

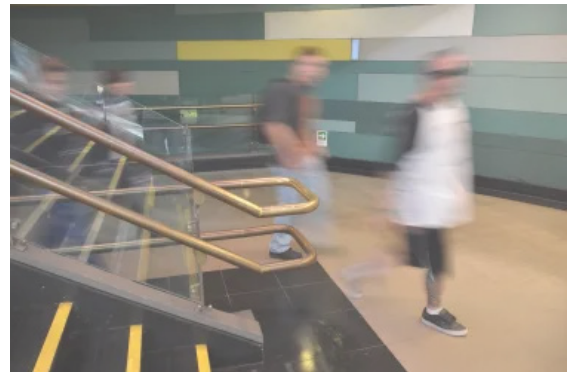
# Diversificación del uso del cobre en entornos urbanos:

## aplicación al mobiliario urbano

Seminario de Investigación  
Línea Tecnología, Innovación y Gestión

Francisca Ogrodnik Carranza  
Profesora guía: Jeanette Roldán

2021





# **Diversificación del uso del cobre en entornos urbanos: aplicación al mobiliario urbano**

Seminario de Investigación  
Línea Tecnología, Innovación y Gestión

Francisca A. Ogrodnik Carranza  
Fac. de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.  
[francisca.ogrodnik@ug.uchile.cl](mailto:francisca.ogrodnik@ug.uchile.cl)

Prof. Guía: Jeannette Roldán  
Fac. de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.  
mail

Chile concentra más del 30% de la reserva de cobre mundial y corresponde al 13% del Producto Interno Bruto del país. Es por esto que resulta curioso que este país no sea también un ejemplo en manufactura de cobre, sobre todo siendo un mineral de gran importancia en el mundo considerando que posee la cualidad antimicrobiana la cual le provee la capacidad de eliminar el COVID-19 y otras enfermedades en cuestión de horas, con una velocidad superior a otros materiales. Esta característica ha hecho que el cobre sea ampliamente utilizado en ambientes hospitalarios incluso previo a la pandemia a la que nos hemos enfrentado, momento en el que el uso del cobre se ha expandido a diversas áreas.

Esta investigación explora y analiza las tecnologías que se encuentran disponibles en Chile que permitan la aplicación de este mineral al mobiliario urbano, a modo de evitar el peligro que estos representan frente al contagio por contacto. Se determina que la información disponible es muy acotada puesto que no existe una real industria de manufactureros de cobre en Chile, lo que dificulta el uso del material para dichos fines, de todos modos, se establece la discusión con las tecnologías encontradas en comercializadores de semielaborados de cobre en distintos formatos.

### **Resumen**

Palabras clave: tecnologías, innovación, cobre, antimicrobiano, mobiliario urbano.

### **Abstract**

Chile concentrates more than 30% of the world copper reserve and corresponds to 13% of the country's Gross Domestic Product. This is why it is curious that this country is not also an example in the manufacture of copper, especially being a mineral of great importance in the world considering that it has the antimicrobial quality which provides it with the ability to eliminate COVID-19 and others. diseases in a matter of hours, with a speed superior to other materials. This characteristic has made copper widely used in hospital environments even prior to the pandemic that we have faced, at which time the use of copper has expanded to various areas. This research explores and analyzes the technologies that are available in Chile that allow the application of this mineral to street furniture, in order to avoid the danger that these represent in the face of contagion by contact. It is determined that the information available is very limited since there is no real copper manufacturing industry in Chile, which makes it difficult to use the material for such purposes, however, the discussion is established with the technologies found in semi-finished traders copper in different formats.

Key-words: technologies, innovation, copper, antimicrobial, urban furniture.

## 1. Introducción

El cobre es un mineral que ha estado presente en los asentamientos humanos por años. Se conocen vestigios de antiguas civilizaciones que usaban el mineral hacia el año 6500 AC, fabricando monedas, armas y utensilios de uso doméstico, sanitario y transporte de agua (Gómez, 2009), elementos que no sólo eran de utilidad, sino que también tenían relevancia artística, ornamental y económica, esto último puesto que permitía el intercambio de bienes entre pueblos (Morales & Osorio, 2013). En la actualidad, sigue siendo un mineral motor de la sociedad, ya que la geografía del territorio permite tener grandes yacimientos: Chile tiene la ventaja de tener las reservas de cobre más grandes del mundo, concentrando más del 30% del total de las reservas mundiales en el año 2015. Esto, dado que el cobre concentrado es una de sus principales exportaciones, supone importantes entradas de recursos fiscales. El mineral representa el 50% de las exportaciones del país, esto es, representando más del 20% de los ingresos fiscales entre los años 2004-2012. (Stubrin, 2017) El año 2018, la industria cuprífera significó el 13% del Producto Interno Bruto PIB en el país y, el mismo año, sus exportaciones fueron el 55%, significando un ingreso en US\$35.000 millones para el Estado. Un notable aporte al ingreso y desarrollo del país. (Corporación Altaley, 2019)

## Estado del Arte:

### Materiales con beneficios para la salud:

Como detalla De Toledo et al. (2020), la contaminación de superficies ha sido reconocida como un esencial contribuyente al contagio de enfermedades. Esto ha sido comprobado en el pasado con las enfermedades previas al COVID-19: el MERS-CoV y SARS-CoV, que tienen una alta tasa de propagación en superficies. En la actualidad, el SARS-CoV-2, o Coronavirus, al ser una enfermedad sin precedentes, aún no se tienen los anticuerpos para combatirla. (De Toledo et al., 2020)

Hay distintos materiales que, nanoestructurados, son capaces de mostrar actividad bactericida, dadas las propiedades intrínsecas del material.

Ejemplo de esto, son las nanopartículas de plata y óxidos metálicos principalmente: óxido de cobre y hierro, materiales, nanoestructuras poliméricas orgánicas y materiales de carbono nanoestructurado. (De Toledo et al., 2020)

Las infecciones causadas por virus, o ciclo viral, como detalla Toledo et al., (2020) involucran el siguiente proceso:

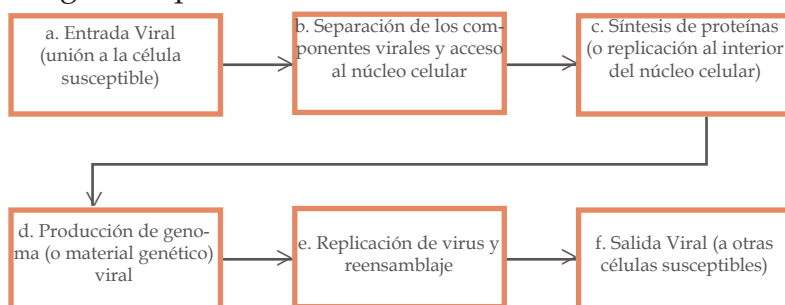


Figura 1. Ciclo viral. Elaboración propia.

