

REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES

I.S.S.N.: 0213-7585

2ª EPOCA Septiembre-Diciembre 2017



110

SUMARIO

Paula Rodríguez-Modroño. Impactos de la crisis en las trabajadoras de las regiones de la Europa

Meridional. El caso de Andalucía

María Luz Garrido González, Irene Clara Pisón Fernández, Francisco Rodríguez de Prado y Antonio Vaamonde Liste. La titulización en las Cajas Gallegas: Un análisis comparado

Luz Dary Beltrán Jaimes, María del Carmen Delgado López y Humberto Ríos Bolívar. Análisis multisectorial y de cambio estructural de la economía Mexicana para el periodo 2003-2012

Patricia P. Iglesias Sánchez*, Carmen Jambrino Maldonado y Carlos De las Heras Pedrosa. La innovación en la Pyme: Barreras y facilitadores

Elena Pérez Laguela y Raquel Marbán Flores. «El impacto de la actividad de las compañías transnacionales mineras sobre la huella hídrica: el caso de la DET en Chile»

Vinko Muštra, PhD, Blanka Šimundi, PhD y Zvonimir Kuliš, MA. Effects of smart specialization on regional economic resilience in EU

Antonio A. Ramón Ojeda y Alejandro González Morales. Análisis histórico-geográfico del poblamiento en Gran Canaria

Recensiones y Reseñas Bibliográficas

El impacto de la actividad de las compañías transnacionales mineras sobre la huella hídrica: El caso de la DET en Chile

The impact of transnational mining companies activity on the water footprint: The case of DET in Chile

Elena Pérez Laguela
Raquel Marbán Flores
Universidad Complutense de Madrid

Recibido, Mayo de 2016; Versión final aceptada, Junio de 2017.

PALABRAS CLAVE: Huella hídrica, Commodities, Agua, Minería, Cobre (precio del).

KEY WORDS: Water footprint, Commodities, Water, Mining, Copper (price of).

Clasificación JEL: Q25, Q53, Q57.

RESUMEN

La escasez de los recursos naturales está impactando sobre la degradación del medio. Esto se ve seriamente agravado por la escasa o nula regulación para la protección del medio ambiente, lo que permite a algunas multinacionales reducir sus costes de producción sin asumir el impacto de su actividad sobre el entorno. Es el caso de compañías transnacionales mineras en América Latina, que utilizan agua en grandes cantidades sin estar obligadas a realizar procesos de control y depuración. Así, el presente artículo pretende analizar el impacto de esa forma de producción para tratar de mostrar la necesidad de implantar nuevas políticas que promuevan un desarrollo sostenible de la región.

ABSTRACT

Natural resource scarcity is causing environmental depletion. This problem is exacerbated by the lack of existing regulation to protect the environment, which allows multinational companies to reduce their manufacturing costs without taking responsibility for the impact of their activity on the environment. This is the case of transnational mining corporations in Latin America, which utilize large amounts of water without being obliged to monitor their production processes. Hence, this article aims to analyze the impact of this form of production in order to prove the need to implement policies that promote sustainable development within the region.

To this end, this article tries to offer an initial approach to the economic valuation of water usage in the División El Teniente (DET) copper mine in central Chile. The proposed methodology is

based on the concept of the Water Footprint and its different indicators that, combined, help the reader get a better conception of the broad picture. On the basis of the study carried out by Garcés Valenzuela, which is more focused on the engineering insights of the casuistry, we propose to supplement it with the analysis of the socio-economic impact of the production process within the mine. So, in calculating the economic value of the Water Footprint, we pretend to go beyond the economic outlook brought forward by mainstream Economics, and to associate the ecological and socio-economic views on the case at issue.

The economic value of the Water Footprint is calculated by linking the amount of blue and grey Water Footprint of the DET copper mine to the average monthly price of water along the three years covered by the study (2008, 2009 and 2010). As the value of the Water Footprint is very sensitive to the seasonal availability of water, its economic value should capture these cyclical specificities and the erratic evolution of water usage along a year, far from the image of strict stability of natural processes posited by mainstream Economics. Once the copper price is calculated with and without the effect of the Water Footprint in it, both cases can be compared, and we can proceed to evaluate the actual impact that the Water Footprint (which is a corollary of the impacts that human activities have on the environment) has on the final price of copper (which, with its market price, only considers the production costs, and not the environmental damage caused during its production process).

From our results, it can be deduced that, indeed, there is a seasonal difference on water usage and, hence, that the mentioned seasonal difference should be taken into account when assessing the actual economic price of copper. Grey Water Footprint values are dominated by the hydrological cycle, generating higher values during austral winter months. Conversely, the Grey Water Footprint values register lower values during the austral summer, due to the effect of lower rainfall. Thus, the real copper price we propose fluctuates along with the water usage to depict a more realistic price trend: one that contains (at least) a dimension of environment depletion, such as water usage in production processes.

