

**El mercado mundial de fundiciones de Cobre.
Situación, cambios y desafíos para Chile.**

Resumen Ejecutivo

por

Saul Alanoca

2022

Contenido

Resumen Ejecutivo	3
Introducción	9
1. El mercado mundial de fundiciones de cobre (Europa, Asia, China)	9
2. Competitividad de fundiciones	16
3. Medio Ambiente y Cambio Climático	21
4. Chile situación, desafíos y perspectivas.	
Elementos para una política de fundiciones e integración vertical	23
4.1 Elementos para una Política Minera y Desarrollo Industrial.	
Fundiciones, Refinerías y Semi manufacturas de cobre	32
Pilar 1 Desarrollo Minero y Metalúrgico. Adaptación del Código de inversiones y creación de un polo tecnológico minero metalúrgico	32
Pilar 2 Cadenas de valor agregado e innovación	35
Pilar 3 Descentralización Regional, Impuestos e inversión	36
Pilar 4 Desarrollo territorial en regiones mineras y sociedad civil	39
Aspectos Generales	40
Conclusión	42
Bibliografía	45

El mercado mundial de fundiciones de Cobre. Situación, cambios y desafíos para Chile

Saul Alanoca*

Resumen Ejecutivo

Se presenta la situación y los cambios de las últimas décadas en el mercado internacional de fundiciones de cobre (Cu) a fin de tirar lecciones y experiencias para un país minero como Chile. Muestra los cambios en el mercado europeo, asiático y de China en particular; así como, las medidas políticas aplicadas por este. Se presenta igualmente la situación, diferencias de costos, competitividad y el aumento en importancia del medio ambiente (MA) en el mercado y las lecciones a sacar de ello. Al final se introduce a la situación en Chile y se sugieren elementos para un diseño de una política minera que va más allá de las fundiciones, y que se puede aplicar a productores de concentrados, tratamiento de subproductos, refinerías, semi manufactures, servicios mineros, y otros metales. El objetivo es crear mejores condiciones de inversión para aumentar la competitividad de la industria minera y metalúrgica, atraer inversionistas con altas tecnologías, generar más valor agregado, cadenas de valor, Investigación y Desarrollo (I-D) y así enrielar el país a 15-30 años a un nivel de país industrializado en toda la cadena de la industria de Cu.

El mercado de fundiciones (F) de Cu ha conocido cambios importantes las 3 últimas décadas con la aceleración de la industrialización en Asia, y el pasaje a economías de mercado en China y en Europa del Este (EE); lo cual llevo a descentralización de decisiones, modernizaciones industriales, restructuración de complejos mineros, reemplazamiento de equipos obsoletos, inversiones en sistemas de transmisión eléctrica, telecomunicaciones, construcción, caminos y otros. El todo generando una aceleración industrial, una demanda de cobre y creación de nuevas capacidades de F, desconocidas hasta ahora en el mercado por su amplitud. Así entre 2000-2017, China aumento de más de 5 veces sus capacidades, África más 157%, Asia (sin China) más 62%, Europa más 25%, Rusia más 20%, Chile y Australia aumentan ligeramente de 10 y 8% respectivamente, mientras que Canadá y EEUU, disminuyen. Tales aumentos crean igualmente sobre capacidades, llevando a las F a utilizar 75-85% de ellas entre 2000-20. China es actualmente el principal productor, consumidor e importador de Cu, reemplazando al mismo tiempo los lideres del pasado, EEUU, Europa y Japón.

De las 124 fundiciones (F) de cobre existentes en el mundo, la mayor parte se encuentra en Europa y en Asia. De ellas se estima que 94 concentran la mayor parte del mercado (80-90%) y 24 plantas tienen capacidades de 200 a 900 mil toneladas (mlt), lo que es equivalente a 58% de la producción mundial de F 17.952 mlt en 2019. En cuanto a países China dispone del mayor número de F, más de 22 plantas, seguido de Rusia 10 pl, Chile 7 pl, Japón 6 pl, Canadá e India, siguen en importancia con 5 pl cada uno. Los países de la **Unión Europea (UE)** en conjunto poseen cerca de 30 F, concentrando 14-18 % de las capacidades mundiales. Las más importantes están en Alemania 3 pl con 700-800.000 t de capacidades, Polonia 4pl (500-600 mlt), España 2 pl (400 mlt), Bulgaria 2 pl (360 mlt), Suecia 1 pl (240 mlt), Bélgica 2 pl (200 mlt) y Finlandia 1 pl (160 mlt). Con el pasaje a la economía de mercado en EE la producción de las F se estancó en varios países, estas fueron adquiridas por sus ejecutivos o por empresas de la UE. Ella coloco a disposición un fondo de apoyo con créditos bajos para empresas de la UE y EE, lo cual favoreció en parte el proceso de modernización e integración. Así, por ejemplo, a fines de los 90, Pirdop una F-R de Bulgaria con capacidad de 340-360 mlt Cu, producción de ácido sulfúrico, Ag, Au, y Se, fue adquirida por Umicore (Be) por 80 millones (mll) USD y hoy en día es parte de Aurubis el más importante grupo minero alemán y europeo, con refinerías, fundiciones, tratamiento de subproductos y plantas de reciclado en 16 países de la EU. Aurubis Pirdop, Aurubis Hamburgo (Al) y Atlantic Cooper en Huelva (Esp), están actualmente entre las 25 mejores posicionadas a nivel mundial y entre las primeras según sus niveles de productividad. En resumen, la reconversión y reestructuración de procesos de gestión, fue facilitada por reformas de fondo, líneas de crédito bajas y largas e inversiones en modernización de tecnología.