El cobre, es un mineral que se encuentra en constante oxidación, esto impide la fijación de virus puesto que lo desintegra al no permitir la entrada viral. Es decir, el mineral posee una cualidad auto desinfectante frente a estos factores patógenos de rápida propagación. (Kampf et al., 2020) En la figura 2, se ilustra este proceso:

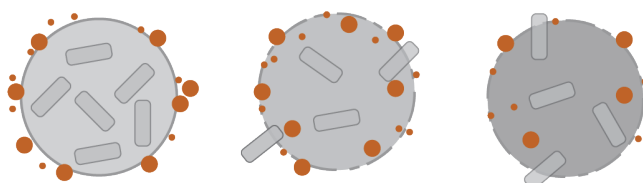


Figura 2. Ionización del cobre. Elaboración propia en base a CUNOV+ (2020)

## Problematización y Antecedentes

El cobre, al día de hoy, es un mineral ampliamente utilizado en gran variedad de elementos y formatos, cuya composición depende de la combinación de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Además, el cobre posee la cualidad bactericida aceptada el año 2008 por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), gracias a que el mineral, en constante oxidación, impide la adhesión y propagación del 99.9% de virus y bacterias eliminándolas en cuestión de horas, cualidad que se mantiene en aleaciones con una concentración de cobre sobre el orden del 55%. Ver Figura 2. (COCHILCO, 2017). Patrín (2020) asegura que la auto desinfección que brinda el mineral, es superior a la de otros revestimientos en sectores hospitalarios, incluso a temperatura ambiente.

Actualmente, se considera importante el impacto que ha tenido el COVID-19 en cuanto a los espacios públicos, puesto que el virus puede ser fácilmente propagado por el aire mediante gotas expulsadas al toser, estornudar y hablar. El virus presente en estas gotas puede resistir viablemente varios días en superficies. (De Toledo et al., 2020)

El COVID-19, o SARS-CoV-2, tiene una mayor tasa de transmisión comparadas con otros coronavirus humanos, como el SARS-CoV y el MERS, debido a que la población no tiene una inmunidad preexistente. (De Toledo et al., 2020) Por esto, esta investigación pretende sentar una discusión sobre la importancia de diversificar el uso del cobre auto-desinfectante en el desarrollo del mobiliario urbano, debido a que en la actualidad y frente a futuras pandemias, los espacios públicos presentan un alto riesgo de contagio de diversas patologías para la población. La pregunta de investigación es, ¿Existen en Chile tecnologías que permitan la aplicación del cobre al mobiliario urbano?

El SARS COV-2, es una enfermedad viral, causante de infecciones severas al tracto respiratorio. De humano a humano, el tiempo de incubación puede ser de hasta 10 días, en los que el infectado puede no presentar síntomas, siendo así más fácil la propagación del mismo mediante las superficies al no saber que posee la enfermedad.

Como solución parcial, se han cerrado espacios públicos de uso común en todo el país y el mundo, y se ha optado por un distanciamiento social generalizado. (De Toledo et al., 2020) Lo que, en el largo plazo, no es sostenible dado que la habitación del espacio público y la socialización son actividades fundamentales para el ser humano y la falta de estos provoca un decaimiento en la calidad de vida del individuo. (Sportelli et al., 2020, 3)

### El cobre y sus propiedades fisicoquímicas

El cobre es un mineral altamente versátil debido a la variedad de propiedades que posee. Las propiedades del cobre se detallan en el siguiente cuadro en base a COCHILCO, 2021:

PROPIEDAD	DEFINICIÓN	USO	INDUSTRIA
Conductividad eléctrica	Permitir el paso de electrones formando una corriente eléctrica	Cables	Electrónica, Electromobilidad
Conductividad térmica	Permitir la transferencia de energía cinética	Calefacción	Construcción
Baja reactividad a la corrosión	Poco propensa al desgaste	Transporte de agua (cañerías)	Construcción
Ductilidad	Capacidad de deformarse mediante la acción de una fuerza formando hilos o alambres	Calefacción y electricidad	Construcción
Maleabilidad	Capacidad de formar láminas mediante compresión	Calefacción y electricidad	Construcción, Electrónica, Electromobilidad

Tabla 1. Definición de las propiedades del cobre y participación en la Industria. Elaboración propia.

La Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO (2017), en el documento 'Tendencias de uso y demanda de productos de cobre', explica que "el cobre se puede combinar fácilmente con otros metales para formar aleaciones. Según la Copper Development Association hay más de 400 aleaciones de cobre, cada una con una combinación única de propiedades, para adaptarse a muchas aplicaciones, procesos de fabricación y entornos."

COCHILCO también asevera que es 100% reciclable, manteniendo sus propiedades físicas y químicas, es antimicrobiano y puede utilizarse de manera decorativa puesto que ofrece un amplio espectro de colores, pudiendo ser aprovechados cuando este atributo no interfiera en el funcionamiento de las propiedades físicas o mecánicas deseables. (2017)

### Caracterización de la minería del cobre en Chile

La base de datos del mapa minero de SONAMI, concentra la minería del cobre principalmente en la zona norte, especialmente en las regiones de Antofagasta, Atacama y Tarapacá, las cuales en conjunto concentran más del 75% de producción del cobre fino del total nacional. En dichas regiones el cobre se considera la principal actividad económica en la región, ubicándose entre el 35 a 53% del Producto Interno Bruto Regional, de acuerdo con el Banco Central (2018). Ver Anexo 1.

Las características en cuanto a las oportunidades de desarrollo local y resultados derivados de la explotación del cobre son diferentes para cada región puesto que las cualidades geológicas determinan el tamaño de la extracción. En este sentido, la región de Antofagasta cuenta con la posibilidad de instalar un complejo productivo de mayor escala y esto, sumado al liderazgo que posee por sobre las otras regiones en términos de producción nacional de cobre, atrae un gran flujo de empresas extranjeras, las cuales cuentan con el desarrollo necesario en su producción para explotar grandes yacimientos mineros. (COCHILCO, 2017)

## **Caracterización de la mediana y pequeña minería del cobre en Chile:**

En Chile, la mediana y pequeña minería del cobre está compuesta por veintiocho empresas, de un total de sesenta y ocho. Caracterizadas mediante la base de datos de la Sociedad Nacional de Minería, corresponden a mediana y pequeña minería el 41,2% del total de empresas mineras. El promedio de empresas de escala menor en las regiones donde hay presencia de minería del cobre es de 3,5, siendo Atacama la que cuenta con una mayor presencia de empresas dedicadas a la pequeña y mediana minería, con ocho empresas de un total de catorce. Otro caso destacable es el de la región de Coquimbo, donde si bien sólo hay siete empresas de mediana y pequeña minería, estas constituyen la mayoría por sobre las empresas dedicadas a la minería de gran escala. Ver Anexo 2.