The way the current economic model is designed, the price of copper worldwide ends up reaching a more or less stable number. However, if the cost of the Water Footprint is included in the final price, it makes the final price vary constantly depending on, on the one hand, climatic or environmental issues and, on the other hand, on the impact of the extraction processes on water quality. This implies that the price of copper increases as the impact on the Water Footprint of the industry at stake increases, or depending on the season of the year in which the mineral is extracted. Thus, the analysis presented here draws from the studies based on net income and user cost (insofar as they measure the depletion of resources by their use, discounting the net base of natural resources available for future years after that use) with an emphasis on hysteresis processes and the way it determines the price of copper, according to which the current price is defined by the way it has been reached. In other words: the dependence of the price on its history. Hence the importance of considering variables such as the Water Footprint that account for the available resource base, its depletion, existing reserves and degradation of the resource, measured in terms of environmental impact.

Taking into account all of the above, the new "variable" price (which would include the Water Footprint) could have two indirect positive effects on supply and demand. On the one hand, increasing the price of copper in the international market could reduce its consumption (as long as the entire extractive industry of the world copper included the water footprint in the price). By increasing the price, the consumer could be more aware of the impact that the production of a good has on the environment, raising social awareness and turning its consumption into something more sustainable in the medium and long term. On the other hand, companies, by raising the price of copper, would be more interested in introducing new technologies to reduce water consumption, so that this would impact on the final price of the product and the environment. This reduction of total water consumption would positively revert in terms of productivity for these companies, which could even provide copper ore at more competitive prices while respecting the sustainability of the environment.

All this leads us to think that these holistic valuation procedures could give way to a new reality, more in line with the scarcity of natural resources that could contribute to changing the current model of production and consumption. In this sense, we would approach the idea advocated by many economists on the need for a change in the economic model based on degrowth in a way that it reorganizes production and uses natural resources reasonably.

However, the other possible output resulting from the normalization of the economic valuation of natural resources and their adoption by mainstream Economics is very similar to that embraced by other raw materials and natural resources that have been endowed with economic value: its absorption within the financializing tendencies of the capitalist system and its assimilation within the derivatives markets governed by speculation. In the end, choosing one outcome or another ends up being an option of policy management. This is why, in the face of the threat of water becoming an object of commercialization in competitive markets (which would inhibit its characteristics as a special good, and would be dominated by those agents who could influence its price), policy makers should consider whether it would be ethical for water to go from being a common good to being a commodity.

1. INTRODUCCIÓN

En la década de los noventa, los autores Rees y Wackernagel desarrollaron un nuevo indicador biofísico de sostenibilidad que permitía medir los distintos impactos del ser humano sobre su entorno. Este concepto es conocido hoy en día como la huella ecológica. Pocos años después, en 2002, Hoekstra define por primera vez el concepto de huella hídrica y desarrolla una metodología y una web para difundir el cálculo del impacto del hombre (como consumidor o en el proceso productivo) sobre el uso del agua dulce. Desde entonces son muchos los estudios que han demostrado el efecto que la actividad del ser humano tiene, en términos de huella hídrica, tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados (Hoekstra, 2009a: 170; Vanham et al, 2013b: 5; Vanham y Bidoglio, 2013a: 70; Chouchane et al, 2015: 315;). En este sentido, este artículo pretende dar un valor a la huella hídrica de una transnacional minera aunando un concepto económico con uno medioambiental a fin de incluir en el precio final del producto el impacto de su huella hídrica. Para ello, se ha seleccionado para el estudio una de las industrias con mayor impacto sobre el agua que es la minería del cobre.

Este sector es clave en algunos países como Chile, donde representa el 10,8% de su PIB (Cochilco¹, 2015c). A pesar de la importancia económica que tiene la

1 La Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) fue creada en 1976 por el Decreto Ley N° 1.349. Es un organismo técnico y especializado del Estado chileno que depende del Ministerio de Minería. Su objetivo es preservar los intereses del Estado «en materias relacionadas con el cobre y sus subproductos y con todas las sustancias minerales metálicas y no metálicas, con excepción del carbón y los hidrocarburos, y desempeñar las funciones fiscalizadoras y las demás que le señala el presente decreto ley» (Ministerio de Minería, 1976).

minería del cobre para el país, esta industria lleva aparejada un considerable efecto negativo sobre su medio ambiente y, más concretamente, sobre el agua. En este sentido, se produce un doble impacto. El primero, derivado de la gran cantidad de agua que se requiere para la obtención del mineral. El segundo, como consecuencia de la contaminación del agua, que lleva implícito la extracción de este producto. Todo lo anterior justifica el estudio de la huella hídrica en un caso concreto: el mineral del cobre en Chile.

Partiendo del estudio realizado por Garcés Valenzuela (2011), que obtiene la huella hídrica en una industria minera en Chile, se ha calculado el precio final del cobre incluyendo el coste de su huella hídrica. Esto permite obtener una valoración contable más real, así como establecer evidencias sobre la existencia (o no) de diferencias entre el precio del cobre con y sin huella hídrica.

