo de carrera según carrera funcionaria de los trabajadores, considerando además perfiles académicos de estudios superiores.
- Cumplir con la demanda de ácido sulfúrico a nivel nacional e internacional.
- Potenciar el desarrollo económico de la región, generando nuevos empleos y puestos de trabajo.

## **AMENAZAS**

- Disminución de la capacidad de tratamiento.
- No satisfacer las futuras exigencias ambientales.
- Pérdida de puestos de trabajo.
- Privatización.
- Generación de impacto negativo en el desarrollo económico de la región y el país.

## **ESTRATEGIAS DEL NEGOCIO FURE**

1. Asegurar el abastecimiento de concentrados a la Fundición, dando cumplimiento a los KPI operacionales (fusión, producción anódica, producción de ácido y cátodos electro refinados).
2. Utilizar las características del concentrado propio para potenciar el tratamiento de concentrados sucios y con ello alcanzar la competitividad del negocio.
3. Dar continuidad operacional a la Refinería electrolítica para que el producto final sea cátodos electro refinados de la mejor calidad en el mundo.
4. Potenciar el tratamiento de escorias para obtener concentrados de cobre en planta de flotación y finalmente terminar en cátodos electro refinados.
5. Recircular el cobre blíster fundiéndolo en nuevo horno para obtener ánodos y abastecer la Refinería de Potrerillos.
6. Aumentar la producción y venta de barro anódico desde la Refinería Electrolítica.

Estos objetivos permitirán mantener y aumentar la capacidad de tratamiento del complejo Potrerillos (Fundición-Refinería), utilizando las ventajas propias de la localización y de la cercanía del puerto de barquito, donde se requiere establecer una nueva estrategia del negocio, con una misión y visión que permita la creación del valor, alcanzando los estándares de competitividad del complejo Potrerillos entregando mayores utilidades al País.

## **MODELO DE GESTIÓN FURE**

El negocio FURE para permanecer en el tiempo debe alcanzar los estándares adecuados en competitividad, sustentabilidad y seguridad, y para ello se requiere el aumento de la tasa de fusión de concentrados, ser eficientes en el consumo energético y recursos naturales, dar cumplimiento a la exigencia ambiental en la captación eficiente de arsénico, anhídrido

sulfuroso y material particulado. Se requiere de inversión, automatización, la ejecución de un mantenimiento completamente internalizado y robusto que permita la disponibilidad de los equipos, además de una gestión en seguridad que controle eficazmente los riesgos y garantice la vida e integridad física de las personas.

## **FUNDICIÓN DE POTRERILLOS**

La Fundición de Potrerillos utilizaba antiguamente para fundir un horno reverbero, cuyas características eran altamente contaminantes, con un alto uso de combustible, materiales y mano de obra. En el cambio tecnológico efectuado en los años [2002-2005] permitió la utilización de un convertidor teniente y con ello se aumenta la capacidad de fusión de 520 a 680 ktms/año, satisfaciendo el plan de descontaminación y normativas ambientales de ese momento. De igual forma aumentó la recuperación metalúrgica global del proceso, pasando de 96% a 97,5%, indicador que se encuentra dentro de los estándares competitivos de las fundiciones.

La capacidad de diseño de la Fundición Potrerillos está definida para procesar un promedio de 2.000 t/día de concentrado durante 340 días/año, con lo cual se alcanza una capacidad anual de fusión de 680.000 toneladas por año.

### **Configuración y tecnología actual**

<b>Fusión</b>	<b>Conversión</b>	<b>Tratamiento de Escorias</b>	<b>Planta de Ácido</b>	<b>Secado de Concentrados</b>
Convertidor Teniente	Convertidores Peirce Smith	Flotación	Doble Contacto	Fluosólido

La producción anódica de la fundición es por medio de refinado a fuego y un sistema de moldeo compuesto por dos ruedas de moldeo. Actualmente la rueda de moldeo produce dos formatos de ánodos (Refinería de Potrerillos y Refinería Las Ventanas).

El moldeo de ánodos normalmente oscila entre las 60 a 70 tph de cobre anódico.

En la actualidad, la Fundición de Potrerillos ha estado operando al 100% como maquiladora de concentrados, debido a la ejecución del proyecto Rajo Inca que aún no está en operación y por ende, no tenemos concentrado propio, pero por diseño y según la producción de planta concentradora de El Salvador, el 50% de la capacidad instalada de la Fundición de Potrerillos se utilizaba para procesar el concentrado propio producido por la Mina-Concentradora de El Salvador, y el 50% restante se compone de concentrados proveniente de la corporación y externos.

La mineralogía del concentrado de El Salvador contiene: Pirita – Bornita – Calcopirita – Calcosina, pero es principalmente piritico y con muy bajo contenido de arsénico, el cual

permite realizar dosificaciones de la mezcla a fundir entregando condiciones exotérmicas favorables al proceso, requiriendo además un alto consumo de material circulante.

Dicho lo anterior, el concentrado Salvador es la base pirítica que ocuparía al menos el 50% de la dosificación de la mezcla total a fundir, y considerando la configuración actual, manteniendo las proporciones de las procedencias de los concentrados corporativos y externos, el abastecimiento de concentrado para la Fundición de Potrerillos no tendría riesgo de interrupción, y con ello lograría la continuidad operacional esperada y solo dependerá de la disponibilidad de equipos, la cual lo debe garantizar el sistema de mantenimiento robusto y eficiente.

## **CONCLUSIONES**

El complejo Potrerillos (Fundición-Refinería) para mejorar los principales KPI de operación y lograr con ello alcanzar los estándares competitivos de las Fundiciones y Refinerías modernas, se requiere aumentar la disponibilidad operativa de los procesos, y para ello se debe asegurar:

- 1) Dar cumplimiento a normativa medio ambiental vigente y futura.
- 2) Implementación del 100% del sistema operativo de mantenimiento robusto y eficiente.
- 3) Recuperación y mejoras de activos.
- 4) Asegurar el abastecimiento de concentrado.
- 5) Asegurar el abastecimiento del concentrado Salvador para fundir concentrados sucios en Potrerillos.
- 6) Mantener y aumentar la producción y la calidad del cátodo electro refinado de la Refinería de Potrerillos.
- 7) Asegurar la inversión y automatización necesaria para evitar la generación de enfermos profesionales.
- 8) Asegurar que el destino de las inversiones se utilice de manera eficiente.
- 9) Internalización de contratos externos que en su momento se realizaban con personal propio.
- 10) Gestionar eficientemente la prevención de riesgos que garantice la vida, la salud integral y la seguridad de los trabajadores.

La Fundición y la Refinería deberán demostrar efectividad operacional y alcanzar sus capacidades nominales, y con ello reducir sus costos operacionales directos y posicionarse como FURE competitiva, bajo condiciones de mercado.

La Fundición y Refinería de Potrerillos deberán asegurar la continuidad operacional y con ello demostrar la generación de valor económico, siendo completamente sustentable y con excelencia operacional. Asimismo, deberá considerar cada una de sus debilidades y utilizar la participación en cada uno de sus roles en la adecuación de las estrategias de negocio, que permitan situarse en la Fundición y Refinería estratégicas de la corporación y del País.

## **FUNDICIÓN Y REFINERÍA DIVISIÓN CHUQUICAMATA**

El objetivo es realizar una mirada estratégica y evaluar la factibilidad de potenciar el negocio FuRe DCH teniendo en consideración su estado actual o Caso Base, relación con la Estrategia Nacional de Desarrollo de las Fundiciones - Refinerías Nacionales y revisar alternativas de Desarrollo que permitan su continuidad con Competitividad y Sustentabilidad.