* Dr. En Economía Internacional y Desarrollo. Universidad de la Sorbona, Paris, Asesor Económico y director de proyectos de cooperación técnica de la Unión Europea, CCI/CNUCED-OMC, ADB, BM, DFID, ONUDI y consultoras internacionales. Versión corta publicada por la Cámara de Diputados de Chile y en la Revista de Estudios Nueva Economía. 2022. Volumen 7, Numero 1, pp 33-72. Universidad de Chile. Versión completa www.alanoca.net y www.academai.edu

Asia. Las fundiciones asiáticas sobrepasan ampliamente los tonelajes europeos. En total el continente dispone de más de 28 fundiciones importantes de las cuales 14 tienen capacidades de más 300 mlt, concentrando a ellas solas cerca de 6.15 millones de toneladas (mllt). Los mayores incrementos serán en los próximos años en China, India e Indonesia. En **China** las 15 fundiciones más importantes poseen 32% de las capacidades mundiales y se estima tendrán 37% (9.3 mllt) al 2023-2024. Incluyendo las 22 F del país, ellas controlan 40% del mercado mundial. Varias de las extensiones de capacidades han sido retardadas con la pandemia, de ahí a estimar que el continente concentraría 42-45% del total mundial (25-28 mllt).

**CUADRO 1. Principales Fundiciones Mundiales de cobre según capacidades en 2019
(miles toneladas métricas, mlt)**

Fundición	País	Propietario	Proceso	Capacidad Miles ton.
1 Guixi (smelter)	China	Jiangxi Copper Corp (Estado RP China)	Outokumpu Flash	900*
2 Birla Copper (Dahej)	India	Adytia Birla Group (Privada, 46 billones US\$ de ingreso en 2020)	Outokumpu Flash, Ausmelt, Mitsubishi Continuous	500
3 Chuquicamata	Chile	Codelco (Estado de Chile)	Outokumpu / Convertidor El Teniente	450
4 Jinchuan (Fangchengang)	China	Jinchuan Non-Ferrous Metal Co. (Estado, Provincia de Gansu)	Flash Smelter	450
5 Hamburg	Alemania	Aurubis (Privada)	Outokumpu, Contimelt, Electric	450
6 Besshi/ Ehime (Toyo)	Japon	Sumitomo Metal Mining Co. Ltd.	Outokumpu Flash	450
7 Saganoseki/Ooita (smelter)	Japon	Pan Pacific Copper Co. Ltd	Outokumpu Flash	450
8 El Teniente (Caletones)	Chile	Codelco (Estado de Chile)	Reverberatory/ Convertidor El Teniente	400
9 Jinchuan (smelter)	China	Jinchuan Non- Ferrous Metal Co. Ltd (Estado Prov. Gansu)	Reverberatory/ Kaldo Conv.	400
10 Jinguang (smelter)	China	Tongling Nonferrous Metals Group (Estado)	Flash Smelter	400
11 Jinlong (Tongdu)	China	Tongling Nonferrous Metals Corp. (57.4%), Sumitomo (35%), Pingguo Aluminium Co.	Flash Smelter	400*
12 Xiangguang Copper (smelter)	China	Yanggu Xiangguang Copper Co	Outokumpu Flash	400
13 Sterlite Smelter (Tuticorin)	India	Vedanta	Isasmelt Process	400
14 Norilsk (Nikelevy, Medny)	Rusia	Norilsk Nickel (Privada)	Reverb, Electric, Vanyukov	400
15 Pirdop (smelter)	Bulgaria	Aurubis (99.77%)	Outotec/ Outokumpu Flash	360
16 Ilo Smelter	Peru	Southern Copper Corp. (Gr. Mexico 75.1%)	Isasmelt Process	360
17 Onahama/ Fukushima	Japon	Mitsubishi Materials Corps. (49.29%), Dowa Metals & Mining Co. Ltd (31.5%), Furukawa Metals & Resources Co. (12.67%)	Mitsubishi/ Reverb.	354
18 Alto Norte (smelter)	Chile	Glencore (Codelco*)	Outokumpu/ Convertidor El Teniente	350
19 Heding Copper	China	Jiangxi Copper, Fuchunjiang (joint venture)	Side-Blown	350
20 Yunnan	China	Yunnan Copper Industry Group (Local Government)	Isasmelt Process	350
21 Sarchesme Copper Complex (smelter)	Iran	National Iranian Copper Industry Co.	Flash Smelter	350
22 Naoshima/Kagawa(smelter)	Japon	Mitsubishi Materials Corp.	Mitsubishi Continuous	342
23 Huelva	España	Atlantic Copper SA. (Freeport McMoran,)	Outokumpu Flash	320
24a Glogow I	Polonia	KGHM Polska Miedz SA (31.79% Polish State Treasury), 5.05% Nationale-Nederlanden OFE, 5.02% Aviva OFE, 58.13% Otros	24a Blast Furnace	220*
24b Glogow II			24b Outokumpu Flash; Outotec Direct Blister Flash smelting	230*
Total 24 fundiciones	11 países	Estado y sector privado	11 procesos diferentes	10.436