El presente trabajo se articula en cuatro apartados. Un primer apartado, de revisión bibliográfica, donde se hace un repaso a los principales representantes de la economía ecológica hasta nuestros días, así como a los orígenes del indicador de la «huella hídrica». En un segundo apartado, se presentan los objetivos de investigación. En el tercer apartado está la metodología utilizada para el cálculo del valor económico del cobre con y sin huella hídrica. En un cuarto apartado, se analiza como caso de estudio una de las principales industrias de la minería del cobre en la División² El Teniente () de la compañía Codelco, en Chile³. Por último, se presentan algunas reflexiones a modo de conclusión.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los bienes económicos se caracterizan por poseer un valor económico, que se determina por la disposición/voluntad a pagar por un bien (Lange, 2006; Shatanawi y Naber, 2011: 6). En la de 1992 se formularon unos principios rectores sobre el agua, de los que se extrajeron una serie de recomendaciones, y de los cuales destaca el principio número cuatro, que reconoce el valor económico del agua «en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina» (ICWE, 1992).

A nivel global, la Declaración de Dublín ha servido para desarrollar un marco de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) (Van der Zaag y Savenije, 2006: 11; FAO, 2004) a nivel global, aunque su aplicación resulta compleja y, en ocasiones, cuestiona la rigurosidad de la definición de los principios de la Declaración de Dublín, en tanto los contrapone (Van der Zaag y Savenije, 2006: 12). Esta conflictiva complejidad reside, en último término, en el carácter especial del agua como bien económico (Van

2 En Chile: Región.

3 Ver Anexo I.

der Zaag y Savenije, 2006: 13): el agua es un bien esencial, no es sustitutivo, es finito, fugitivo, es muy voluminoso y constituye, en sí mismo, un sistema (Puente Asuero, 2013; Martín-Ortega, 2011). Paradójicamente, son las características del agua descritas en la Declaración de Dublín las que dan pie a esta incompatibilidad entre su valoración económica y su valoración económica .

En cualquier caso, desde la economía, teniendo en cuenta el carácter sustancial y básico que el agua posee para el desarrollo de las actividades productivas, se han propuesto una serie de aproximaciones metodológicas a la valoración de los recursos hídricos. Muchas de ellas destacan por considerar como económicamente valorable únicamente la cantidad de agua que entra al sistema económico durante el proceso productivo, ignorando las fases anteriores y posteriores a su asimilación por el sistema, así como las «valoraciones residuales del recurso» (Lange, 2006). Es el caso de aquellas que se utilizan la valoración económica del agua como una herramienta para medir los servicios económicos que proporciona, o su aportación como , bienal sistema productivo, bien a un sector en concreto (Ghosh y Bandyopadhyay, 2009: 6 y ss.; Aylward , 2010). Estas posturas suelen situarse teóricamente próximas a la economía ambiental⁴.

Desde la economía ecológica, surgen una serie de voces disidentes con estas propuestas metodológicas buscando integrar el sistema productivo dentro del ciclo de agua, y no al contrario. Se reconoce que el sistema económico es finito, y está contenido dentro de un sistema mayor, que es el , el cual proporciona todos los bienes necesarios para la vida y el funcionamiento de todos los sistemas sociales (incluido el económico), y al cual se expulsan todos los residuos como resultado del desarrollo de la actividad económica. De este reconocimiento, surgen metodologías como la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos, inicialmente abanderada por Robert Costanza (Costanza y Folke, 1997; Costanza , 1997), que proponen un enfoque más holístico a la hora de relacionar el agua con el sistema productivo, o la huella ecológica, de cuya propuesta teórica y metodológica bebe este trabajo.

El concepto de «huella ecológica» fue acuñado por Mathis Wackernagel⁵, y William Rees⁶ como un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana y el uso que esa demanda hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionando lo anterior con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recur-

4 Dentro de esta corriente, se ha desarrollado un gradiente de técnicas de valoración que abarca desde la valoración directa (para la cual se utiliza el método de las preferencias declaradas) hasta la valoración indirecta (método de las preferencias reveladas) pasando por un gran número de modalidades y técnicas que pueden consultarse en Matthews (2001) y Carpintero (1999).

5 Un ingeniero mecánico que actualmente es el presidente del think tank Global Footprint Newtork

6 Economista ecológico, profesor de la Universidad de la Columbia Británica en Canadá, en 1990

7. El objetivo fundamental que se persigue al calcular las huellas ecológicas consiste en evaluar el impacto sobre el planeta de un determinado modo o forma de vida y compararlo con la capacidad de carga del planeta, por lo que es considerado como un indicador clave para la sostenibilidad. Su utilidad metodológica reside en que permite efectuar comparaciones entre sistemas de producción, bienes o comunidades humanas.