### **ANÁLISIS FODA**

#### **FORTALEZAS:**

- Disponibilidad de Concentrado y Calcinas dentro del Distrito Norte.
- Know How y Especialización de sus trabajadores en distintas operaciones unitarias del proceso FuRe para el tratamiento de concentrados alto arsénico.
- Localización de plantas anexas principales concentradas en Distrito Norte.
- Instalaciones existentes pueden ser reutilizadas y actualizadas para mejorar su rendimiento operacional con bajos costos de inversión relativos.
- Refinería Electrolítica con capacidad de 700-750 ktpa de cátodos electrorefinados AAA.
- Plantas de Acido diseñadas para el tratamiento de concentrados complejos alto en Arsénico.
- Planta de tratamiento de polvos y abatimiento de arsénico sustentable (Ecometales).
- Capacidad de limpieza de gases (PAS), suficiente y factible de potenciar, también diseñada para gases con alto contenido de arsénico (Venturi Scrubber).
- Disponibilidad de oxígeno técnico (1200 tpd), insumo fundamental para una fundición.
- Tecnología de fusión Flash de reconocida eficiencia y competitividad a nivel mundial con una capacidad potencial de 1,0 – 1,2 Mtpa de concentrado fundido.
- Planta de tratamiento de escorias.
- Configuración Operacional flexible capaz de adecuarse a otros modelos de negocio (ej: Fusión a Metal Blanco).
- DataRoom de información técnica a nivel de Factibilidad y Prefactibilidad sólido con diversas alternativas de desarrollo desde el año 2000 en adelante.
- DDSS capaces de lograr acuerdos y equilibrios en beneficio de Codelco y del país
- Trabajadores conocen el negocio integralmente, comprometidos y capaces de avanzar, aportar al desarrollo.
- Alta motivación y sentido de logro de sus trabajadores que debe ser aprovechado
- Trabajadores y DDSS en búsqueda de mayor Participación y colaboración para lograr lo mejor para Codelco y el país.
- Credibilidad de sus DDSS frente a los trabajadores.
- Trabajadores con alto sentido de pertenencia, pasión, claridad de propósito y perseverancia, orgullosos de pertenecer a Codelco.

- Existencia de acuerdos Estratégicos (Pacto Estratégico por Chile).

## **DEBILIDADES**

- Costos de cuarto cuartil.
- Bajo nivel de Productividad.
- Bajo nivel de Automatización y Digitalización de procesos.
- Proceso de conversión (P.S) y transporte de materiales fundidos batch, poco sustentable ambientalmente y de alto costo (Grúas Morgan).
- Emisión de Gases Fugitivos con contenidos de SO<sub>2</sub> y Arsénico.
- Procesos Batch con alto nivel de discontinuidad operacional y alto impacto de contaminación. No existen procesos continuos.
- Cuellos de botellas relevantes – Caldera Horno Flash, Grúas Morgan, etc.
- Gestión de Operaciones y Mantenimiento tercerizado con grandes brechas de eficiencia, calidad y productividad.
- Alto Costo Mano de obra y dotaciones de terceros por externalización de tareas a personas sin especialización.
- Altos Costos de Mantenimiento con baja disponibilidad de equipos críticos (Complejo Flash y PAS).
- Bajo nivel en la Gestión Metalúrgica y de Control de Procesos – Baja Recuperación Metalúrgica.
- Muy distante de la Excelencia Operacional de un complejo productivo de este nivel baja estandarización y altos niveles de fluctuación operacional.
- Distante del conocimiento y aplicación de nuevas herramientas de gestión y control, remotización, automatización, digitalización, monitoreo de condiciones, etc.
- Bajo arraigo de la línea de mando y líderes principales.
- Baja participación de su gente y relación laboral tensa.
- Baja capacidad de planificación con un mantenimiento principalmente correctivo.
- Objetivos Estratégicos poco claros y por ende una Estrategia dispersa desfocalizada, organización no sigue una estrategia de negocio clara – (FuRe integrada).
- No existe una estrategia de reemplazo y preparación de sus profesionales, capacitación dirigida para fortalecer su formación técnica y de gestión – management.
- Pérdida de Know how – un fundidor requiere años de formación en comparación con otras operaciones unitarias.
- Tercerización del mantenimiento sin especialización.

## **OPORTUNIDADES**

- Transformarse en el principal centro de fusión de concentrados complejos alto arsénico del Distrito Norte copando la capacidad de su Refinería 730-750 ktpa.

- Potenciar Know how y especialización en el Tratamiento de concentrados complejo, sucios, con alto contenido de arsénico, únicos en la minería nacional.
- Ser un área de excelencia y sustentable que fortalezca la cadena de valor del distrito.
- Aprovechar las ventajas competitivas asociadas a localización respecto de la producción de concentrado, disponibilidad de plantas anexas (PAS, Oxígeno, Ecometales, Refinería).
- Copar capacidad disponible la Refinería electrolítica y de esa forma ser más competitivos en costos y productividad.
- Aprovechar capacidad de producción de oxígeno técnico (1200 tpd) para aumentar fusión de concentrados complejos produciendo menores excedentes.
- Actualizar perfiles de cargo del estamento profesional y trabajadores con énfasis en otras líneas asociadas a la Excelencia Operacional, digitalización y operaciones sustentables de alto rendimiento.
- Aprovechar infraestructura vial existente para el transporte de materiales e insumos, capacidad de transmisión de Energía eléctrica, disponibilidad de agua.
- La Transición Energética y Electromovilidad aseguran demanda de cobre creciente a lo menos hasta el 2050.
- Demanda de ácido sulfúrico creciente – lixiviación de óxidos y sulfuros.

## **AMENAZAS**

- Desaparecer - Privatización.
- Perder puestos de trabajo.
- Perder apoyo y confianza del dueño.
- Pérdida de credibilidad.
- Incapacidad para salir de la actual posición y transformarse en una carga que resta valor.
- Profundizar pérdida de posición estratégica de las FuRes respecto de China.

## **OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL NEGOCIO FURE:**

Bajo la perspectiva de plantear alternativas de desarrollo y un crecimiento sustentable, surgen con claridad los siguientes “Objetivos Estratégicos”:

1. Asegurar avance en Productividad, Costos y Sustentabilidad del actual Caso Base potenciado – Cap. De Fusión 1,15 - 1,2 Mktpa, Costos de 180 - 200 USD/t y un claro avance en productividad.
2. Equilibrar capacidad de fusión con capacidad de refinación electrolítica equivalente a 2 - 2,5 Mt/año de concentrado fundido, lo anterior permitiría transformar a cátodos parte importante de la producción de Concentrado y Calcina distrital,

minimizando los excedentes a ventas especialmente de Concentrados complejos alto arsénico de DCH.

Cabe destacar que este objetivo estratégico significa desarrollar un nuevo complejo de fundición “complementario”, idealmente dentro del Distrito Norte aprovechando la localización de la Refinería Electrolítica y otras plantas anexas, con una capacidad adicional a la actual de 1,35 - 1,50 Mt/año de concentrado fundido.

3. Asegurar Sustentabilidad con Competitividad a través de un cambio tecnológico en Fusión y Conversión unido a una fuerte componente de automatización que maximice la productividad, la recuperación metalúrgica, la captura de emisiones de SO<sub>2</sub>/As junto a la reducción de la huella de carbono.
4. Establecer un nuevo modelo de gestión de negocio participativo bajo el concepto de Unidad Autónoma que permita asegurar creación de valor y eficiencia para el dueño, el estado de Chile.

Para cumplir estos **Objetivos Estratégicos** será necesario establecer una estrategia clara y participativa desde el inicio, además de un plan de implementación realista pero exigente, que asegure cumplimiento.

Una de las principales condiciones del análisis corresponde a la disponibilidad de concentrado propio. De acuerdo con los planes de desarrollo distritales la disponibilidad de concentrado es una realidad para los próximos 25 años.

Bajo estas condiciones entonces tiene sentido avanzar y evaluar el proyecto aprovechando FORTALEZAS y Ventajas Competitivas tales como: capacidad de Refinación, localización, manejo y tratamiento de impurezas, plantas anexas, infraestructura entre otras, pero también resolviendo importantes “DEBILIDADES” que permitan capturar las Oportunidades y disipar las Amenazas sin perder de vista el objetivo principal cual es: **“Transformar el Cobre del Concentrado y Calcinas en Cátodos Electrorefinados copando la capacidad de diseño de la Refinería, bajo condiciones Competitivas y Sustentables”**.

## **MODELO DE GESTIÓN**

Los procesos FuRe para permanecer en la industria, deben asegurar Sustentabilidad con Competitividad, cumpliendo exigentes normas lo que las ha obligado a reconfigurarse y gestionarse de una forma diferente en base a un fuerte desarrollo tecnológico y “Nuevos Modelos de Gestión” caracterizados por: altas tasas de tratamiento de concentrados, 1-1,4 Mt de concentrado fundido por año en una sola unidad de fusión , implementación de procesos continuos versus batch, menor consumo energético y agua, limpieza de gases metalúrgicos y riles (Gestión de Residuos), estricto control de emisiones de SO<sub>2</sub>, As, polvos y Huella de Carbón, altos niveles de automatización y digitalización de operaciones IA, Continuidad de Marcha , Recirculación de Scrap y Economía Circular, con una estricta

Planificación y Ejecución del Mantenimiento internalizado o propio, para asegurar la disponibilidad de sus equipos, control de Riegos que garantice la seguridad de las personas e instalaciones y finalmente una fuerte componente ESG (ambiente, comunidades y Gobernanza), sustentado en la Excelencia Operacional con Sustentabilidad.