Para complementar información al respecto de la industria minera en el país, se entrevistó a Víctor Garay, economista de la Universidad de Chile, en representación del área de estudios de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO). Garay (2021) estima que la presencia de pequeñas empresas dedicadas a la extracción en conjunto con la manufactura y comercialización, es de un porcentaje muy marginal como para ser contado dentro de un estudio hecho por la institución.

Esto, explica, es porque Chile, a diferencia de países como China, que tienen una visión a largo plazo, tiene el foco en el ámbito recaudatorio inmediato. Esto provoca que Chile sea un exportador de tres tipos de cobre: a) concentrado, es decir, en bruto, unido a otros minerales. Este se obtiene directamente de la extracción minera. Posteriormente, se elaboran los ánodos, que se obtienen mediante un proceso de electrorrefinación, en el que se funde el concentrado de cobre en conjunto con el resto de minerales agregados, estos pueden ser oro y plata, por ejemplo.

Y, por último, el cobre refinado, que corresponde a un proceso de fundición adicional al de la anodación, en el que se generan cátodos de cobre de 99,9% de pureza. (Glosario Ministerio de Minería, s/f) Estos tres tipos de cobre men-

cionados, se exportan para su posterior manufactura en el exterior y se compran a un precio más elevado.

Agrega que la oferta del cobre antimicrobiano manufacturado en territorio nacional es prácticamente nula, ya que no existe interés en una capacitación puesto a que significan gastos, tanto económicos como en términos de tiempo, que se consideran innecesarios frente a la necesidad inmediata de entradas fiscales en las que se encuentra constantemente Chile. Expresa que los países más representativos de este tipo de manufactura, son las potencias internacionales de China y Estados Unidos, naciones que previeron el fenómeno que atraviesa Chile e invirtieron en capacitación para la generación de industrias dentro de su propia industria local. Adicionalmente, entrega datos que aportan a los antecedentes de la información en cuanto a exportaciones de concentrado de cobre y cobre refinado. (Garay, 2021)

## **Concepto de innovación tecnológica**

La innovación tecnológica, a la luz de la teoría, se define como un proceso evolutivo adaptativo, mediante el cual se desarrolla una mayor diversidad de oportunidades a partir de variaciones de las características observadas de una tecnología existente, y la selección dentro del nuevo conjunto de oportunidades. Estas nuevas opciones creadas pueden reemplazar o coexistir con las situaciones existentes.

De este modo, la innovación funciona como una competencia dinámica entre nuevas y antiguas rutinas, a través de un proceso de aprendizaje continuo. (Benavides, 2004)

La innovación, al ser la implementación de un nuevo concepto dentro de la organización, que permite la recombinación de viejas prácticas o esquemas actuales, es percibida por los individuos que conforman la organización como algo original. (Arancibia et. al., 2015)

Naranjo-Valencia (2012), establece la importancia de tener una cultura organizativa, es decir, el conjunto de ideas fundamentales en común entre los miembros de una organización, ya que se convierte en un factor que determina su éxito o fracaso. En este mismo sentido, asegura que la

cultura de la innovación aporta a la sustentabilidad y competitividad de la industria. Se han identificado como elementos fundamentales para la innovación fructífera: el capital humano, la investigación y el desarrollo. Como elementos impulsores también se identifican la transición de los productos y servicios con orientación de mercado, en industrias intensivas en tecnología, lo cual permite el desarrollo de “economías verdes”, que incentivan la competitividad y, a su vez permiten la auto sustentación de la misma, debido a que la innovación influye de manera positiva en el crecimiento, eficiencia y efectividad de la empresa. (Arancibia et. al, 2015)

### **La importancia de la innovación en la minería del cobre**

La industria del cobre en Chile ha sido clasificada como minería de clase mundial, lo cual, de acuerdo con Arancibia et. al (2015), permitiría suponer que las regiones mineras se aproximarían a los estándares de innovación que poseen los países desarrollados. Sin embargo, la tasa promedio de innovación que poseen los países de la OCDE (la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) es de un 39%. Esto, contrastado con la tasa de innovación global en Chile, que corresponde a menos del 25%. (Arancibia et. al, 2015)

En este sentido, respecto al sector minero, Venegas (2012) observa que la región que presenta una menor tasa de innovación es Arica y Parinacota. la cual supera apenas el 2%. Antofagasta, en contraparte, es la región más importante de la industria minera, logra una tasa de 7,2%. Esto contrasta con la tasa promedio de innovación en la minería, que alcanza un 19,2%. En cuanto a la minería del cobre, la tasa promedio de innovación es entre un 8,4% y 30,6%. Cifra que reafirma la baja tasa de innovación en los distintos lugares donde se concentra la gran minería del país (8,4%). (Venegas, 2012).



La metodología de estudio para la elaboración de este artículo se realizó a partir de un enfoque documentado y descriptivo. Documentado, puesto a que existe información limitada y escasa respecto al uso del cobre en entornos urbanos; y descriptivo ya que en este artículo se busca analizar las tecnologías innovadoras implementadas en el ámbito nacional a partir de un desarrollo de carácter cualitativo.

El objetivo general del presente artículo es analizar las tecnologías existentes que permitan la aplicación del cobre al mobiliario urbano, complementando con los siguientes objetivos específicos:

1. Caracterizar las relaciones de la industria internacional de cobre con la industria y producción de cobre local.
2. Caracterizar la industria local del cobre, su oferta actual, variedad de formatos disponibles y contrastar con experiencias encontradas.
3. Identificar el uso de tecnologías disponibles que permitan la aplicación en el mobiliario urbano en Chile, de acuerdo a las potencialidades encontradas en la investigación.

## 2. Metodología

A partir de la pregunta de investigación previamente planteada, se aborda el presente artículo con una metodología cualitativa para resolver los objetivos establecidos. Para la obtención de los resultados, y a partir de un carácter descriptivo e interpretativo, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, en la que se encontró amplia información sobre la industria local de cobre concentrado y refinado, pero que no contaba con mucha información respecto a los semielaborados de cobre puesto que en Chile la industria es prácticamente inexistente y corresponde, principalmente, a comercializadores de cobre que venden productos que fueron importados desde el extranjero. La información fue recaudada para la elaboración de tablas y análisis, a modo de comparación entre las experiencias y tipos de aplicación del mineral a los distintos entornos

Además, se realiza una revisión de medios para poder identificar las empresas chilenas que utilizan el cobre en distintos formatos entre sus productos, con el objetivo de comprender las distintas particularidades de cada una de las

tecnologías disponibles en el medio local, a fin de poder establecer potencialidades entre ellas para poder ser aplicadas al mobiliario urbano. En este ámbito, la información disponible es bastante acotada.