Siguiendo esta línea, poco después, en el año 2002, el profesor Arjen Hoekstra va más allá al desarrollar el concepto de «huella hídrica». Este concepto fue definido como la apropiación de agua dulce (en m³/ año), y desarrollado como un análogo de la «huella ecológica», que es un indicador de la utilización del espacio biológicamente productivo (en hectáreas) (Hoekstra ., 2011: 73). El interés por este tema hace que en el año 2008 el profesor Hoekstra creara la cuyo objetivo es la difusión en el ámbito internacional del concepto de huella hídrica, métodos y sus herramientas (Water Footprint Network, 2015) Además, Water Footprint (WF) incluye recomendaciones para consumidores, gobiernos y empresas (Chapagain and Orr, 2008; Gerbens leenes y Hoekstra, 2008)

Los primeros estudios realizados por Hoekstra y Hung (2002) y Chapagain y Hoekstra (2003-2004) ya distinguen los componentes de huella hídrica verde, azul y gris. La **huella hídrica verde** se refería al consumo de los recursos de agua verde (agua de lluvia en la medida en que no se convierta en agua de escorrentía y fluvial) que, posteriormente, se evapotranspira (Hoekstra , 2011: 29). La **huella hídrica azul** hacía referencia a al consumo de los recursos de agua azul (superficiales y subterráneos) a lo largo de la cadena de suministro de un producto. «Consumo», en este caso, hace referencia a la pérdida de agua de la masa total de agua superficial disponible en una cuenca. Las pérdidas se producen cuando el agua se evapora, cuando vuelve a otra zona de cuenca o el mar, o cuando se incorpora en un producto (Hoekstra , 2011: 23). Finalmente, la **huella hídrica gris** estaba vinculada a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes dadas unas concentraciones naturales de dichos contaminantes y unos estándares de calidad del agua ambiental determinados (Hoekstra , 2011: 30).

Además, para Hoekstra (Hoekstra ., 2011) los problemas hídricos están a menudo íntimamente relacionados con la estructura de la economía mundial. Son muchos los países que han externalizado significativamente su huella hídrica al importar bienes de otros lugares donde requieren un alto contenido de agua para su producción. Esto genera una enorme presión sobre los recursos hídricos en regiones exportadores que suelen carecer de mecanismos de buena gobernanza y conservación de los recursos hídricos (huella hídrica, 2016: web).

7 Analíticamente, representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos e, idealmente también el volumen de aire, necesarios para generar recursos y para asimilar los residuos producidos por cada población de acuerdo a su modo de vida, de forma indefinida. Dicha medida puede realizarse en base a diferentes escalas: individual, poblacional, regional, estatal e, incluso, global.

Posteriormente, otros autores desglosan el concepto de la huella hídrica en huella hídrica de empresa, de operaciones o de cadena de producción. (encuentro interempresarial de la eficiencia del uso del agua en el sector agroalimentario, Aldaya, M, 2002). Se entiende la huella hídrica empresa como el volumen de agua dulce que se emplea directa o indirectamente para hacer funcionar o mantener un negocio. Mientras que, la huella hídrica de operaciones, es el uso de agua directa por parte del productor para la producción, fabricación o actividad de mantenimiento. Por último, la huella hídrica de la cadena de distribución hace referencia al uso del agua indirecto en la cadena de distribución del producto.

Otro interesante concepto es el de agua vertical, definido por John Allan, como el volumen de agua requerido para producir un bien o servicio. Según este autor exportar un producto requiere gran cantidad de agua lo que equivale a exportar agua de ese país, dado que el país importador no necesita usar agua nacional para obtener determinados productos y pueden dedicarlo a otros usos (Allan, 1998).

Todos estos conceptos, finalmente, remiten a una cuestión: la posibilidad de poder evaluar económicamente los recursos hídricos. Es decir: dotar al agua de un valor de uso⁸, un valor de cambio, y una valoración crematística que la conviertan, al reunir todas esas características, en un bien económico⁹.

3. OBJETO Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Objeto de la investigación

Los datos de la ONU sobre la demanda potencial de agua a nivel mundial son realmente alarmantes al mostrar que se incrementará en un 55% para el año 2050. Y, si continúan los patrones actuales del consumo para el año 2025, dos tercios de la población mundial podría estar viviendo en un país bajo estrés hídrico (Informe UN Water,

8 Para Glenn-Marie Lange (2006), la característica que determina que el agua pueda ser considerada un bien económico es que se le dote de un valor de uso.

9 Dados el objeto de estudio de este artículo, y sus objetivos, no profundizaremos en la cuestión relativa a la caracterización del agua como un bien público, un bien libre o un bien común. Tampoco haremos mención a la discusión sobre la «tragedia de los comunes» ni a sus implicaciones teóricas o analíticas. En este sentido, recomendamos consultar los trabajos de González Reyes (2017), Kate O'Neill (2009, capítulos 1 a 3), MADRILONIA (2012) o Fernando Sabin (2012). De igual manera, aun siendo conscientes de la importancia que la controversia sobre la valoración económica del medio ambiente tiene dentro de la Economía –tanto a nivel general, como a nivel particular entre las corrientes de la Economía ambiental y la Economía ecológica (y, más aún, dentro de esta última)–, nos limitaremos a hacer una breve mención al disenso que se presenta en términos metodológicos y no consideraremos cuestiones éticas, morales o estéticas. Para una revisión sistemática de esta cuestión, remitimos al lector a la obra de Óscar Carpintero (1999).