A continuación, se presentan las principales variables de un “Nuevo Modelo de Negocios”, no solo válido para las Fundiciones – Refinerías, sino que en general para cualquier negocio productivo que requiere asegurar Sustentabilidad con Excelencia Operacional.

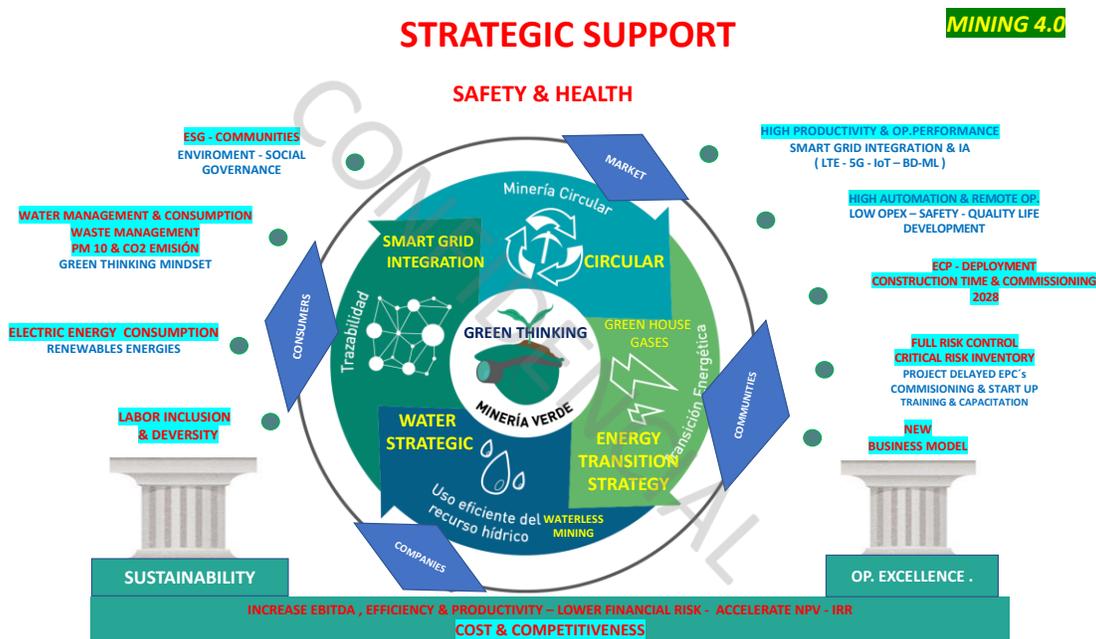


Figura N°7: Nuevo Modelo de Gestión - Sustentabilidad y Excelencia Operacional

El desarrollo de un nuevo proyecto de Fundición – Refinería bajo las actuales condiciones de la industria deberá considerar todas las variables presentadas en lámina anterior, tanto en los estudios de “Conceptualización – Prefactibilidad” como en la Factibilidad para asegurar un desarrollo sustentable y competitivo. También deberán considerarse otras variables de carácter estratégico como son: posicionamiento de mercado, desarrollo infraestructura, desarrollo país, impactos sociales y tecnológicos.

La infraestructura que rodea un centro productivo de Fundición – Refinería de Chuquicamata, es una importante ventaja competitiva al igual que la disponibilidad de agua, energía eléctrica, vías de transporte, cercanía a la Refinería Electrolítica y puertos de embarque. Bajo esa perspectiva avanzar en la cadena de valor y asegurar la producción de cátodos grado A - electro refinados versus la venta de concentrados es estratégico para el negocio minero, pero a costos competitivos y con sustentabilidad.

En ese sentido el Distrito Norte posee ventajas competitivas y características únicas que deben aprovecharse para asegurar mayor competitividad y sustentabilidad ambiental a través de un plan de desarrollo coherente que asegure disponibilidad de concentrados y calcinas, disruptivo, innovador y participativo cuyo principal objetivo deberá ser **“maximizar la producción de cátodos de cobre electro refinados copando la capacidad de diseño de la Refinería”** , idealmente sin generación de excedentes de concentrados - calcinas, asegurando el uso eficiente de sus actuales activos y capacidades de producción sustentado en el know-how y compromiso de sus trabajadores, utilizando tecnologías limpias y un nuevo modelo de negocio que genere valor y desarrollo transversal.

Desde una mirada operacional, nuestra FuRe inserta en la cadena de valor del complejo productivo, caso del Distrito Norte, debe asegurar continuidad operacional y no transformarse en un “cuello de botella” que finalmente afecta a toda la línea de producción del distrito. Por otro lado, desde una mirada de “Gestión de Negocio”, debe asumirse como una **“Unidad Autónoma”** que demuestre generación de valor económico con Sustentabilidad y Excelencia Operacional - Eficiencia, de lo contrario no será competitiva bajo condiciones de mercado reales.

El caso en análisis corresponde al complejo FuRe existente en el Distrito Norte, cuya capacidad actual no es capaz de equilibrar la capacidad de la Refinería aguas abajo como tampoco procesar todo el concentrado y calcina producidas en el distrito transformándose en un “cuello de botella” que sobre carga el costo de producción final del complejo productivo por subutilización y baja Disponibilidad de sus instalaciones (FuCo) y estar por debajo de las capacidades nominales de diseño.

Lo anterior hace que sus principales KPI presenten una fuerte caída y fluctuación y sus costos sobrepasen los límites razonables (USD230 \$/ton), condición que produce la necesidad de vender concentrados “sucios” con las pérdidas asociadas, además de requerir una logística importante para equilibrar complejas capacidades de almacenamiento y transporte.

#### **PRINCIPALES FACTORES DE RIESGO:**

- Los principales riesgos están en relación directa con las “Debilidades” las que deben ser asumidas, reconocidas y gestionadas oportunamente para ser transformadas en Oportunidades.
- No desarrollar un buen Diseño y correcta Planificación del Plan Estratégico sólido, responsable y realista.
- Desatender las DEBILIDADES y asumir que no requieren solución para avanzar
- Bajo Nivel de Adherencia y Alineamiento de la organización al Plan Estratégico definido.
- No tener capacidad para formar y seleccionar un equipo de proyecto con sólidos conocimientos en Fundición, pero también con experiencia, tanto operacional como de mantenimiento y Gestión del negocio Fundición – Refinerías.

- Seguir aplicando estrategias de “parche” para reducir costos en partes fundamentales del proyecto, debe primar la práctica de “Hoja en Blanco”, con racionalidad sin voluntarismo y con bancabilidad probada.
- Falta de Alineamiento y Visión compartida de lo que significa este gran desafío, no se puede fallar y menos fracasar.
- Las Interferencias de un proyecto Brownfield requieren de una planificación integrada y participativa.
- Confusión de Roles, el cliente principal es Codelco DCH, el proyecto no es para satisfacer intereses personales o de trabajadores de un área en particular.
- Capacidades de Fusión entre 1 - 1,4 Mt /año de concentrado fundido son estándares exigentes, pero ya alcanzados por otros complejos a nivel mundial con sólo una unidad de fusión de la misma tecnología que dispone actualmente DCH – “Flash Smelting Technology”, sin embargo, desarrollos de esta magnitud deben ser graduales y por etapas, en este caso primero hay que cumplir el plan actual de 1.150 ktpa de concentrado fundido.
- Un proyecto de estas características no sólo debe ser robusto en su diseño e Ingeniería, sino que principalmente establecer con anticipación los equipos y selección de profesionales, operadores / mantenedores de reconocido expertiz, compromiso y capacidad técnica. El principal riesgo es repetir errores anteriores asumiendo que las personas están preparadas y debidamente entrenadas para enfrentar un desafío de esta magnitud.
- El liderazgo de un Plan Estratégico de estas características debe ser ejercido por un profesional de reconocida experiencia en FuRe, conocimiento operacional y de los fundamentos de las tecnologías de Fusión (Flash Smelting), sólidas capacidades técnicas, manejo de proyectos y capacidad para liderar equipos de trabajo multidisciplinarios.
- Insistir en modelos de negocio tradicionales que han frenado desarrollos y demostrado su ineficiencia.
- El negocio FuRe no puede seguir subvencionado por otros procesos de la cadena de valor, FuRe debe gestionarse como una unidad de negocio autónoma y demostrar competitividad a condiciones de mercado.
- No entender la necesidad imperiosa de enfrentar el cambio generacional que implica un desafío de estas características y mantener perfiles profesionales agotados y desactualizados.
- Desaprovechar las oportunidades de la transición energética para reducir costos y asegurar una mayor sustentabilidad.
- Tercerizar tareas Estratégicas del Negocio FuRe.