Notas* 10.436 ml tm corresponden a un 58 % de la producción mundial de las fundiciones (17.952,4 ml tm en 2019). Las capacidades son estimadas, ciertas fuentes presentan en algunos casos, capacidades con años o nombres diferentes, otras capacidades de tratamiento de concentrados y no cap. de anodos etc. * Guixi fluctúa entre 600-900 mlt; en Chile las 3 nombradas + de 1000 mlt según las dos últimas fuentes abajo, pero la mayoría de ellas señala lo del cuadro; en Polonia por ejemplo las fuentes divergen según USGS y KGHM Web Corporativa, ídem en el ICSG y USGS Map según año, ello en parte debido a cierres, reestructuración o modernización de fundiciones.

Fuentes: ICSG. The World Copper Factbook, 2015, 2019, 2020. Lisboa; <https://es.statista.com/> ; USGS Map and table of world copper smelters, 22.03.21 ; <https://mrdata.usgs.gov/copper/map-us.html> ; mapa de smelters ; <https://data.doi.gov/dataset/map-and-table-of-world-copper-smelters> ; <https://kgmh.com/es/negocio/procesos/metallurgia-y-refineria> ; <https://www.adytabirla.com/french/about-us> ; <http://www.hindalco.com/industries/copper> ; http://www.tnmg.com.cn/index_X.aspx ; Hernández, S, Análisis del mercado de concentrados de cobre y fundiciones. Cochilco. 2018, Chile. Basado en información de Wood Mackenzie. www.miningnewsire.com 17.12.2020

La transformación del modelo de desarrollo y las reformas institucionales que se llevaron a cabo en China en las últimas décadas, la han convertido hoy en día en uno de polos industriales mundiales más dinámicos. Su producción de Cu refinado era de solo 3.2% (302 mlt) del total mundial en 1980, pasando en menos de 4 décadas a 39.2% y a un consumo de Cu de más de la mitad mundial, 53.6% en 2020. Tales montos y la dimensión de su mercado, 1.400 mll de habitantes, lo han transformado en la referencia mundial en cuanto a tendencias, precios y condiciones de mercado. Así hoy en día, las cargas de tratamiento y de refinación (CT/CR), penalidades y

niveles de aceptación de subproductos, son fijados cada año por las fundiciones y refinerías chinas, reunidas en el China Smelter Purchase Team, (CCST).

Tales cambios industriales tuvieron un largo recorrido con muchos altos y bajos. Después de la ruptura en el seno del Estado y PCC (1978), este establece una política de descentralización y modernización gradual. Se reestructura y crea varios organismos especializados en la industria minera, la importación y exportación de metales non-ferrosos y preciosos. El todo en 10-15 años. Ellos serán los encargados de ejecutar, controlar el proceso y colocar ejecutivos confiables en las regiones y sectores claves, así como de canalizar las autorizaciones de financiamiento del poder central de subsidios y créditos blandos para modernización de la industria minera y metalúrgica. En los años 80-90 el gobierno y organismos mineros contactan países líderes e instituciones de cooperación, ADB, PNUD, ONUDI, etc., para formación de cuadros. Centenas y centenas de ingenieros, economistas, abogados y otros son enviados a capacitarse a Japón, Corea, Australia, Inglaterra, Canadá, UE, etc. en metalurgia, tratamiento de metales, finanzas, comercio internacional, y otros.