2014). Estos datos dibujan una realidad marcada por la escasez de agua que tendrá mayor repercusión en aquellos países en desarrollo o más pobres.

Esta escasez, además, tendrá una especial incidencia en aquellos países o regiones donde operan determinadas industrias con mayor impacto ambiental. En el caso concreto de las compañías mineras, la localización geográfica de sus filiales se antoja especialmente relevante ya que la elección se basa, además de en ventajas de propiedad, localización e internalización¹⁰, se apoya en criterios cortoplacistas de carácter economicista. Todo ello, con el fin de mejorar sus ventajas comparativas y competitivas, mediante el uso de sus resortes y estrategias de poder para superar la «maldición de los recursos naturales»¹¹ y aprovechar las «oportunidades» (Stiglitz, 2012; Banco Mundial, 2006: 2) que éstos ofrecen en términos de eficiencia, sacrificando el equilibrio ambiental.

Empero, estas estrategias de desarrollo industrial inevitablemente pueden entrar en conflicto con otras dimensiones no económicas de la esfera sistémica global. Principalmente, con los subsistemas biogeoquímicos del planeta y, especialmente, con la sobreexplotación de los recursos naturales, que tiene un impacto significativo sobre los recursos escasos, como puede ser el agua. Tanto es así que el uso de importantes cantidades de agua en el proceso de extracción del mineral de cobre concentrado va en detrimento de otros usos del agua en Chile —especialmente el agrícola, pero también el doméstico.

Todo lo anterior lleva a plantear una línea de investigación cuyo objetivo es averiguar el coste real y, por tanto, el precio final que debería tener el mineral de cobre concentrado en Chile teniendo en cuenta el coste ecológico que su proceso de producción lleva implícito.

En este sentido, se analizará la variable «agua» y su efecto sobre el precio final del cobre por tener un mayor impacto desde un punto de vista medioambiental en este sector.

10 Conocido como el «Paradigma OLI», por sus siglas en inglés (), fue propuesto por John Dunning (1979; 1981; 1985), a modo de teoría ecléctica, en alusión a los tres tipos de ventajas que poseen las grandes empresas para efectuar la transnacionalización. Su propuesta consideraba que unas empresas disfrutaban de ventajas respecto a otras, que su localización no es indiferente ni puede ser ignorada y que tienen capacidad para generar conocimiento propio para mejorar la utilización de sus activos y de su organización.

11 La «maldición de los recursos» (, en inglés), conocida también como la «paradoja de la abundancia» (, en inglés), se refiere a la paradoja de que países y regiones con una abundancia de recursos naturales —especialmente de fuentes puntuales de recursos no renovables, como minerales y combustibles— tienden a tener un menor crecimiento económico y resultados de desarrollo peores que los países con menos recursos naturales. El término «maldición de los recursos» fue utilizado por primera vez por Richard Auty, en 1993, para describir cómo los países ricos en recursos naturales no podían utilizar esa riqueza para impulsar sus economías y cómo, en contra de toda intuición, estos países experimentaron un crecimiento económico menor que los países sin una abundancia de recursos naturales (Auty, 1993; Banco Mundial, 2006: 2).

El hecho de partir de las implicaciones que poseen las corporaciones en tanto que promotoras de degradación ambiental explica la doble necesidad de considerarlas como elemento central de este trabajo. Primero, por el lugar preponderante que ocupan en la dinámica económica mundial y por el carácter discrecional de sus estrategias productivas y comerciales. En segundo lugar, es necesario por las consecuencias de sus acciones y el impacto que sobre la degradación ambiental pueden ocasionar.

Es por ello que analizaremos la sostenibilidad, desde un punto de vista económico y ecológico, del proceso productivo del cobre si en el precio de producción fueran incluidas variables medioambientales. De esta forma, el análisis de la huella hídrica, y su posterior valoración económica, pueden llegar a proporcionar información al consumidor sobre la degradación ambiental de este proceso productivo.

Nos centraremos en el caso de la mina de la División El Teniente () de Codelco, en la VI Región de Chile que, aun tratándose de un caso particular, nos permitirá extraer algunas conclusiones a este respecto que podrían aplicarse a otras industrias extractivas de mineral en este país o en otras regiones que presenten ciertas similitudes con la industria en cuestión.

Metodología de investigación

Tal y como se ha señalado, el objetivo de este trabajo es analizar el impacto ambiental de la producción de cobre concentrado en el caso de la mina de la División El Teniente de Codelco, en Chile. Esto se llevará a cabo a través de la valoración económica de la «huella hídrica»¹².