En una mirada país, el impacto del cierre de la Fundición de Ventanas no es menor, toda vez que su capacidad de fusión finalmente se traducirá en excedentes de concentrado que requerirán de un nuevo complejo FuRe. Por lo mismo la estrategia de desarrollo del Distrito Norte se relaciona directamente con esta “problemática”, por tanto, es necesario actualizar los estudios disponibles y desarrollar los “trade off” necesarios para alcanzar la mejor decisión, dado los niveles de inversión requeridos debiendo explorar distintas opciones de

“Modelos de Negocios”. Cabe destacar que proyectos FuRe de estas magnitudes podrían tomar entre 5-7 años para su implementación, tiempos posibles de mejorar a través de una estrategia agresiva con sentido de urgencia y compromiso.

En resumen, el plan de desarrollo FuRe de DCH es estratégico, despeja en buena medida la ecuación país respecto a esta materia y establece los pasos a seguir que deberán acelerarse ya que la “bonanza” del cobre se estima debería extenderse hasta el 2040-2050 producto de la transición energética mundial que demandará más cobre de alta pureza.

Finalmente, nuestros concentrados de cobre deben sustentar preferentemente desarrollos internos a nivel país, teniendo presente los efectos sociales, en infraestructura, tecnológicos y desarrollos en distintas direcciones que produce avanzar en la cadena de valor y producir cátodos electro refinados como producto final, junto con establecer una importante ventaja competitiva al tener una cartera de productos más metálica de alta pureza - cobre catódico versus concentrados, sin embargo, se debe asegurar Competitividad y Sustentabilidad.

China es un Referente, pero nuestro propósito no debe ser igualar sus costos, son otros modelos de negocio, otros costos de mano de obra y energía, subvenciones especiales a la industria, etc. Chile debe ser competitivo dentro del mercado equivalente y generar valor, crecimiento y desarrollo para aportar al PIB nacional. **El potenciamiento del Complejo FuRe de Chuquicamata apunta en esta dirección al maximizar la producción de cátodos de cobre desarrollando su cadena de valor e impactando distintas direcciones como es: logística, ciencia y tecnología, capacitación, innovación, recuperación de metales preciosos (Au, Ag, Va, Ti, etc.), producción de ácido sulfúricos por nombrar solo algunos impactos.**

## **ALTERNATIVAS DE DESARROLLO**

Una “conceptualización” profunda y robusta para el desarrollo y mejoramiento de competitividad del negocio FuRe DCH es condición “sine qua non” para avanzar con solidez hacia el cumplimiento de los “**Objetivos Estratégicos**” planteados como también asegurar el suministro de concentrados para alimentar a una Fundición.

En los años 2000, FuRe DCN realizó distintos estudios conceptuales para alcanzar niveles de fusión de 2.0 millones de toneladas y de esa forma equilibrar la capacidad de refinación proyectada con el proyecto “Cambio Tecnológico Refinería de DCH “, 700 - 750 ktpa” de producción de cátodos. Lamentablemente no se logró consensuar las estrategias de desarrollo en forma conjunta como tampoco la aprobación de recursos de inversión para avanzar en las líneas estudiadas dejando la fundición ajustada a una capacidad de fusión de 1,0 - 1,2 Mtpa de concentrado fundido equivalente a 300 - 350 ktpa de ánodos propios DCH para una capacidad de refinación instalada de 700 - 750 ktpa, asumiendo que la capacidad excedente de Refinación debería ser completada con ánodos externos.

En definitiva, esta decisión ha generado un gran desequilibrio entre la capacidad de fusión versus la capacidad de refinación electrolítica, dado los bajos niveles de fusión alcanzados por la fundición de concentrado por causas asociadas principalmente a la disponibilidad de sus equipos críticos del área de fusión y Plantas de Acido, entre otras causas básicas.

El año 2010 se conceptualizó una línea de desarrollo para alcanzar 1,2 - 1,4 Mtpa de fusión de “concentrados complejos” con alto Arsénico provenientes de la mina Chuquicamata en modo mezcla con 400 ktpa de Calcinas DMH para dar cumplimiento a las nuevas restricciones ambientales y mejorar la competitividad del negocio a través de una reestructuración importante. Esta alternativa implicó la detención del Convertidor Teniente y equipos anexos estableciendo un modo de operación “single” con una sola unidad de fusión, Horno Flash y equipos anexos con conversión tradicional en convertidores Pierce Smith junto a un “upgrade” de las plantas de ácido, área de secado de concentrado y sistema de moldeo, entre otras.

El objetivo principal de este proyecto fue asegurar la sustentabilidad ambiental y mejorar en parte la competitividad de la Fundición para contrarrestar los altos costos operacionales, la Productividad, avanzar respecto de los bajos niveles de automatización y realizar los ajustes dotacionales necesarios por discontinuidad de algunas operaciones unitarias.

El escenario actual ha cambiado mucho para la industria FuRe, tanto a nivel nacional como mundial , también sus estrategias y términos económicos TC/RC (Treatment & Refining Charge), en donde el liderazgo que alguna vez fue de Chile se ha perdido completamente y hoy la industria es liderada por China producto de la aplicación de una estrategia muy agresiva, lamentablemente unido a una equivocada visión estratégica nacional que cedió su lugar privilegiando los proyectos Minco con baja reinversión en sus propias FuRes sin visualizar que en las próximas décadas 2020-2050, la transición energética asociada al cambio climático sería el principal impulso a la producción de cobre refinado por sobre la venta de concentrados.

En definitiva, Chile desatendió sus FuRes con contadas excepciones, transformándose en operaciones que producen pérdidas de valor para el negocio al carecer de recursos y planes de desarrollo competitivos y de diseño robusto, oportunos, disruptivos, con énfasis en cambios o quiebres tecnológicos para asegurar sustentabilidad ambiental con productividad. La mejor demostración de esta falla estratégica se consolida finalmente con el inicio de la detención de las operaciones de la Fundición de Ventanas mayo 2023 en respuesta a su impacto medio ambiental sobre zonas pobladas produciendo por cierto un avance y compromiso ambiental destacable, pero revelando una tremenda incapacidad de gestión estratégica, visión, desarrollo, anticipación, planificación y desarrollo de planes de negocio que aseguraran sostenibilidad, competitividad y sustentabilidad.

Esto último debe producir una reacción urgente en nuestras autoridades políticas, estamentos técnicos, dirigentes y líderes de opinión de lo contrario estaremos destinados a repetir el “modelo Ventanas” en otras fundiciones que operan en condiciones de tercer-

cuarto cuartil en costos, productividad y rendimiento medio ambiental distanciándose de la producción “Verde” que debe inspirar nuestros modelos de desarrollo, pero sin destrucción de valor sino que con competitividad en una industria estrecha y cada vez con más exigencias medioambientales.

En la figura N°7, se presenta un modelo de “Producción Verde”, sustentado en la Excelencia Operacional con Sustentabilidad, el cual debería regir los próximos desarrollos de la industria en general.

Teniendo en consideración los aspectos descritos anteriormente, en particular para el caso FuRe de Chuquicamata, han existido distintos modelos conceptuales de desarrollo por lo cual hoy es necesario revisar, actualizar y consensuar definitivamente para poder avanzar hacia las etapas de Factibilidad, estableciendo una clara Gobernanza con equipos técnicos y liderazgos de excelencia como también con participación estratégica desde sus inicios que permitan finalmente concretar el proyecto y cumplir los “Objetivos Estratégicos” predefinidos.

La configuración operacional que se presenta en la figura N°8, constituye la situación base (Caso Base) para la Fundición y sobre este escenario deben proyectarse distintas alternativas de desarrollo que permitan alcanzar los “Objetivos Estratégicos” planteados en el pto 4 , como también realizar los estudios de Ingeniería de Prefactibilidad PF y “Trade off” con una acuciosa conceptualización que permita el aprovechamiento óptimo de equipos e instalaciones, facilities, teniendo en consideración las ventajas competitivas que ofrece las Fundición de Chuquicamata para reducir los costos de Inversión del potenciamiento (Capex), nuevo “modelo de negocio” que defina nuevos roles y misiones que garanticen la competitividad del complejo FuRe dentro de la industria con Sustentabilidad, Costos (Opex) competitivos, Productividad y Excelencia Operacional.