Se autoriza la descentralización progresiva a los gobiernos regionales y a consagrar parte de su presupuesto a ello, a aceptar la participación del naciente sector privado y a la creación de empresas mixtas con F-R y semi manufacturas extranjeras. Se asegura con presupuestos específicos para la obtención de tecnologías modernas, así como la compra de patentes y licencias posteriormente. Objetivo independencia tecnológica a término. Se establece igualmente un plan para asegurar aprovisionamiento en Cu y otros metales; así se desarrollan empresas mixtas o se invierte en África, Indonesia, Australia y Perú. En Chile ya en los 80, entran en contacto con Codelco y el M. Minería para asegurar el abastecimiento de Cu a largo plazo y proponen la creación de una empresa conjunta en Pekín con la Fábrica de Cobre N°1.

Entre 2000-15 se concretiza gran parte de la modernización de minas, F-R, semi manufacturas y creación de complejos mineros mixtos. Así solo entre 2007-14 las capacidades de F pasan de 2 a más de 4 mill. ton., se invierte en 26 proyectos ligados a F, 7 con capacidades de 830.000 ton., para tratar concentrados de Cu usando tecnología ISA/Ausmelt, 6 F con procesos Flash o doble flash, 13 F con tecnologías side-blown, bottom-blown o Baiyin smelting process. Estos 3 últimos desarrollados en China son de más en más utilizados en el país sino también tienen demanda en otros países.

Ya en la década de los 90, viendo la dimensión de su mercado, un aparato industrial obsoleto y la política de modernización de apertura que se perfilaba era tal que todos pensaban que podían ganar algo en Chonguo, (China, país de centro), aunque se pierda o se sacrifique los primeros años. Así dejan de lado la ideología y todos corren a posicionarse en él, compañías mineras, empresas industriales, agrícolas, de seguros, bancos, consultorías, hoteles, y otros. Es lo que muchos llaman en la época la "China's attractiveness" y algunos pocos que veían ya algo peligroso a plazo la "China's Trap" ("la trampa china"). En breve, ruptura ideológica, modernización profunda de la industria minera y complejos metalúrgicos, descentralización y privatización gradual y controlada, formación constante, asegurar abastecimiento de Cu y creación de empresas conjuntas.

Competitividad de Fundiciones las rupturas institucionales y cambio de la estructura del mercado ha llevado a F-R a invertir en tecnologías avanzadas, reorganización de negocios y gestión para conservar o aumentar partes en el mercado. Así de 61 fundiciones analizadas por Cochilco en 2021 (Fig.1) 30 presentan costos bajo el promedio global (100 USD/t), de ellas la mayor parte son chinas, 22 F con un costo directo efectivo promedio de 56 USD/t; de ellas 15 están en el primer cuartil de costos, que son las que han modernizado más ampliamente y mejorado sus métodos de gestión.



Elementos que se reflejan también en otras F y que están en países con costos de vida más caros, como es el caso de las europeas de Aurubis en Pirdop (Bulgaria) 72 USD/t, y Hamburgo 99USD/t que invirtió en décadas precedentes sumas importantes en reestructuración y modernización de procesos. Caso similar son las F de Indonesia y Zambia, que son empresas conjuntas con mineras de EEUU y China respectivamente.

Las F que están sobre el promedio no han seguido los cambios tecnológicos de

modernización y de gestión necesarios o lo han hecho débilmente. Es el caso de las F en Chile, EEUU y Filipinas que han invertido más que nada en la solución de problemas inmediatos y/o para cumplir con estándares medio ambientales, pero no en modernización profunda de procesos de tratamiento del Cu, recuperación de subproductos o MA. Otro elemento que ha influenciado en los bajos costos de F en 1er cuartil; son créditos con tasas de reembolso largas y modestas. Caso de F chinas, más los subsidios del poder central y de regiones; lo que ha facilitado su posición en el mercado. Las F europeas por su parte beneficiaron del fondo de reconversión y modernización de la UE y de capital privado.