Partiendo del estudio realizado por Garcés Valenzuela (2011), se ha dado un paso más allá: se ha calculado el valor económico de la huella hídrica para el caso concreto de la mina de la .

Algunos autores como Robert Costanza han calculado el valor económico del ecosistema terrestre, a modo de un PIB . Costanza lo tasa económicamente y lo compara con el valor del PIB mundial con el fin de constatar que los servicios que produce la Tierra, y que no son considerados ni en la contabilidad macroeconómica nacional ni en la internacional, llegan a triplicar¹³ el valor del PIB (Costanza, 1997).

12 La huella hídrica (, WF, por sus siglas en inglés), fue ideada como un indicador multidimensional, global, amplio y comprensivo de la apropiación de agua dulce (Hoekstra , 2009), frente a la medida tradicional y restringida de la «extracción de agua» () (Hoekstra ., 2011: 2). Cuenta con tres componentes, dependiendo del origen del agua consumida y las alteraciones con que dicha agua es devuelta al sistema (Hoekstra ., 2011 2): la huella hídrica verde, la huella hídrica azul y la huella hídrica gris.

13 Sin embargo, y como ya se ha mencionado, autores como Carpintero (1999: 135 y ss.) cuestionan la cifra que se aporta, al encontrar en la realización del estudio errores metodológicos que distorsionan el resultado final.

La fórmula que hemos diseñado para valorizar económicamente la huella hídrica es la que se detalla a continuación¹⁴:

$$\text{Precio}_{\text{Huella Hídrica}} = \text{Huella Hídrica} \times \text{Precio}_{\text{agua}} \quad (2)$$

Esta valoración nos permitirá obtener el precio del cobre que incluye la huella hídrica a través de la fórmula:

$$\text{Precio cobre}_{\text{con Huella Hídrica}} = \text{Precio cobre}_{\text{sin Huella Hídrica}} + (\text{Huella Hídrica} \times \text{Precio}_{\text{agua}}) \quad (3)$$

Respecto al precio del cobre¹⁵, éste se ha obtenido de fuentes oficiales: de la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI, 2015) y de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco, 2015a). El precio del agua¹⁶ se extrajo de la consulta histórica de precios del suministro de agua en la región, a través de la base de datos de la empresa suministradora, ESSBÍO VI S.A. (Superintendencia de Servicios Sanitarios (2015)). El cálculo de las huella hídrica azul y gris del concentrado de cobre han sido reproducidos de Garcés Valenzuela (2011)¹⁷.

Una vez obtenido el precio del cobre y la huella hídrica podremos comparar ambos y proceder a evaluar el impacto que puede estar teniendo la huella hídrica sobre el precio final.

El trabajo aquí presentado sólo analizará los años 2008, 2009 y 2010. Son muchas las dificultades que se han tenido para poder obtener¹⁸ datos más allá de estos años. A pesar de esta limitación, el presente estudio aporta una novedad al tratar de valorar económicamente un aspecto claramente medio ambiental como es la huella hídrica.

14 La propuesta de la fórmula se basa en un indicador para calcular el precio de la magnitud de agua (en m³) precisada por cada tonelada de concentrado de cobre producido. En este caso hemos considerado útil, por motivos de simplificación y de claridad expositiva, utilizar una función de producción básica (monótona creciente), en la que hemos considerado dos factores de producción: el concentrado de cobre, medido en toneladas métricas, y el agua, medida en metros cúbicos, siguiendo el esquema $F = (R_1, R_2)$, donde R_1 sería el cobre y R_2 el agua. Por tanto, para realizar la conversión de las magnitudes físicas en unidades monetarias, tal y como se indica en la fórmula (2), hemos recurrido al producto de los dos vectores: precio, en este caso del m³ de agua utilizado, (p) y cantidad de agua, medida a través de la huella hídrica azul y gris del concentrado de cobre, (q) manteniendo los demás vectores constantes, y efectuando las conversiones (ver Anexo V) de unidades necesarias para uniformizar las magnitudes, de tal forma que se obtenga una medida común (centavos de dólar, o dólares, por kilo).

15 Ver Anexo II.

16 Ver Anexo III.

17 Ver Anexo IV.

18 Se ha contactado con la empresa para tratar de obtener una serie de datos más extensa pero a día de hoy todavía no se han conseguido.

4. CASO DE ESTUDIO

Importancia de la minería de cobre en Chile

Chile produce el 30% del cobre de mina del mundo (Cochilco, 2015b). La minería del cobre en Chile supone un 10,8% del PIB (Cochilco, 2015c), siendo la segunda partida más importante, únicamente superada por la prestación de servicios financieros y personales lo que, dentro de un sistema económico mundial que tiende a la financiarización, dice mucho de la envergadura que para el sistema productivo chileno representa el cobre.