Para la complementación de la información, se realiza, además, una entrevista cerrada presencial al experto en el área del cobre en Chile, Víctor Garay, Ingeniero Comercial Economista de la Universidad de Chile, en representación del área de estudios de la Comisión Chilena del Cobre, COCHILCO, institución dedicada a la defensa de la industria del cobre en Chile y que actúa como asesor del Estado de Chile al alero del Ministerio de Minería. En esta entrevista, se logra comprender los alcances de la institución dentro del mercado nacional e internacional de cobre y el aspecto recaudatorio que posee la industria en Chile, que, en lugar de pensar el perfeccionamiento y capacitación de la mano de obra minera, para que el país genere sus propias industrias en base a la producción anual de cobre que posee, y proveer de desarrollo a la industria de la manufactura en cobre, prefiere poner el foco en el ingreso inmediato. Se realizan preguntas en una entrevista no estructurada relativas a la producción nacional de cobre antimicrobiano y mobiliario urbano producido en base al mineral, donde se aclara que los productores y manufactureros actuales del cobre en Chile son más bien un número marginal respecto a la cantidad de cobre que se exporta en forma de materia prima, en formatos de cobre concentrado y cobre refinado. Además, también se realizan entrevistas no estructuradas y en formato de videoconferencia a actores relevantes en la materia en el ámbito de la importación del cobre manufacturado y su posterior comercialización local a modo de comprender las relaciones que presenta la industria de la minería con la comercialización en crecimiento de elementos y superficies. En ella, los entrevistados fueron capaces de exponer su trabajo con libertad y las áreas de aplicación del mismo, aclarando las relaciones que poseen con la industria extranjera, más no con la industria chilena puesto que es inexistente.

No fue posible realizar una investigación más exhaustiva con la empresa CUNOV+, comercializadora de láminas autoadhesivas de cobre antimicrobiano, ya que no se logra obtener respuesta al reiterado intento de contacto por vías electrónicas mediante su página web con la finalidad de realizar la misma entrevista que se planteó para las demás empresas y sus representantes.

La información recaudada, tanto en las entrevistas a instituciones como a los expertos, permite determinar la factibilidad del cobre en cuanto material y formatos disponibles para la utilización de cobre en ambientes urbanos, esta información se depura a modo de tabla que permite realizar la comparación de la información obtenida en las entrevistas. Ver Anexo 3

### 3. Resultados

#### Descripción de la industria local de cobre y conexión con la comercialización de cobre

En concordancia con la información facilitada por el área de estudios de la Comisión Chilena del Cobre, desde el año 2017 y, manteniéndose constante en los porcentajes durante los años, en términos del uso mundial del cobre, que posteriormente será utilizado por su propiedad conductora, el 74% corresponde a varillas de alambre de cobre, el 13% a losa de cobre, utilizada principalmente para objetos electrónicos y un 13% a la fabricación de tochos de cobre, para la posterior manufactura del mismo, dependiendo de la industria a la que se incorpore. (Wood Mackenzie, 2021)

Durante las últimas dos décadas, la comercialización de concentrados ha aumentado su participación en las exportaciones totales de cobre. Según datos de COCHILCO (2020), superando ligeramente el 36% en el año 2000, para representar un 49% en el año 2020.

De las diez principales empresas que lideran la comercialización mundial de concentrado de cobre, presentadas por Cochilco en su informe “Exportación de concentrados de cobre: caracterización de condiciones comerciales”, Codelco, el año 2020 ocupa el tercer lugar, siendo superada por las multinacionales BHP y Glencore, ambas cuentan con instalaciones mineras en el país. (COCHILCO, 2020)

El principal destino de estas exportaciones mundiales corresponde a los países asiáticos de China y Japón. El primero siendo líder en cuanto a capacidad instalada de la fundición, concentrando un 37,4% del total mundial el año 2020. COCHILCO (2020), plantea que, consecuente con lo mencionado, China y Japón son también el principal destino de las exportaciones chilenas de concentrado de cobre, siendo, respectivamente un 63% y 18,4% del total el año 2020.

Sin embargo, de acuerdo con Lagos et al. (2020) y con COCHILCO (2020), la participación chilena en la exportación de concentrado de cobre ha disminuído en un 12%, de 46 a 34% y aparece un fuerte competidor: Perú, que ha aumentado su participación de un 1,9% a principio del siglo a un 21,3% el 2020. Por otra parte, una industria

que se fortaleció fue la de cobre refinado, un proceso de elaboración mayor al del concentrado.

En este sentido, los principales importadores del cobre refinado, o cobre en ánodos y cátodos, serían las potencias mundiales de China y Estados Unidos, seguidos por Alemania, Japón, Corea del Sur e Italia, según datos obtenidos de COCHILCO, 2017.

El problema radica en que para la producción del cobre refinado y elaboración de cátodos de 99,9% de pureza se necesitan fundiciones con alta tecnología con las que Chile no cuenta, por lo que cada vez se ve forzado a optar por la exportación del cobre en forma de concentrados en lugar de potenciar una industria enfocada en los ánodos y cátodos. Es por esto que Chile, en materia de comercialización internacional del cobre, vende la materia prima e importa el producto final: ya sean piezas de cobre o componentes de un aparato electrónico. (CIPER, 2016).

### **Manufactura del cobre en Chile:**

Chile, como ya se ha mencionado con anterioridad, es un país productor de cobre de clase mundial, pero la producción nacional de cobre se encuentra mayormente enfocada a la extracción de cobre y su refinación, pero no tiene mucho sustento en cuanto a la producción de partes o elementos útiles para la elaboración de mobiliario urbano. (Garay, 2021)

De acuerdo con el informe de Las empresas manufactureras de cobre en Chile elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, el año 2017, las empresas que se dedican a esta industria son empresas medianas cuyos empleados redondean las mil trescientas personas, obteniendo en ganancias unos 600 millones de dólares al año. Son principalmente de capitales chilenos y tienen más de 40 años. (Stubrin et al., 2017)

Estas empresas se dedican a la fabricación de tres productos en base al mineral basado en las necesidades del mercado y en las propiedades que el cobre pueda ofrecerles. Estos son los conductores eléctricos, las cañerías y los fungicidas. Productos que se destinan tanto a la comercia-

lización local para el mercado de la construcción o uso doméstico, como para la comercialización en mercados sudamericanos. (Garay, 2021)

Con base en los datos encontrados en Stubrin, 2017 se elabora la tabla del anexo 4, en la que se presenta la caracterización de empresas que se dedican a la manufactura del cobre en Chile. En la tabla elaborada se evidencia que la mayor parte de la industria manufacturera del cobre se dedica a la fabricación y comercialización de conductores eléctricos, correspondiendo a un 77% de las empresas caracterizadas. Esto es concordante con el mercado del cobre mundial, puesto que se estima que, a nivel de producción mundial, cerca del 75% del cobre se utiliza con esta finalidad. (Garay, 2021) Del 23% restante, un 12% se dedica a la fabricación de fungicidas de cobre, aprovechando su propiedad antimicrobiana, y el otro 11% se dedica a la fabricación de cañerías de cobre. Ver Anexo 4.