Con relación a costos de mano de obra (MO), la F Chinas muestran los costos más bajos (Fig.2), 5 veces menos que las chilenas, 1.6 c/lb contra 8c/lb en Chile, pero ello representa solo una parte del costo líquido neto (CLN), 17.8% en China contra el doble en Chile; aproximándose así a niveles cercanos de costos de las F europeas que están en un entorno mucho más caro, tienen que importar concentrados y anticipar costos de almacenaje de seguridad entre otros. En general tales costos disminuyen la productividad, y una de las razones sería que los salarios en las F chilenas son similares a los de mina, los cuales son superiores al resto de la industria y la otra sería aumentos de MO y salarios en cada ciclo político. En gastos de combustible las F de Chile y Perú presentan los costos más bajos y los más altos en la UE y China, este representa 12.3% del CLN en Chile contra el doble en China que utiliza en gran parte carbón y tiene una penalidad por sus emisiones de carbono. En cuanto a la utilización de concentrados, las mejores situadas son las F de la UE con un uso de 3,43 t de concentrados para producir 1 tonelada de ánodos, seguido de Zambia y Chile. Lo cual denota eficiencia en el uso de los equipos y tecnologías en el primer caso; y eficacia en utilización de nuevas tecnologías y recuperación de subproductos en el caso de Zambia. Respecto a productividad, paradójicamente con un entorno y MO caros, son las F de la UE las que presentan la productividad más alta por persona (489 t Cu ánodo/persona). Su productividad en la producción de cátodos en las refinerías es similar, poseen la productividad más alta, (1877 t Cu cátodo/persona,) lo que sobrepasa de 2.6 veces la productividad de las F chinas y de más de 3 veces las de Chile y Perú con 585 y 597 t Cu cátodo/persona, respectivamente. Ello gracias a una estricta preselección de concentrados y programación en el uso de equipos, control eficiente de gastos generales, formación constante de MO y empleados y ausencia por huelgas o vacíos mínimos en la producción.

Se constata que los países y F con menores costos y mayor competitividad son aquellos en que han modernizado sus F, llevado a cabo cambios en la gestión de sus actividades y formación constante de su personal. En este último caso son las F europeas que muestran una mayor productividad, seguido de la F en Japón y Perú. En costos son las F chinas y de Zambia, ambas en un entorno de MO barato, aunque este tiende a aumentar sensiblemente en ambos países. Las menos competitivas son las F en Chile que han investido poco en nuevas tecnologías, formación y nuevos métodos de gestión. En el último cuartil de costos se encuentran F privadas y de estado, siendo más numerosas las primeras y en el primer cuartil las más competitivas ambas, las estatales y privadas. El todo reside en modernización, formación y gestión eficiente no solo a nivel de F-R sino también institucional, políticas de Estado activas de largo plazo y canalización de inversiones en áreas y segmentos específicos en el sector minero.

Medio Ambiente (MA) y Cambio Climático (CC), el aumento de la importancia del MA y el CC en la sociedad civil y economía mundial, ha llevado a la mayor parte de sectores industriales a invertir en modernización de sus procesos de producción, gestión y organización de negocios. Así, los principales importadores de concentrados de Cu de Japón, UE, Corea, China, y otros, han establecido niveles y condiciones de compra más estrictas y penalidades más altas para concentrados con arsénico, plomo y otros elementos nocivos para la salud y MA. La captura de azufre sobre la media aceptable en el mercado es de 96.4%, pero varias F con procesos más avanzados capturan entre 98.5% y 99.9% de azufre, entre ellas las asiáticas y 2 europeas, Huelva y Aurubis. En la media las F Japonesas son las más eficientes, capturan 99% o más de SO₂, las de Alemania 98.5%, China 98% y en Chile 95%. En el caso de las F en China, el poder central fija límites hasta 0.01 % de mercurio (Hg) permitido en importaciones de concentrados, 0.05% de Cadmio (Cd), 0.1 % de fierro (Fe), 0.5% de arsénico (As) y 6 % de plomo (Pb), pero lo permitido oficialmente en el mercado interno es inferior. Ello para no romper el aprovisionamiento de Cu ni la producción de F-R, pero aumento penalidades y cargas a exportadores.