En términos de su inserción exterior, muy influida por la estructura productiva chilena, el cobre supone casi la mitad (49,5%) del total de sus exportaciones (Cochilco, 2015d) lo que, a su vez, da cuenta del histórico perfil monoexportador¹⁹ chileno. Asimismo, la industria del cobre recibe importantes remesas de la inversión extranjera directa (IED), en tanto el 95% de las empresas dedicadas a la explotación del mineral son filiales de compañías transnacionales (CTN) deslocalizadas en suelo chileno.

Desde sus inicios, Chile ha sido destacadamente un país minero (Fernandois , 2009: 4). La gran concentración geográfica de yacimientos está asociada a las franjas metalogénicas de la Cordillera de Los Andes, fuente de las riquezas minerales del Estado Chileno (Cochilco, 2014: 32).

En términos históricos, políticos y sociales, el cobre es parte de un importante capítulo en la vida nacional chilena. Desde el siglo XIX, la minería del cobre ha supuesto la mayor fuente de riqueza para la clase dirigente (Fernandois , 2009: 11) y ha contribuido a forjar una cultura minera en el país, que queda patente en «la cuestión del cobre».

Asimismo, el cobre es una importante fuente de recaudación²⁰ para el fisco y de financiación para las fuerzas armadas (Fernandois , 2009: 159), por lo que su importancia ya no se remite únicamente al ámbito de la gestión pública, sino a la geoestrategia, a la seguridad y a la defensa de la nación chilena.

19 Indudablemente ha tenido lugar un proceso de diversificación productiva en la estructura económica chilena derivado de la asunción de la imposibilidad, y del riesgo, de mantenerse en la monoexportación, derivado principalmente de los costes asociados a la fluctuación de los precios del mineral, y del surgimiento de fuertes competidores, como China, en el mercado de la oferta de cobre mundial. La expectativa de la desaparición del mercado del cobre sigue vigente (Fernandois , 2009: 4), y se teme que el ciclo del cobre esté llegando a su fin. De ahí que el peso del sector en las exportaciones se haya reducido de un 70% en la década de los noventa hasta menos de la mitad (49,5%) en 2014.

20 Empero, la cuestión de la tributación de las CTN extranjeras en el país ha sido objeto de debate desde la instalación de las primeras filiales. La tributación de primera categoría es del 16%, casi la mitad de la tributación vigente en otros países productores de cobre; además, el Gobierno no cobra por las regalías a las CTN por la explotación el producto (Biblioteca del Congreso Nacional, 2003: 65). Todo ello hace de Chile un enclave muy atractivo a la explotación del cobre para las CTN.

A pesar de los aspectos aparentemente positivos para el sector y para la economía chilena también hay aspectos negativos derivados del impacto medio ambiental que tiene este sector. Tal y como se apuntó anteriormente, la minería de cobre se caracteriza por el elevado uso de los recursos hídricos para la obtención del concentrado de cobre en las diferentes fases del proceso productivo: extracción por , concentración por flotación, fundición, electro-refinación y el consumo que se deriva de los campamentos y oficinas situados en torno a los yacimientos.

Además, en un contexto en que las previsiones tanto de extracción y producción de cobre, como de consumo de recursos hídricos, van en aumento²¹, el análisis del impacto económico-ambiental de la explotación del mineral se antoja esencial (Cochilco, 2014: 233).

No podemos olvidar que Chile está situado en una región mundial intermedia en lo que a niveles de escasez de agua y estrés hídrico se refiere. Dentro del país existe un gradiente de vulnerabilidad a la escasez hídrica. Las zonas del norte, comprendidas de la I a la III región, son las más afectadas, y su edafología, hidrología, flora y fauna se corresponden con las de un ecosistema desértico.

La División El Teniente de Codelco, donde se ha llevado a cabo este estudio, está emplazada en el sector de Colón y Sewell de la cordillera de Los Andes, en la VI Región de Chile, a 80 km del sur de Santiago y a una altura promedio de 2.100 metros sobre el nivel medio del mar (Garcés Valenzuela, 2011: 10)²². Históricamente, fue la primera mina explotada por capital transnacional, tomando la forma de enclave (Fernandois , 2009: 5).

La mina El Teniente es la más meridional dentro de las grandes minas de cobre existentes en Chile, razón por la cual no presenta los mismos niveles de estrés hídrico que los procesos mineros ubicados al norte del país (Vera, 2010 b en Garcés Valenzuela, 2011: 10).

Por ello, con el fin de evitar distorsiones relativas a la escasez de agua en las regiones más afectadas por el estrés hídrico, y para que el presente estudio se realice en las condiciones de observación más objetivas posible, se ha priorizado el análisis de esta explotación al encontrarse en una zona intermedia en cuanto a latitud y, por ende, clima e hidrología.

La DET²³ es considerada la mina subterránea de cobre más grande del mundo: se estima que su yacimiento cuenta con suficientes reservas para ser explotado durante el próximo siglo (Codelco, 2008 en Garcés Valenzuela, 2011: 10).