En cuanto al abastecimiento de cobre de dichas empresas, Stubrin (2017) determina dos fuentes fundamentales: cátodos de cobre proveídos por las mineras en manera directa y el cobre que proviene de chatarra. En cuanto a los cables, el uso de chatarra disminuye los costos de la producción pero también reduce la calidad del producto. Para esto, es que las empresas que se dedican a la fabricación de conductores eléctricos, usan solamente cátodos de cobre para garantizar la calidad del producto. Por otro lado, los productores de cañerías de cobre, se pueden abastecer de cátodos o de chatarra, ya que no afecta directamente en cuanto a la calidad en relación a los resultados esperados del objeto. En cuanto a la industria relacionada a los fungicidas de cobre, la utilización de la chatarra es más bien marginal y en su mayoría se constituye por cátodos de cobre de un nivel más alto de pureza.

La chatarra es comprada a proveedores locales y con respecto a los cátodos de cobre se compran a la minera estatal CODELCO, y en menor medida a la Empresa Nacional de Minería, ENAMI y otras empresas privadas. La razón de la preferencia de CODELCO por sobre otras empresas tiene que ver con la cercanía con la que se encuentra su planta de fundiciones de Ventanas con la Región Metropolitana y Viña del Mar.

En el siguiente esquema, se ilustran las conexiones que generan estas empresas dedicadas a la manufactura del cobre en Chile.

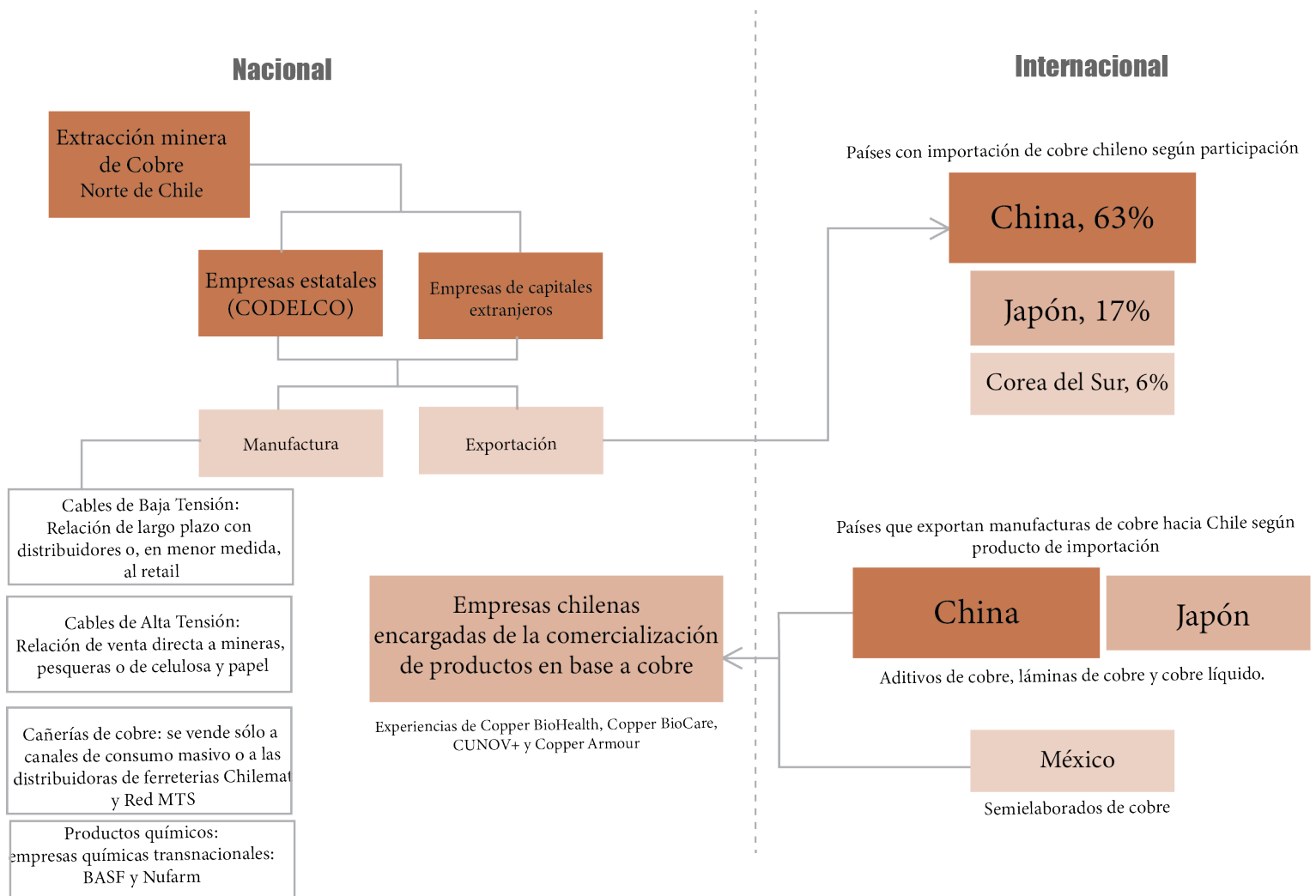


Figura 3. Esquema de conexiones en la industria del cobre. Elaboración propia

### **Diversificación del uso del cobre**

Como se ha establecido a lo largo del artículo, el cobre es un material que, por sus propiedades antimicrobianas ha sido utilizado en una gran variedad de ambientes que requieren la constante higienización de las superficies. En Chile, hay hospitales que han adoptado el mineral dentro de la estructura de su mobiliario para realizar estudios sobre dicha propiedad del cobre. (Flores, 2018)

A partir de la propiedad antimicrobiana del cobre, la oferta dentro del país es bastante amplia y se identifican distintas tecnologías y formas de aplicación del cobre en entornos expuestos al contagio de enfermedades.

Es en el área hospitalaria donde el uso del cobre en superficies, con la función de impedir el contagio de enfermedades, ha sido más desarrollado y las experiencias son varias en el ámbito nacional: Hospital Van Buren en Valparaíso, la Ex-Posta Central, el Hospital de Niños Roberto del Río y el Hospital de la Universidad de Chile en la Región Metropolitana, el Hospital del Cobre Dr. Salvador Allende en Calama en la región de Antofagasta, son solo ejemplos de las veces que se ha aplicado el mineral a distintas superficies con el objetivo de utilizar la propiedad antimicrobiana para evitar la propagación de distintas enfermedades intrahospitalarias. (Flores, 2018) Empresas que se dedican a esta área, también tienen dentro de su catálogo formatos que han permitido la aplicación del mineral a piezas o estructuras de uso público, es decir, aparte de la aplicación en salud, también se usa en superficies de contacto en edificios, infraestructura de transporte público, comedores, colegios, a fin de aprovechar sus cualidades sanitarias.