La actualización de "Best available techniques" (BAT) en 2010 en la UE para reducción de emisiones de productos nocivos de aire, polvos, agua, desechos, uso de materias primas, energía y otros, incluye también los costos y beneficios de las empresas y su entorno. En el caso del Cu, sus emisiones de aguas se han reducido de 43% entre 2007-2017 y las de polvo de 54% en 2008-2017, siendo la planta de Huelva (Esp) la que muestra reducciones más altas, menos 74% (2004-14) gracias a la introducción de filtros antipolvo de alta eficiencia. Otras medidas han sido tomadas independientemente por las empresas, así Aurubis (Ge) ha establecido una

política de inversión constante, adecuando sus F al desarrollo tecnológico; lo que ha generado estándares medioambientales de primer nivel. Introdujo certificaciones ISO 9001 (sistemas de calidad) en 16 de sus filiales en Europa, más la de Buffalo en EEUU; 14 de ellas disponen también de ISO 14001 (gestión de MA), 7 con ISO 45001 (seguridad del trabajo) y 9 con ISO 50001 (estándares y gestión de energía). Además, ha reducido sus emisiones de aire de la producción de Cu de 21% en 2020 con respecto a 2012. Con relación a las contaminaciones metálicas de aguas, logro reducir de 63% entre 2012-20, en lugar de 50% inicialmente planificado.

Todo ello no solo denota inversión y reducción temporaria de beneficios, sino también pensar el largo plazo, y mentalidad de sus dirigentes y accionistas con relación a la calidad del entorno, salud, nivel de vida de sus empleados y reputación de la empresa. Caso similar, pero con objetivos diferentes son el de las F-R de Tamano y Saganoseki (Japón), ambas son parte de JX Nippon Mining & Metals Group, que, en línea con su país en la COP21, va a reducir sus emisiones de CO2 de 18% en 2030 con respecto a 1990, tiene también objetivos de desechos, aguas, SO2, energía y otros. La mayor parte de sus 16 filiales en Japón y las 8 en el extranjero están certificadas ISO 14001, con auditorias periódicas y transparentes de su implementación.

En el caso latinoamericano, a excepción de la F de Chagres (Anglo Am.) que se encuentra en el 1er cuartil, el resto de F de Chile, Perú (Ilo), Brasil (Días d'Avila) y México (La Caridad) están en el último cuartil, con Ventanas y Alto Norte (Glencore), ligeramente mejor, en el límite del 3er y 4º cuartil. En general en la región las F no presentan planes similares a los nombrados anteriormente, los equipos de procesamiento son en la media antiguos, con ausencia o baja inversión en modernización y en nuevas tecnologías, presupuestos muy limitados, el problema ambiental y cambio climático no ha sido prioritario por mucho tiempo entre ejecutivos y decisores políticos, de ahí las soluciones de urgencia o de corto plazo.

En el caso **Chile**, los últimos años las instituciones e industria minera han tomado importantes iniciativas y se nota un fuerte deseo de generar una minería verde y circular a diversos niveles, sobre todo en la nueva generación de ejecutivos, y que el país sea un ejemplo en el futuro. Chile posee el potencial para ello, pero de la misma manera que en otros países de la región la voluntad política de modernización y la visión de largo plazo han estado ausentes, a excepción de la PNM2050 iniciada en 2020. Con relación al MA, las 7 fundiciones nacionales poseen una capacidad de 1.7 mil. ton., de lo cual 490.000t son privadas; Chagres y Alto Norte. Entre 2003-13 se invirtieron 121 Mill por año en las 5 F estatales en MA; con el DL28 en 2013 se exigieron niveles más altos en la captura de arsénico, mercurio, material particulado (MP) y dióxido de azufre. El límite para azufre se fijó a 95% y de 98% de captura en 2018. La meta era moderada, ya en 2013 la captura era de más de 97% en el mercado mundial. Entre 2014-18 se invirtieron 2204 Mill USD en las 4 F de Codelco, 58 Mill USD en HVL de Enami que planifica invertir 611 Mill USD adicionales antes de 2023. Las privadas Alto Norte y Chagres invirtieron 100 y 70.5 Mill USD respectivamente para cumplir con el decreto. Chile aún está lejos de las normas requeridas por la OMS, EPA (USA) o de Japón. Si bien se muestra esfuerzos para reducir las emisiones, solo Chagres y Alto Norte estarían cercanas a los niveles de captura requeridos por el Estado. El resto aún necesita inversiones de fondo o tendrían que cerrar, con las repercusiones sociales y políticas que ello engendraría. Difícil de pensar que un gobierno se arriesgaría a ello. El problema de fondo es y ha sido más político que técnico, autorizar a Codelco a realizar las inversiones y modernización completa de F-R como lo han hecho Aurubis, Huelva, Tamano u otras.