## CASO BASE:

### NUEVO ESQUEMA OPERACIONAL. NORMA DE EMISIÓN FUNDICIONES DE COBRE

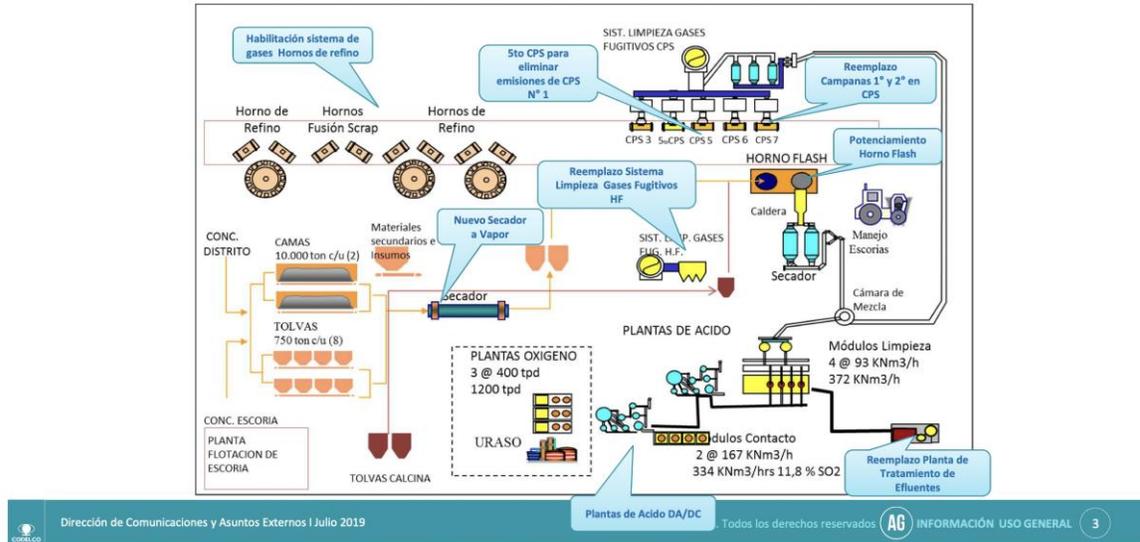


Figura N°8: CASO BASE: Flowsheet Operacional Fundición DCH –1.150 ktpa de conc.

El desafío es mayor, sin embargo, absolutamente abordable, pero con Pasión, Claridad de Propósito, Perseverancia y sentido de “urgencia”, planificación de excelencia, responsable y sin voluntarismos, con quiebres tecnológicos profundos, un nuevo modelo de negocio y gestión, nuevos liderazgos a la altura del desafío, perfiles profesionales adhoc, capacitación, alineamiento, sentido de pertenencia y con “Participación” por nombrar algunas de los más importantes. Estos componentes son imperativos para alcanzar la transformación en forma exitosa y alcanzar el aporte y desarrollo que Chile espera y necesita de esta industria.

En la tabla de “**Alternativas Recomendadas**”, se presentan tres escenarios posibles de desarrollar para alcanzar el objetivo de copar la capacidad de refinación con distintos niveles de fusión entre 2.000 a 2.350 tpa de concentrado y calcinas, niveles de recuperación y captura de emisiones de azufre y arsénico, con y sin conversión tradicional en convertidores PS, basado principalmente en tecnología Flash Smelting/Flash Converting y estimación de Capex.

Desde una mirada conceptual, el diseño que se comparte a continuación Fig N°9, es una de las alternativas que cumple los requisitos necesarios para alcanzar los objetivos planteados incluyendo un cambio tecnológico importantes (Conversión Continua), nuevo modelo de negocio, redefinición de roles, aseguramiento de Sustentabilidad ambiental y excelencia Operacional del proceso FuRe para alcanzar la Competitividad exigida.

## RESUMEN ALTERNATIVAS DE DESARROLLO

Tabla de Alternativas Recomendadas:

1A					CONC.FU TPA	AC.SULF TPA	KtCuN/año	CAPEX FuCo MUSD	Captura S/As	% R	
SMELTER 1	HF1.0	SIN CPS			PAS	1120000	1070160	284200	-	96	87,5
FSF + (NFSF+FCF)	NEW SMELTER	HF 1.2	FCF + RMT		PAS	1120000	1098029	316680	1500/2000	98,5	97,5
					2240000	2168189	600880	1500-2000	97,3	92,50	
					scrap		114167				
					total moldeado		715047				
1B					CONC.FU TPA	AC.SULF TPA	KtCu/año	CAPEX	Captura S/As	% R	
SMELTER 1	HF 1.2 (65%)	CT2 0,8 (70%)	SIN CPS		PAS	2000000	1791563	507500	1000 - 1500	95	87,5
FSF+CT2+FCF			FCF + RMT		PAS	2000000	1791563	507500	1000 - 1500	95	87,5
					scrap		96425				
					total moldeado		603925				
1C					CONC.FU TPA	AC.SULF TPA	KtCuN/año	CAPEX FuCo MUSD	Captura S/As	% R	
SMELTER 1	HF1.15	( 3 CPS + RM)			PAS	1150000	972918	291813	-	95	87,5
(FSF+CPS)+(NFSF+FCF)	NEW SMELTER	HF 1.2	FCF + RMT		PAS	1200000	1074938	339300	1500/2000	98,5	97,5
					2350000	2047855	631113	1500-2000	96,8	92,61	
					scrap		119911				
					total moldeado		751024				
1D					CONC.FU TPA	AC.SULF TPA	KtCuN/año	CAPEX FuCo MUSD	Captura S/As	% R	
SMELTER 1	FSF	CPS			PAS	1120000	1070160	284200	-	96	87,5
(FSF+CPS)+(SBF+MTC)	NEW SMELTER	SBF	MTC+AF		PAS	1350000	1209305	381713	1300-1800	99,6	97,6
					2470000		665913				
					Scrap		126523				
					total moldeado		792436				

FSF: Horno Flash Existente 1.150 tpa

NFSF: Nuevo Horno Flash 1.120 – 1.200 tpa

CT2: Convertidor Teniente Potenciado a 850 ktpa a Metal Blanco

CPS: Conversión tradicional en PS (Caso Base)

FCF: Horno de Conversión Continua Flash Converting

SBF: Horno de Fundición en horno de soplado lateral

MTC: Conversión de soplado superior multilanza

La sensibilidad de estas alternativas pasa por la selección de las tecnologías de Fusión – Conversión Continua y su impacto en el Capex del proyecto, como también su “Bancabilidad” para los niveles de Fusión- Conversión definidos.

La Figura N°9 presenta el típico Flowsheet y configuración operacional del proceso continuo de producción de Cátodos mediante la FUSION de “concentrados complejos” en HORNO FLASH + CONVERSIÓN FLASH. Esta configuración actualmente puede alcanzar 600 ktpa de producción de cátodos (New “Manyar Smelter” - Freeport 2018 -2024 – Indonesia).

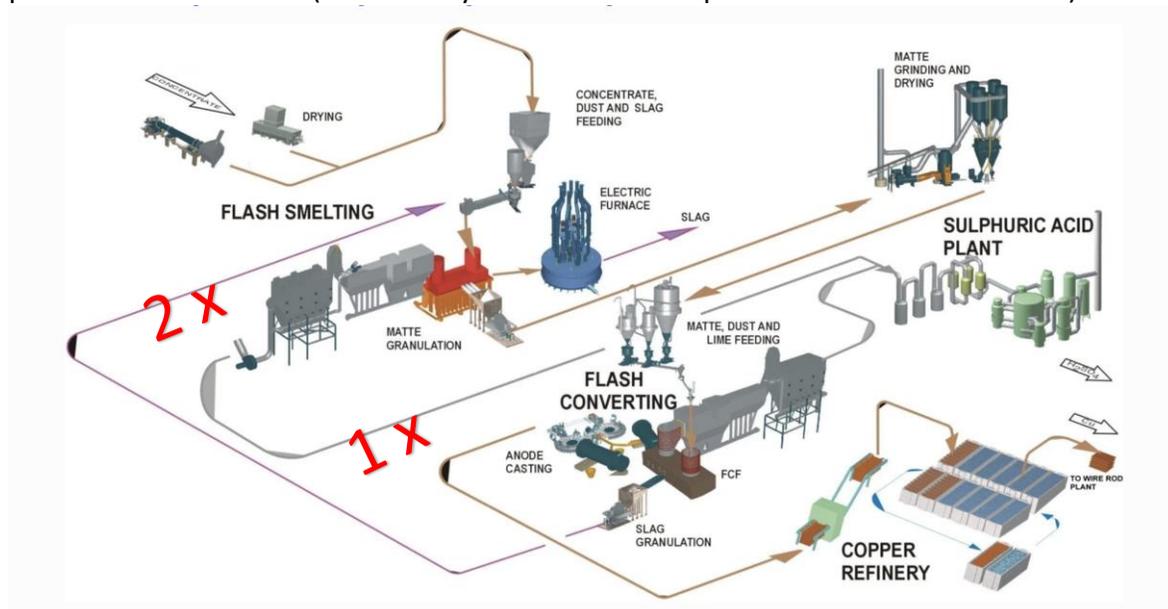


Figura N°9: Alternativa de Desarrollo Vía Fundición Continua Tecnología FSF-FCF

Este proceso continuo, se sustenta en tecnologías bancables y probadas con años de desarrollo introduciendo además procesos de Conversión Continua - Flash Converting FCF (no contaminantes), estaciones de granallado con secado y molienda de Eje/M. Blanco como nuevas operaciones unitarias. Todas las otras operaciones unitarias se desarrollan actualmente en Chuquicamata.