### **Disponibilidad de la industria chilena de cobre**

Como en Chile, la industria manufacturera del cobre es tan acotada en cuanto a formatos, y está orientada principalmente al área de cables y cañerías, no existe una empresa chilena que se dedique a la fabricación de piezas de cobre que pudieran servir para la elaboración de mobiliario urbano. (Garay, 2021) Es por esto que quienes

buscan emprender aprovechando la propiedad antimicrobiana del cobre, para ser integrada tanto dentro de recintos hospitalarios como fuera de ellos, deben realizar compras internacionales en mercados principalmente asiáticos que manufacturan el cobre en distintos formatos. (Cabello, 2021)

### **Semielaborados de cobre**

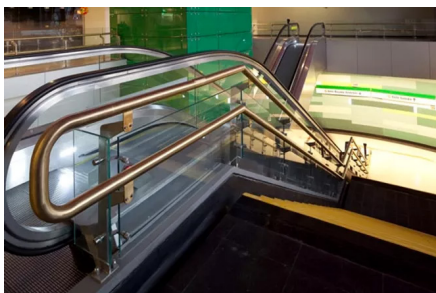
Para el caso particular de la comercialización de estructuras o partes de ellas elaboradas en cobre metálico, la industria que tiene más fuerza dentro de Latinoamérica es la mexicana. Cabello (2021), comenta que las importaciones por parte de estas empresas se realizan desde ese país, pero que posterior a la pandemia y dadas las nuevas tecnologías que ocupan menor cantidad de cobre generando un menor precio tanto en importaciones como en el precio final del producto, esta industria se ha visto notablemente afectada y se encuentra “en pausa”.



Copper BioHealth es una empresa fundada por chilenos que nace desde la inquietud de detener la propagación intrahospitalaria de enfermedades y se dedica a la comercialización de productos con ese fin principalmente, esto es, porta sueros, lavamanos y sus componentes, barandas de camas clínicas, tiradores de puertas, pasamanos y manillas. Estos se presentan en su mayoría en formato de láminas de cobre macizo o tubos huecos de cobre.

Esta empresa, además, fue la encargada de realizar en conjunto a CODELCO, la intervención en los pasamanos de la estación Santiago Bueras de la línea 5 del metro de Santiago. Asimismo, se realizaron intervenciones en los pasamanos de la Biblioteca de Santiago, en la Casa Matriz de Codelco, en superficies de contacto y en diversos entornos hospitalarios que se detallan en el Anexo 5.

A continuación, con imágenes obtenidas desde su página web ilustran algunos de sus trabajos.



**Imagen 1.** Implementación de pasamanos de cobre antimicrobiano en la estación Santiago Bueras del Metro de Santiago. Fuente: Copper BioHealth (2011)



**Imagen 2.** Implementación de manillas de cobre antimicrobiano en la Biblioteca de Santiago. Fuente: Copper BioHealth (2010)



**Imagen 3.** Implementación de superficies con cobre antimicrobiano en la Casa Matriz de CODELCO. Fuente: Copper BioHealth (2010), CODELCO (2012)

En una entrevista con la fundadora de Copper BioHealth, Andrea Cabello, Diseñadora Industrial de la Universidad de Chile, se le consultó por las intenciones de aplicar el mineral al mobiliario urbano y respondió que, si bien se habían realizado las cotizaciones por parte de una empresa chilena, no se llevó a cabo el proyecto debido al alto costo del mismo.

### Aditivo de cobre

Con respecto a la comercialización de aditivos de cobre, Cabello (2021) detalla que hay una industria de un tamaño mayor, debido a que se pueden encontrar distintos formatos de aditivos de cobre en el mercado, principalmente en el mercado asiático proveniente de China. Esta tecnología corresponde a la incorporación de micropartículas de cobre en polímeros, textiles o resinas. Estas partículas en forma de polvo son mezcladas con distintos otros materiales que dependen de las características deseadas del producto final. Posteriormente son importadas por empresas chilenas, que luego se dedican a la comercialización del aditivo para que los clientes puedan producir sus propios formatos de materiales con la propiedad antimicrobiana del cobre.

Este modo de utilización del cobre tiene un costo considerablemente menor que el de semielaborados, por lo que, con la pandemia, ha logrado un amplio campo de aplicación y es una industria que se ha tornado de mayor importancia en el último tiempo, debido a que presenta gran versatilidad en cuanto a oferta de productos, ya que, manteniendo la concentración necesaria, se puede generar “prácticamente cualquier producto o superficie con la propiedad antimicrobiana del cobre”. (Cabello, 2021)



En este mismo sentido, la empresa Copper BioCare, que cuenta con los mismos fundadores y motivos que la empresa Copper BioHealth, se dedica a la comercialización de aditivos de cobre para la diversa fabricación de productos, entre ellos, calzado, textiles, materiales de construcción, mobiliario y contenedores de almacenaje. (Copper BioCare, 2021)

## Lámina autoadhesiva de cobre

En el caso de esta tecnología, corresponde a láminas de cobre de 0,005 a 0,3 cm de espesor con una de sus caras adhesivas que se pueden añadir fácilmente mediante un tratamiento del material receptor a prácticamente cualquier superficie. Esto significa el máximo aprovechamiento del mineral, puesto que se ocupa la menor cantidad posible para cubrir un área determinada, sin tener que alterar la composición original del objeto. (Flores, 2018)

A pesar de que hay empresas con amplia experiencia en la comercialización de estos productos, no constituye una industria manufacturera en Chile y estos productos terminan siendo de importación asiática en su mayoría (Cabello, 2021).

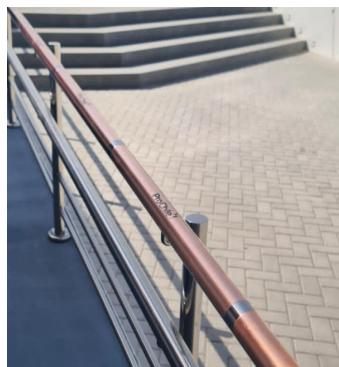
En cuanto a las ventajas de este tipo de aplicación, cabe resaltar en primer lugar el bajo costo que representa en comparación con la elaboración de una pieza nueva hecha completamente en base a cobre macizo. Además, se considera un aspecto positivo el hecho de poder renovar el antiguo mobiliario u objetos con una película metálica auto desinfectante en lugar de tener que invertir en nuevos elementos. (Flores, 2018) Sin embargo, Cabello (2021) indica que el constante uso de esta tecnología puede causar un descascamiento de la superficie, siendo peligroso en ambientes que se precise del constante contacto o el contacto con niños.