Los últimos años ha habido varios foros y estudios (Cochilco, Cesco, Cepal-Giz, Voces Mineras etc.) sobre la necesidad de modernización de F-R y apuntar a producir más valor agregado en lugar de solo concentrados. Entre 2010-20 se exportó en promedio 26 mill ton de concentrados, 28 mill ton refinados de los cuales 10 % y 46% respectivamente corresponden a Codelco y el resto al sector privado. Se observa que los precios promedios de exportación de concentrados del sector privado fueron superiores a los de Codelco y casi cercanos al precio de refinados de la BML (cuadro 3), mientras que el precio promedio de Codelco de refinados superó de casi 900 USD al de la BML y de más de 1600 USD al del sector privado. Así si hipotéticamente se convierten los concentrados en refinados a exportar el país tendría 31.342,2 millones de USD (4125.6 ml. t x 7.597 USD/t) adicionales en las arcas fiscales. Incluso si se le quita 30% por procesos de refinación y otros, sería 21.939,5 mill USD, con solo 10-15% del monto restante las F-R estarían equipadas con las últimas tecnologías y el país con ingresos más importantes. Tal monto sería 5 veces superior si los concentrados del sector privado se exportasen como refinados a precios de la BML y de más 6 a precios de Codelco. En el fondo se constata decisiones micro y macroeconómica ineficientes más allá de Codelco al darle solo prioridad a concentrados.

**Cuadro 3. Promedio de Exportaciones de concentrados y refinados de cobre entre 2010-2020
(miles ton; millones USD)**

	Exportaciones concentrados (mil tones)	Valor exportaciones (Mill. USD)	Precio Exp. concentrados (USD/ton)	Exportaciones Refinados (mil tones)	Valor exportaciones (Mill. USD)	Precio Exp. Refinados (USD/ton)	Diferencia precio concentrado y refinado (USD/t; %)
Chile	26.658,6*	167.842,6	6.296	28.321,3*	190.030,7	6.710	-414 USD/t (-6.2%)
Codelco	4.125,6	20.686,7	5.014	11.454,4	87.018,2	7.597	-2.583 USD/t (-34%)
Sector privado	23.797,7	146.303	6.148	15.273,5	91.097,4	5.964	+184 UD/t (+3%)

Nota: Precio promedio BML 2010-20 = 303,950 USD/lb o **6.701 USD/t**; **Fuente:** Cochilco. Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Metales 2001-2020, Stgo 2021; *1264.7 y 1593.4mlt diferencia promedio del total según fuente. Información no actualizada.

El producir más refinados en el país permite al mismo tiempo de recuperar subproductos muchos de los cuales sobrepasan el valor de Cu. Es el caso del Mo, Au, Ag, Pt, Pd, Te. Aduanas constata solo declaración de los 3 primeros, los otros en cantidades pequeñas no son pagables por el importador, pero recuperables. Así según Boliden (Sue. 2008) el ingreso de las F-R proviene en general de CTCR, 44%, subproductos 28%, metales libres 25% y premios 3%. La situación en el mercado hoy es diferente las cargas son inferiores pero la tecnología para recuperación mejor. Nada impide al país de incentivar la instalación de F-R sean estas nacionales, extranjeras o partenariatado (PPP), en todos los casos de figura desde el punto país sería una estrategia win-win, habría mayores ingresos fiscales, recuperación de subproductos, empleos más calificados, tecnología de punto y disminución de costos de transporte, seguros, penalidades y menos emisión de carbono. El exportar concentrados a China, por ejemplo, implica un recorrido de más 20.000 km por barco, más 500 km desde el puerto a la F por camión u otro. Para la exportación de 1 mll tms serían unos 100 barcos (según tonelaje), más un sin número de camiones. El todo implicaría entre 4 -6 veces más de emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) que exportar cátodos. Ello sin contar que una F en la costa china emite en la media 27% más de GEI que una localizada en el norte de Chile.

Otro elemento que sorprende a la nueva generación de ejecutivos mineros y observadores extranjeros es que, dado el potencial minero del país y su larga experiencia minera y la calidad de ingenieros, el país aún está en la primera fase minera, focalizado en concentrados, con débiles capacidades de F-R, una industria de semis pequeña (250 mlt) y sin pensar seriamente el largo plazo. Chile está más de 200 años produciendo concentrados de Cu, ello es una referencia en el mercado, pero al mismo tiempo no ha llegado más allá. Ha surgido una mentalidad rentista, cortoplacista, con reformas de parche y no innovadora a través de los años en las capas dirigentes. De ahí los bajos presupuestos en I-D y las dificultades de invertir en F-R. La PNM 2050 cambia el rumbo y enriela la industria hacia horizontes de largo plazo y producción verde y más acorde con el futuro que se avecina pero ciertos sectores perciben ello más como deseos que como realidad y con medidas concretas de ejecución. La PNM 2050, focalizada de preferencia minería de Cu, y no incluye refinerías de otros metales que vienen con el (+10 metales, "joint products"), las semi manufacturas ni la metalúrgica como parte de la industria minera donde hay otro valor agregado, empleo más calificado y acerca al país a un nivel más industrial.