La conceptualización de un nuevo modelo de negocio focaliza a la fundición preferentemente en la fusión de concentrados complejos entre 2,0 - 2,35 Mtpa de concentrado y Calcinas en dos unidades de fusión, con conversión tradicional PS y Conversión Continua Flash Converting, a saber:

- 1A: FSF + NFSF + FCF – 2.120 ktpa Conc - 713,33 ktpa Cátodos**
- 1B: FSF + CT2 + FCF – 2.000 ktpa conc - 638,42 ktpa Cátodos**
- 1C: FSF + CPS + NFSF + FCF – 2.350 ktpa conc - 751,02 ktpa Cátodos**
- (Caso Nerin) 1D: (FSF+CPS)+ (SBF+MTC) - 2.470 ktpa conc - 792,44 ktpa Cátodos**

FSF: Horno Flash Existente 1.150 tpa  
NFSF: Nuevo Horno Flash 1.120 – 1.200 tpa  
CT2: Convertidor Teniente Potenciado a 850 ktpa a Metal Blanco  
CPS: Conversión Tradicional en PS (Caso Base)  
FCF: Horno de Conversión Continua Flash Converting  
SBF: Horno de Fundición en horno de soplado lateral  
MTC: Conversión de soplado superior multilanza

La alternativa 1D, aparece con mayor “Potencial y Eficiencia”, manteniendo el caso base actual de 1.150 ktpa más un nuevo complejo de fusión con la última tecnología utilizada actualmente en China y el mundo, que considera una Fusión con horno de soplado lateral – la llamada conversión de soplado superior multilanza (FCF) con nuevos equipos de refinación y moldeo en rueda Twin y producción directa de ánodos para alimentar la refinera electrolítica en forma conjunta y de esa forma alcanzar una producción total de aprox. 666 ktpa de cobre nuevo, 127 ktpa de fusión de scrap y una producción de cobre moldeado total de 792 ktpa.

Según los datos estadísticos en China, la inversión de SBF+MTC (alternativa 1D) es un 10% a 15% menos Capex respecto de la opción doble flash. Además, es una solución con los mejores estándares ambientales probada en el mundo, que propone una captura de S/As de 99,6% y una recuperación de 97,6%.

Lo ideal sería construir este nuevo complejo conversión de soplado superior multilanza es adyacente a la refinera por las ventajas y ahorros en transporte de materiales, insumos, materias primas, ánodos, etc. Por cierto, esta configuración operacional es una de las alternativas de desarrollo que tendrá que evaluarse frente a otras potenciales 1C, 1B y 1A, sin embargo, todo indica que la alternativa 1D debería ser la más adecuada en perfecta sintonía con los Objetivos Estratégicos planteados en el pto. 4, aprovechando además las “Ventajas Competitivas y Fortalezas” (FODA Pto. 3) de la FuRe.

Preliminarmente, se estima que el costo de inversión de las alternativas debería fluctuar entre debería fluctuar entre 1000 a 2000 MUSD (Capex Estimado), sin incluir Refinería, pero incluyendo planta de Barros Anódicos y costos de Ingenierías y construcción. Por otro lado, el tiempo en desarrollar y construir este proyecto debería fluctuar alrededor de 5-7 años a partir del inicio de la Ingeniería de Prefactibilidad, Factibilidad, Detalle, adquisición de Equipos y Construcción.

## **ROL DEL MANTENIMIENTO**

La disciplina de Mantenimiento es una de las variables principales en cualquier escenario futuro de la FuRe. Desde hace años Codelco ha ido implementando mejoramiento y nuevos modelos de mantenimiento especialmente en los proyectos nuevos “GreenField”, para ir recorriendo el camino hacia la Confiabilidad”, no obstante, en el caso de FuRe el

Mantenimiento no ha tenido un desarrollo a la altura de los nuevos desafíos primando aun viejas prácticas muy centradas en el mantenimiento correctivo con baja planificación.

## Antecedentes: Camino a la Confiabilidad. ¿Cómo hacer que un proyecto parta con un performance superior?

### Mantenimiento Clase Mundial

- **Gestión de Activos:** Planificación integrada de la Mina a la Fundición.
- **Mantenimiento Temprano:** En el ciclo completo desde el diseño, construcción y operaciones hasta al final de la vida útil de los equipos
- **Entrenamiento, certificación y control:** A todo el personal.
- **Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.**
- **Disciplina operacional:**  
Información y datos confiables  
KPIs claros y conocidos .  
Administración de terceros con contratos robustos  
Procesos de mejoramiento continuo  
Modelo de Governance con Estándares, Reportes y Auditorias.



Figura N°10: “Camino hacia la Confiabilidad - Excelencia”

La Mantención Proactiva (Anticipativa), es la combinación del Mantenimiento Predictivo + Preventivo y en este contexto el “Monitoreo de Condiciones” (MONCON), permite predecir y prevenir eventos que, de no ser detectados, terminarán en una falla grave ocasionando pérdidas económicas y de producción importantes. Adicionalmente, la medición e implementación de KPI de Fluctuación (Fluctuation KPI), permite medir el grado de control de una planta que suele ser muy alto 15-20 % en aquellas operaciones que presentan problemas en la planificación y modelo de gestión del mantenimiento. Por supuesto, fluctuaciones de este orden impiden cualquier esfuerzo de Digitalización – Remotización de operaciones y obviamente el cumplimiento de los Planes producción.

La evolución ha sido muy rápida y los modelos de mantenimiento actualmente son integrados entre Operación, Mantenimiento y el “Monitoreo de Condiciones MONCON”, de manera tal que el seguimiento y control de las variables principales de proceso se relacionan directamente con variables críticas del mantenimiento. El objetivo principal es la “Continuidad de Marcha” y evitar fallas fatales que produzcan complejas discontinuidades de producción y altas pérdidas económicas. No obstante, el elemento principal sigue siendo el diseño, desarrollo y cumplimiento del “Master Plan” y su nivel de Adherencia (Kpi Adherencia) que en definitiva permite medir la real aplicación del Master Plan diseñado para la Planta en cuestión.

En la actualidad, se han sumado nuevas prácticas al concepto de “integración Operación-Mantenimiento”, una de esas herramientas es C+ que busca la participación Botton – Up de los trabajadores, especialistas, privilegiando el trabajo en equipo por sobre la individualidad, fin de los “Iluminados”. Lo anterior se operativiza en nuevas y mejores prácticas que han demostrado su eficiencia como son los RDP (Resolución de Problemas), como una de las instancias de participación y detección de causas raíz de fallas que producen discontinuidad operacional. De igual forma otra nueva práctica es la generación de CIO’s (Centros integrados de Operaciones y Mantenimiento), cuyo principal objetivo es la predicción e integración de especialidades de proceso y mantenimiento para alcanzar los mejores estándares de producción y mantenimiento basado principalmente en modelos que integran estándares, procedimientos y mejores prácticas, muchas de ellas asociadas a la experiencia de los operadores y mantenedores que se registran como input a los sistemas o plataformas inteligentes (Profit), para que aprendan a tomar decisiones en línea basadas en esta experiencia adquiridas por años (Maching Learning) .

La integración de todas estas variables unido a un Análisis acucioso los principales KPI de proceso y mantenimiento realizado por un equipo de expertos diariamente, debería reportar como resultado una mayor Disponibilidad y Eficiencia Operativa de la planta.