En Chile, una empresa pionera en la comercialización de este tipo de cobre antimicrobiano es la empresa CUNOV+, quien se dedica al diseño, manufactura, instalación y mantenimiento de los finos recubrimientos de cobre para superficies de contacto frecuente, para proteger a pacientes que no puedan exponerse a contraer infecciones de transmisión cruzada. (Flores, 2018)

En cuanto a las distintas aplicaciones de esta tecnología, CUNOV+ presenta en su página

web un listado de empresas con las que se ha asociado contra la propagación de enfermedades. Estas empresas son desde establecimientos de salud, hasta instituciones bancarias, pasando por la representación nacional del Pabellón de Chile en la Exposición de Dubai 2020, donde la empresa aportó en la aplicación de revestimiento de cobre antimicrobiano para los pasamanos del acceso al pabellón, a modo de mostrar la tecnología que se está desarrollando en Chile. (ProChile, 2020)



**Imagen 4.** Aplicación de láminas de cobre autoadhesivas en pasamanos del pabellón de Chile en la Exposición de Dubai 2020. Fuente: CUNOV+ (2021)



**Imagen 5.** Aplicación de láminas de cobre autoadhesivas en tiradores de puertas de edificios. Fuente: CUNOV+ (2021)



### Revestimiento de cobre metálico

Este revestimiento, contiene una alta concentración de cobre metálico, que gracias a la tecnología incorporada, es posible aplicarlo a temperatura ambiente como si fuese una pintura, que pasado un tiempo determinado endurece y entrega superficies de naturaleza antimicrobiana y conductoras (Ramírez, 2021)

Esta aplicación del cobre permite la intervención de áreas ubicadas en el área de salud, deportes, alimentación, educación, entre otras. Generando áreas seguras frente a la propagación de enfermedades, barreras que se forman en plazos cortos, cuya aplicación resultaría técnica o económicamente imposible de abordar con soluciones de cobre macizo u otras aleaciones. Este recubrimiento está constituido por cobre metalizado micronizado y nanométrico de alta pureza, aplicado a un vehículo fluido para la aplicación a temperatura ambiente, que se endurece mediante mecanismos poliméricos. (Flores, 2018)



Claudio Ramírez, (2021), Ingeniero Industrial de la Universidad de Santiago de Chile, representante del área química de la empresa Atacamalab, quienes patentaron esta tecnología bajo el nombre de Copper Armour, manifiesta, en una entrevista realizada, la intención por parte de la empresa de aplicar este revestimiento en entornos urbanos y expresa los avances que han logrado en esta materia.

Explica, además, que este sistema de aplicación tiene la ventaja de poder renovar mobiliario ya existente sin tener que invertir en uno nuevo, consiguiendo la aplicación antimicrobiana a un bajo costo en comparación con otros métodos de uso del cobre.

Copper Armour tiene una amplia experiencia en entornos hospitalarios, en los que se ha encargado de realizar revestimientos de superficies. Destaca su experiencia en recubrimiento de suelos, incluso en entornos de alimentación como restaurantes. (Flores, 2018)



**Imagen 6.** Aplicación de recubrimiento Copper Armour en superficies del Hospital Clínico de la Universidad de Chile. Fuente: Flores (2018)



**Imagen 7.** Aplicación de recubrimiento Copper Armour en piso de restaurant Baco para el control de Listeria. Fuente: Flores (2018)

## 4. Conclusiones

Con base en lo expuesto a lo largo de este artículo, sin duda podemos concluir que el cobre es un mineral que más que nunca cobra importancia al vernos enfrentados al riesgo constante del contagio de enfermedades mediante las superficies de contacto.

Queda evidenciado que a pesar de que Chile es un país con una minería de clase mundial, no posee la capacidad fundidora ni manufacturera para tener una industria basada en los productos elaborados en base a cobre y que la industria química relativa a los subproductos del cobre, es también muy reducida. Resulta curioso que un país con esa capacidad extractora y con la suficiente disponibilidad del mineral, deba depender de potencias mundiales, al exportar la materia prima y posteriormente importar el producto final terminado, aumentado en varias veces su valor.

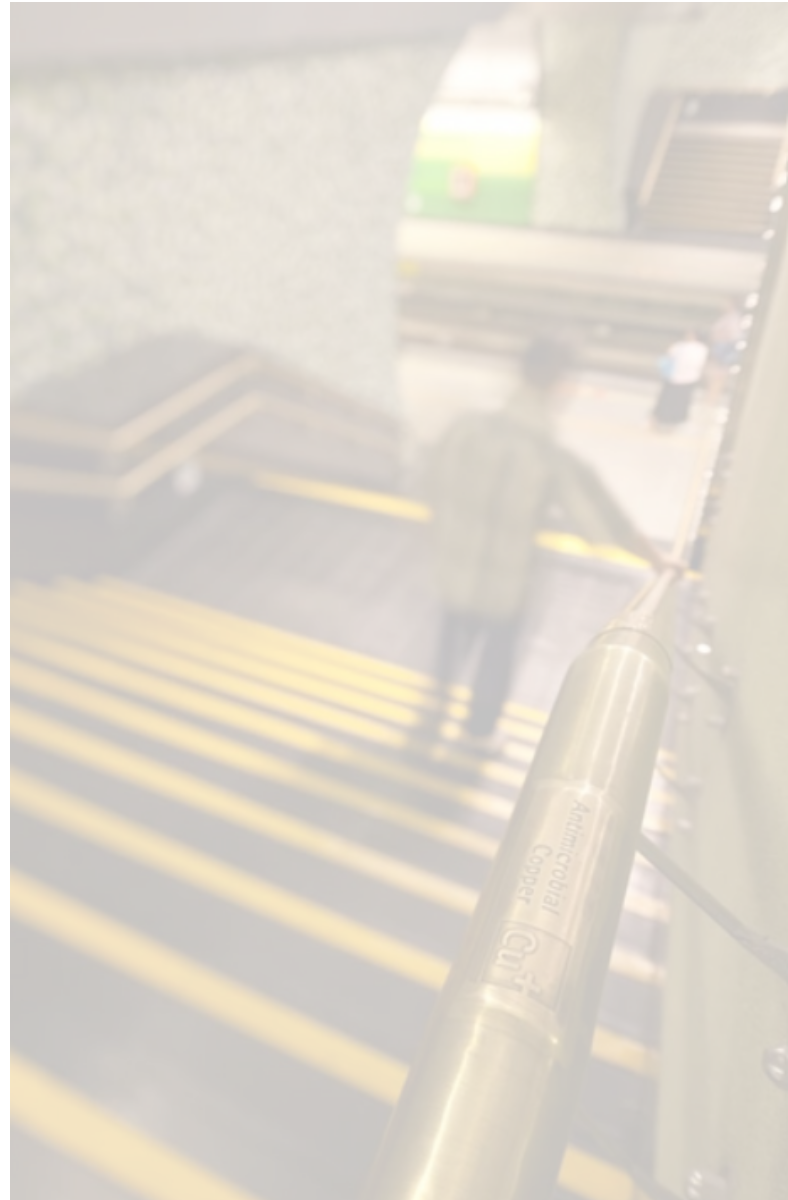
Se puede concluir que, al existir las tecnologías expuestas en el artículo, existe tanto la posibilidad como la intención de agregar el mineral a la superficie que lo requiera, pero existe un vacío entre la industria nacional de extracción y la comercialización final de estos productos, puesto que su manufacturado se realiza en el extranjero, a pesar de que esos mismos países importan cobre chileno.