Elementos para una política minera y desarrollo industrial. Como se observa en la breve síntesis del mercado de F se constata que la inversión en modernización tecnológica, la competitividad, el rol del medio ambiente y las regulaciones que rigen el mercado han jugado un rol capital en los cambios del mercado mundial de F de Cu. A ello hay que agregar el rol activo y capital del Estado en la mayor parte de casos. En el caso de Chile, si bien el país dispone de buena experiencia y reputación en la producción de Cu, su conocimiento, experiencia y medios en otras ramas del mercado, no son suficientes como las que dispone la industria extranjera en tecnologías innovadoras, capital y otras; de ahí a crear condiciones atractivas para incentivar y atraer a esa industria a instalarse en el país como empresa individual, mixta, PP u otras convenientes para inversionista y el país y según sus reglas del juego.

Se incluyen en el propósito, elementos a considerar en una política minera que va más allá de F, válido igualmente para otras ramas del sector (refinerías, semis manufacturas, servicios, relaves, subproductos, etc.). Ello incluye adaptación del código de inversiones a recursos mineros e incentivos fiscales, polos tecnológicos

en regiones mineras y cadenas de valor con mayor agregado, modernización de procesos tecnológicos, promoción de inversiones, diversificación, descentralización y reforma institucional, capacitación constante y cooperación internacional. El todo se concentra en cuatro pilares apuntado 2030-50; es la continuidad y complementa en ciertos aspectos la PNM 2050.

Pilar 1. Desarrollo Minero y Metalúrgico. Considera 2 ejes principales

1. Adaptación del Código de inversiones (CI) actual Ley 20.848 (ex DL 600) y creación de un polo tecnológico minero. Se sugiere de actualizar y ajustar el CI a uno específico para la industria minera y metalúrgica (IMM). Se introducen tasas impositivas más atractivas para inversiones según prioridades del país, F-R, Semis, Concentrados, otros, 2. Creación de un polo innovación tecnológica de calidad mundial (Silicon Valley Minero) para productos y servicios IMM en dos regiones mineras.

Pilar 2. Cadenas de valor agregado e innovación (CVI). Dispone de 4 componentes:

1. Creación de una Empresa de Inversiones Mineras y Metalúrgicas, 2. Promoción para creación y aumento de la inversión en CVI de empresas nacionales o extranjeras, 3. Creación de un Fondo Innovación y Cadenas de valor agregado, 4. Programas de Cooperación Internacional con países y asociaciones industriales líderes.

Pilar 3. Descentralización Regional, Impuestos e inversión. Presenta 4 ejes de actividad

1. Regulación, Impuestos, Financiamiento Descentralizados, 2. Aduanas y Exportación, 3. Capacitación, 4. Alianzas y Programas de Coop. con países líderes en descentralización institucional, impuestos e inversión.

Pilar 4. Desarrollo territorial en regiones mineras y sociedad civil. Incluye 2 ejes de acción

1. Desarrollo territorial y Sociedad Civil En sinergia con la nueva constitución, el CI, la PNM 2050 y la actual administración se establecen mecanismos de gobernanza y administrativos para desarrollo territorial y participación de la sociedad civil y sector privado en la industrialización de toda región minera del país. 2.) Creación de un Fondo Minero para personal minero, empleados o ciudadanos en las regiones mineras a fin de facilitar la adquisición de acciones o partes en toda empresa de la IMM que lo desee.

Los pilares incluyen coordinación entre la principales instituciones mineras, sector privado y sociedad civil. Sus actividades son transparentes y previo inicio de ellas, estudios macro- micro son considerados a fin de ver los pros y contra y ajustar la actividad en función de prioridades del país.

Entre los problemas más frecuentes de tales políticas de largo plazo según experiencia de otros países (Singapur, Corea del Sur, Malasia, etc.) son: cambios de gobierno, coordinación entre instituciones, cambios y ajustes legales, redistribución de presupuestos, debilidad de recursos humanos, feudos institucionales o regionales y alta presión de grupos de interés. Para sobrepasar tales obstáculos, alta voluntad política, interés general o de país, búsqueda de consenso, comunicación y transparencia, figuran entre los elementos que han jugado positivamente en la ejecución y concretización de políticas de largo plazo.

saul.alanoca@free.fr

cc: saul.alanoca.net

www.alanoca.net

9.09.23