En la figura N°11, adjunta se presenta gráficamente esta integración Operación-Mantenimiento fundamental que ha demostrado sus beneficios en diferentes plantas de producción e industrias, especialmente en minería.



Figura N°11: Modelo de Integración Operación - Mantenimiento – CIO’s

Por cierto, en cualquier escenario de Desarrollo o Caso Base, FuRe debe migrar hacia esta filosofía para asegurar la disponibilidad de la planta apoyado por una importante componente de Planificación, Programación y Ejecución del mantenimiento basado en SAP y de esa forma desarrollar una “Cultura” de Mantenimiento Proactivo – Predictivo más que Correctivo.

Finalmente, la Figura N°12, “Filosofía de Mantención”, presenta un esquema que integra las principales variables del mantenimiento descritas anteriormente que ha demostrado su potencialidad y beneficios basado en un entendimiento a cabalidad de todos los protagonistas del modelo, tanto Operadores como Mantenedores, pero principalmente sustenta su éxito en el Liderazgo de quienes deben implementarlo.

## Filosofía de Mantención

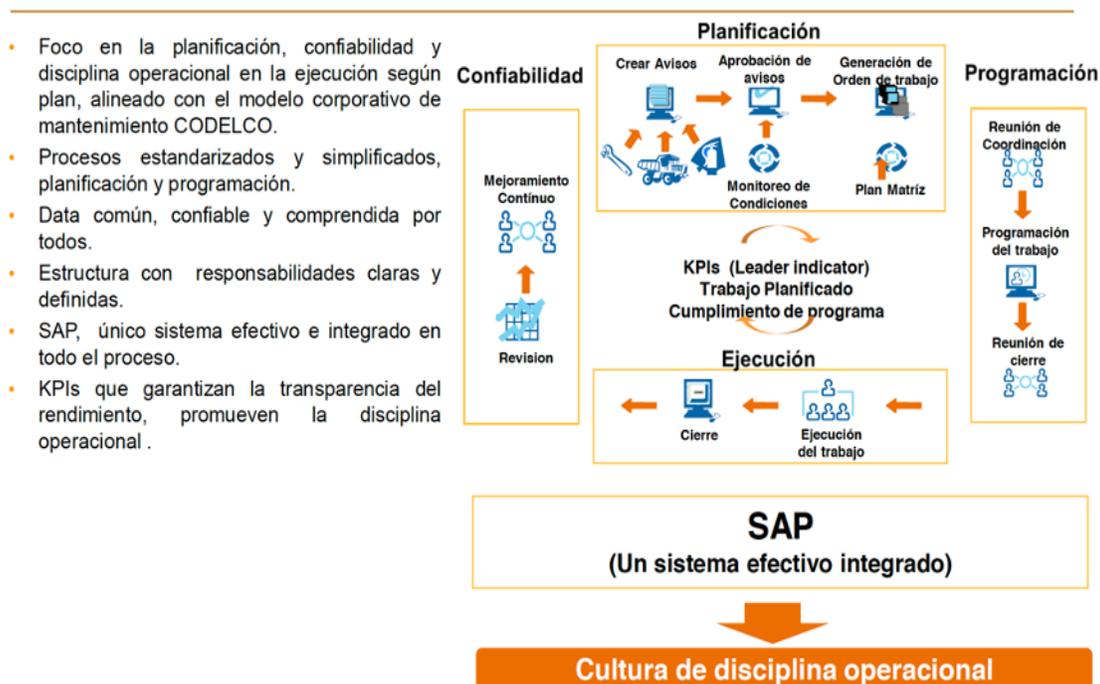


Figura N°12: Principales Pilares de una Filosofía de Mantención basada en la Confiabilidad

El mantenimiento tercerizado, ha demostrado ser una de las grandes falencias, principalmente en los procesos de fundición y refinería, dada la alta especialización necesaria para ejecutar este tipo de trabajos tan específicos, y altamente estratégicos, ya que, está directamente relacionado con la continuidad de marcha. En las empresas de terceros, dada la condición de “temporal”, y de baja proyección, existe una alta rotación de personal, y, por tanto, nunca se logra la alta especialización. Por otro lado, el

mantenimiento propio da garantías de eficiencia, dada la alta especialización alcanzada en equipos y procesos únicos.

#### IV. SÍNTESIS PROPUESTAS SINDICALES

- Garantizar que las **inversiones se realicen como corresponde**, sobre todo en términos de plazo.
- Se constata, de acuerdo al Plan de Inversiones de Codelco, que **habrá importantes inversiones para las FURE (básicamente para cumplimiento normativo DS28) y una disposición del presidente del directorio de la empresa a levantar una propuesta que le den viabilidad.**
- Analizar el **costo de terceros** asociados al negocio FURE.
- Necesidad de **potenciar la formación para que los trabajadores** ejecuten bien su trabajo. Existe una mirada crítica respecto al egreso de trabajadores expertos y a la necesidad de **traspasar conocimiento** (falta de competencias y calificación).
- Es necesario poner atención con la **recuperación de escorias**, proceso que requiere mejoramiento.
- **Modelo de mantenimiento como foco estratégico** (preventivo y predictivo). Hacer más eficiente la planificación del mantenimiento para garantizar la continuidad operacional. **Tener una mirada global de mantenimiento (lo ideal es homologar modelo) y asegurar el mantenimiento desde donde se realiza el proceso de fundición**, para garantizar la continuidad operativa. Esto se cruza con la **internalización del mantenimiento.**
- Levantar un proyecto sustentable para potenciar producción del cobre refinado en Chile.
- **Aumentar capacidad de fusión, a través de cambios tecnológicos en conversión y fusión con alto nivel de automatización.**
- Potenciar el **Sello de Calidad para el cobre refinado en Chile** declarado en la **Estrategia Nacional para el Fortalecimiento de la Capacidad de Fundición y Refinería.**

#### REFINERÍA VENTANAS:

En el caso de División **Ventanas**, el desafío es **garantizar continuidad del proceso de producción de ánodos, analizar las capacidades de fusión de las fundiciones y completar las capacidades de las refinerías.** Las **certezas de ánodos para refinería** e impulsar **cambio**

**tecnológico para la cosecha de cátodos**, permitirá el pleno funcionamiento de la Refinería de esta División, haciéndose cargo del compromiso asumido de garantizar el pleno funcionamiento de la refinería Ventanas y esto implica que el abastecimiento de ánodos debe permitir **proyectar metas de 400.000 toneladas**.

Los **equipos críticos** para el funcionamiento de la **Refinería Electrolítica** son: **Máquina Despegadora de Láminas (MDL)**, **Máquina Preparadora de Ánodos (MPA)**, y **Máquina Fabricadora de Cátodos Iniciales (MFCI)**.

## **FUNDICIÓN CALETONES**

**Planta de ácido de doble contacto** es prioridad en **Fundición Caletones de El Teniente**, ya que se evidencian problemas con el tratamiento de arsénico. Esta planta permitirá fundir más y cumplir la normativa medioambiental. El requerimiento es obtener una planta doble contacto, con esto se **incrementa capacidad de captura y procesamiento de gases** incluido la mayoría de los gases fugitivos que se producen por proceso Fundición (alcanzar el 98%).

## **FURE POTRERILLOS**

Aumentar la eficiencia técnica y económica de la Fundición y Refinería de Potrerillos, **asegurando la continuidad operacional del proceso de fusión** y con ello obtener el **aumento de la disponibilidad anódica para abastecer de manera continua la Refinería**; y, sobre todo, satisfacer las regulaciones ambientales, proteger la vida y la salud de los trabajadores (as).

## **FURE CHUQUICAMATA**

**Aumentar la capacidad de fusión, a través de cambios tecnológicos en conversión** con alto nivel de automatización. Para ello es muy importante conocer y analizar propuesta de empresas especializadas respecto a la **segunda línea de fusión que requiere Chuquicamata**.