Al existir un paso fantasma en la cadena de producción de superficies desinfectantes, la información disponible también resulta muy acotada, lo que dificulta la revisión de información. En este sentido, es que existen tecnologías disponibles en el mundo, que pueden ser comercializadas en Chile, que son posibles de aplicar a cualquier superficie. Las empresas consultadas muestran interés en aplicar sus tecnologías innovadoras al mobiliario urbano.

A pesar de que la oferta es bastante acotada en cuanto a formatos, se considera importante la existencia de empresas con la capacidad e interés de innovar diversificando su producto a entornos urbanos. Cabe destacar que aún si las empresas existentes pusieran todo de su parte para aplicar el mineral en entornos urbanos y públicos, este beneficio no iría en directo beneficio de los chilenos, ya que la obtención de los productos en base a cobre para su comercialización se obtienen de manufactureras extranjeras, debido a que la oferta nacional de manufactura del cobre se dedica principalmente a cables y cañerías, estas últimas, siendo comercializada únicamente a distribuidores masivos, lo que dificulta aún más la aplicación del mineral.

La producción nacional de cobre antimicrobiano es marginal, pudiendo ser de los exportadores más grandes del mineral considerando la vasta disponibilidad que este tiene en nuestro territorio, pudiendo significar grandes entradas a las arcas fiscales que irían en directo beneficio de las y los chilenos. Aunque se debe considerar que, de ser así, es un cambio gradual y depende del desarrollo de la industria dentro de las próximas décadas.

En este sentido, se considera que hay una falta de preocupación por parte de los Gobiernos en cuanto a la importancia del mineral y de los ingresos que este podría generar si se tuviera una visión a largo plazo de la explotación de los recursos naturales presentes en el territorio, en vez de una visión inmediata de las recaudaciones.



### **Agradecimientos:**

A Victor Garay, de COCHILCO y Andrea Cabello de Copper BioHealth y Copper BioCare por su gran aporte a la investigación.

A Isabel y Luis por todo. A Isabel por las risas.

A Coni y Josefa por la inspiración.

A Karin por el apoyo incondicional.

## Referencias

- CEPAL. (2020). *Los efectos del COVID-19 en el comercio internacional y la logística*. CEPAL.
- COCHILCO. (2017). *Tendencias de usos y demanda de productos de cobre*. Ministerio de Minería.
- Corporación Altaley. (2019). *Hoja de Ruta 2.0 de la Minería Chilena Actualización y consensos para una mirada renovada*.
- De Toledo, G., Toledo, V., & Lanfredi, A. (2020). *Promising Nanostructured Materials against Enveloped Virus*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(4), 1-22.
- Kampf, G., Todt, D., & Pfaender, S. (2020). *Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents*. *Journal of Hospital Infection*, 104(3), 246-251.
- Patrin, K. (2020). *Antimicrobial activity of copper surfaces against biofilm formation by Salmonella Enteritidis and its potential application in the poultry industry*. Elsevier.
- Prado, V., Vidal, R., & Durán, C. (2012). *Aplicación de la capacidad bactericida del cobre en la práctica médica*. *Rev Med Chile*, 140, 1325-1332.
- Ramírez, F. (2020, marzo 6). *¿Qué tanto afecta el Coronavirus a la economía mundial y nacional?* Universidad de Chile. <https://www.uchile.cl/noticias/161685/que-tanto-afecta-el-coronavirus-a-la-economia-mundial-y-nacional>
- Sociedad Nacional de Minería (Sonami). (2014, Septiembre). *CARACTERIZACIÓN DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA MINERÍA EN CHILE*. Gerencia de Investigación y Desarrollo.
- Stubrin, L. (2017). *Las empresas manufactureras de cobre en Chile*. CEPAL.
- Von Dessauer, B. (2015, diciembre 1). *Cobre bactericida: Aplicación en una unidad pediátrica*. *Cartografía de la Innovación*, 78-87.
- Flores, A. (2018) *“Aplicación de Nuevos Usos del Cobre en Superficies de contacto, para reducción de Infecciones Intrahospitalarias y su Impacto en los Presupuestos de Salud”*. Tesis MAGÍSTER EN INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y EMPRENDIMIENTO. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Morales, C. & Osorio, F. (2013) *Cobre chileno: el mejor negocio de las multinacionales: las inconsistencias en un mercado dominado por capitales extranjeros*. MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE PERIODISTA. Universidad de Chile.
- Gómez, M. (2009). *EL CPVC, COMO ALTERNATIVA AL USO DE COBRE EN CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE INTRADOMICILIARIA*. Universidad Austral de Chile.
- Sportelli, M., Izzi, M., Kukushkina, E., Hossain, S., et al. (2020) *Can Nanotechnology and Materials Science Help the Fight against SARS-CoV-2?* National Library of Medicine.
- Gómez, F. (2016) *Cobre: por qué se necesita una Política Nacional de Fundiciones*. CiperChile. Recuperado de: <https://www.ciperchile.cl/2016/04/12/cobre-por-que-se-necesita-una-politica-nacional-de-fundiciones/>
- Correa, F. (2016), *Encadenamientos productivos desde la minería de Chile*. Serie desarrollo productivo, CEPAL.
- Naranjo-Valencia, J. (2011) *¿Es la cultura organizativa un determinante de la innovación en la empresa?* Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa
- Arancibia, S., Donoso M., Venegas, R., Cárdenas, C. (2015) *Identificación de Factores Clave en la Cultura de Innovación. El Caso de la Mediana Minería en Chile*. *Journal of Technology Management & Innovation* vol.10 no.1

-Benavides, O., (2004) *La innovación tecnológica desde una perspectiva evolutiva*. Escuela Colombiana de Ingeniería.

-COCHILCO (2021) *Exportación de concentrados de cobre: caracterización de condiciones comerciales*. Dirección de Estudios y Políticas Públicas

-