La rentabilidad (VAN) estimada para el proyecto, por un período de 25 años, está entre los 450 y los 500 millones de dólares, al 10% anual, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) entre el 15 y el 17%, esto, contemplando una producción de entre 2 y 2 millones 350 mil de concentrado fundido.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se visualizan cuatro alternativas de desarrollo principales para completar la Capacidad de Refinería, reducir los excedentes de concentrado, mejorar Recuperación Metalúrgica y Captura de Azufre y Arsénico:

**1A: FSF + NFSF + FCF – 2.120 ktpa Conc - 713,33 ktpa Cátodos**

**1B: FSF + CT2 + FCF – 2.000 ktpa Conc - 638,42 ktpa Cátodos**

**1C: FSF + CPS + NFSF + FCF – 2.350 ktpa Conc - 751,02 ktpa Cátodos**

**(Caso Nerin) 1D: (FSF+CPS) + (SBF+MTC) - 2.470 ktpa conc - 792,44 ktpa Cátodos**

FSF: Horno Flash Existente 1.150 tpa

NFSF: Nuevo Horno Flash 1.120 – 1.200 tpa

CT2: Convertidor Teniente Potenciado a 850 ktpa a Metal Blanco

CPS: Conversión tradicional en PS (Caso Base)

FCF: Horno de Conversión Continua Flash Converting

SBF: Horno de Fundición en horno de soplado lateral

MTC: Conversión de soplado superior multilanza

- Cada alternativa presenta diferencias en Productividad, Opex y Capex como también en Recuperación de Cobre y Emisiones, por lo cual debe realizarse un “trade off” para evaluar estas diferencias desde un punto de vista estratégico para avanzar hacia la Factibilidad.
- Cada alternativa puede variar las tecnologías de Fusión / Conversión, sin embargo, se recomienda tener presente la “Bancabilidad Industrial” como elemento de selección y evaluación. Las tecnologías que se recomienda evaluar son:

**1. FLASH SMELTING + FLASH CONVERTING**

**2. ISASMELT + ISACONVERTER**

**3. SOPLADO LATERAL + CONVERSIÓN MULTILANZA**

**ANODOS COBRE  
BLISTER**



- El desarrollo de los estudios de prefactibilidad (PFS) y Factibilidad (FS) es condición “sine qua non” para asegurar el mejor caso de negocio para Codelco.

- Fundición debe demostrar efectividad operacional de su actual caso base para alcanzar las capacidades de fusión comprometidas.
- Fundición debe asegurar continuidad de marcha, disponibilidad, nuevas prácticas de operación y mantención que garanticen un claro avance en productividad y reducción de Costos.
- El mejor benchmark para las FuRe de Codelco deben ser FuRes equivalentes que tengan la misma configuración operacional a nivel mundial, realizando los respectivos ajustes, limpiezas y normalizaciones para comparar en iguales condiciones. Se sugiere tomar como referente a Norddeutsche Affinerie – Alemania por su similitud operacional.



Tabla 1: Comparación de fundiciones internacionales con las chilenas, 2015 <sup>[2]</sup>.

Parámetro	Unidad	Fundiciones chinas	Fundiciones japonesas	Fundiciones alemanas	Fundiciones chilenas
Capacidad fusión/equipo	ktms/año	1.000 – 1.500	1.200	1.200	320 – 1.000
Captura de azufre	%	98	99	98,5	95
Costo Unitario	¢/lb	13	18	19	22 – 40
Recuperación de Cu	%	98 – 98,5	98 – 99,5	98	95 – 97,4
Recuperación de energía	Si/No	Si	Si	Si	No
Recuperación de otros metales	Si/No	Si	Si	Si	No

Figura N°13: BenchMark Recomendado para el Caso Base FuRe DCH 1.150 ktpa

- Fundición debe avanzar hacia una capa de control operacional superior con énfasis en la automatización y digitalización de sus operaciones.
- La estandarización de KPI’S operacionales, Mantenibilidad, Monitoreo de Condiciones y Planificación debe dar un salto cuántico para asegurar el rendimiento del caso base y de futuros escenarios de desarrollo productivos.
- Una FuRe inserta en la cadena de valor del complejo productivo, debe asegurar continuidad operacional y no transformarse en un “cuello de botella” que finalmente afecta a toda la “Cadena de Valor”. Por lo tanto, la estandarización de KPI’s operacionales, Mantenibilidad, Monitoreo de Condiciones y Planificación debe dar un salto cuántico.
- Desde una mirada de “Gestión de Negocio”, la FuRe debe asumirse como una “Unidad Autónoma” que demuestre generación de valor económico, con Sustentabilidad y Excelencia Operacional - Eficiencia, bajo condiciones de mercado. De lo contrario, no será competitiva.

- El crecimiento y desarrollo de FuRe pasa por superar las actuales DEBILIDADES y diseñar un plan PARTICIPATIVO con responsabilidades, compromisos y cumplimiento de Objetivos Estratégicos claros y alcanzables, sin voluntarismos.
- Los desafíos asociados a las alternativas de desarrollo exigen una actualización de perfiles de cargos de trabajadores y supervisores unido a un plan de selección y capacitación anticipado con un diseño acorde a los nuevos desafíos tecnológicos.
- Copar la capacidad de refinería implica una nueva fundición que deberá entenderse como una unidad con un modelo de negocio diferente y otros estándares de Productividad y Costos, de lo contrario no será competitiva.
- La gestión de Mantenimiento es crítica en cualquier escenario de Desarrollo y/o Caso Base, su actualización y revisión de modelos de gestión es fundamental para asegurar la Disponibilidad de la planta y sus equipos principales. El mantenimiento FuRe debe resintonizarse a una nueva lógica basada principalmente en la Confiabilidad y Proactividad.
- Revisar modelo actual de Externalización del mantenimiento en función de los resultados reales alcanzados, teniendo en consideración que hay funciones del mantenimiento que deben ser desarrolladas internamente por su carácter estratégico.
- Los cuatro escenarios de desarrollo planteados exigen una gestión de mantención de calidad y a la altura de esos desafíos, debe existir una integración con las áreas de proyecto y operaciones desde el inicio en base al modelo planteado en la figura N°12, con liderazgo participativo y total integración, utilizando nuevas herramientas y tecnologías que permiten conocer con anticipación la Sintomatología de los equipos y su estado de “salud” (SOH) para asegurar su disponibilidad dentro de los rangos de diseño predefinidos.
- La generación y tratamiento de Scrap de cobre propio y externo, es una oportunidad de negocio para completar capacidad ociosa y mejorar eficiencia de refinería afectando directamente su rendimiento económico y Productividad. REFINERÍA debe sintonizarse - anticiparse a un escenario futuro con gran cantidad de material de recirculación producto de la transición energética.
- Las Fundiciones y Refinerías son estratégicas y juegan un rol determinante para la reputación empresarial de Codelco. Y si agregamos una variable ambiental, se constituye en una materia estratégica, geopolítica y socialmente.

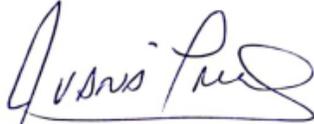
Consejo Directivo Nacional  
Federación de Trabajadores del Cobre



Aldo Binimelliz Binimelliz  
Secretario General



Héctor Roco Aguilar  
Presidente



Juana Irrazábal Núñez  
Tesorera



Hernán Guerrero Maluenda  
Vicepresidente



Ricardo Torrejón Pizarro  
ProSecretario



Alberto Muñoz Sandoval  
ProTesorero



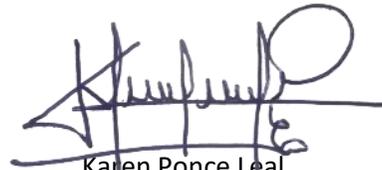
Daniel Díaz Olguín  
Consejero Nacional



Sergio Clavero Reyes  
Consejero Nacional



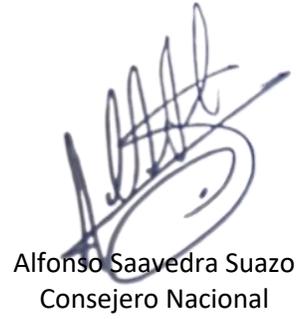
Alejandro Soto Oliva  
Consejero Nacional



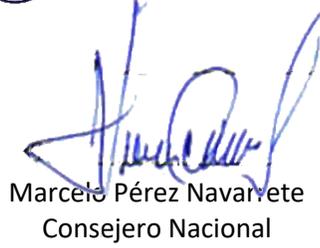
Karen Ponce Leal  
Consejera Nacional



Amador Pantoja Rivera  
Consejero Nacional



Alfonso Saavedra Suazo  
Consejero Nacional



Marcelo Pérez Navarrete  
Consejero Nacional



Mario Lobos Vidal  
Consejero Nacional



Fernando Latorre González  
Consejero Nacional



**FEDERACIÓN DE TRABAJADORES DEL COBRE**

**FTC**

**PROPUESTA SINDICAL PARA AUMENTAR  
LA CAPACIDAD DE FUNDICIÓN Y  
REFINERÍA EN CHILE**

**Santiago, noviembre de 2024**