21 La Comisión Chilena del Cobre, Cochilco, (2014: 233) estima que, para 2021, la demanda de agua en la producción de la minería de cobre representará un aumento de un 38% respecto al año 2013. Se prevé que el consumo de agua fresca alcance los 18 m³/seg (en base a la capacidad máxima de producción), en el caso de que los proyectos en marcha «de desalinización e impulsión de agua de mar asociados a los nuevos proyectos se realicen» (Cochilco, 2014: 233).

22 Ver Anexo I.

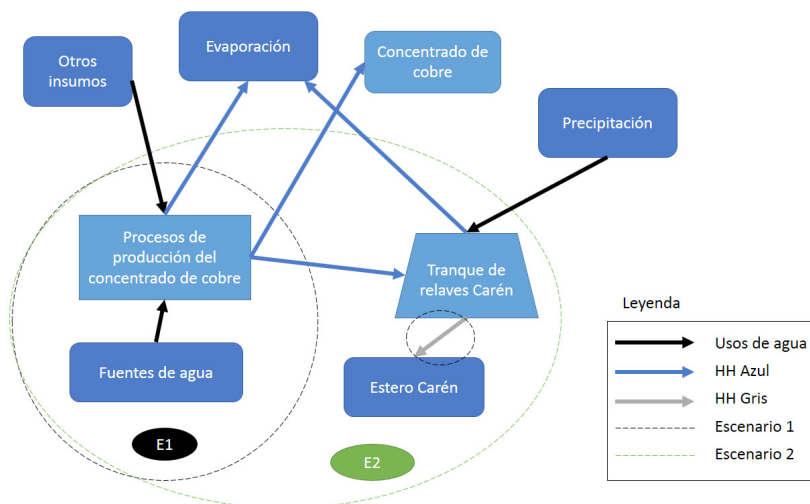
23 Los principales productos de la DET son lingotes de cobre refinado a fuego (RAF) y, en menor proporción, ánodos y cátodos de alta pureza y concentrado de cobre, producto intermedio en la producción de cobre RAF. Además, se obtienen como subproductos concentrado de molibdeno y ácido sulfúrico (Codelco, 2006 en Garcés Valenzuela, 2011: 10).

Todas estas cuestiones relacionadas con la importancia de esta explotación en el país nos llevaron a seleccionarlo para la investigación.

Estudio del valor económico de la huella hídrica en la DET

Tal y como se adelantó en el apartado de los objetivos, se han utilizado los datos de huella hídrica para los años 2008, 2009 y 2010 proporcionados por Garcés Valenzuela (2011: 39-40, 70-74).

FIGURA 1
DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS COMPONENTES DE LA HUELLA HÍDRICA DEL CONCENTRADO DE COBRE EN LA DIVISIÓN EL TENIENTE



Fuente: Elaboración propia a partir de Garcés Valenzuela (2011: 20).

En ellos, se ofrecen valores mensuales (en m³/agua por tonelada de concentrado) para dos escenarios²⁴. Éstos dependen de los límites geográficos que se adopten para

24 Dado que nuestro trabajo se presenta como la traslación económica de un trabajo, el de Garcés Valenzuela, de perspectiva más ingenieril, se ha decidido mantener la escala geográfica que utiliza el autor en su estudio, para dar cuenta del impacto económico y ecológico que se genera en el ecosistema que rodea a la mina. De haber propuesto otros límites geográficos, los resultados de impacto económico y ecológico no habrían hecho justicia a la problemática concreta de esta mina.

el cálculo de la huella hídrica. La extensión geográfica sobre la que se calcula la huella hídrica es en tanto que delimita las fuentes de agua fresca que se incluyen en el estudio.

En el caso de que se aumenten los límites geográficos del sistema a estudiar no se produce un trasvase entre cuencas hidrográficas. Por ello, el agua que se dirige al tranque²⁵ Carén no contribuiría a la huella hídrica azul²⁶ (Garcés Valenzuela, 2011: 20). Sin embargo, si se considerase que el tranque Carén entra dentro de los límites geográficos, se deberían contabilizar los consumos por evaporación que se generasen desde dicho tranque (Garcés Valenzuela, 2011: 20).

FIGURA 2
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA: MINA DET Y EMBALSES. DELIMITACIÓN DE LOS ESCENARIOS 1 Y 2



Fuente: Elaboración propia.

En el primer escenario, los límites geográficos son menores, ya que en ellos no se contabiliza el agua que proviene del tranque Carén, donde son conducidos los relaves que se obtienen como desecho de la producción. El tranque se sitúa en la Región Metropolitana, a 80 km del lugar donde se extrae el resto del agua que se utiliza en el proceso de producción.

25 En Chile, depósito artificial de agua, que se forma haciendo una presa en un valle o quebrada.

26 En cualquier caso, independientemente de los límites geográficos definidos, «la descarga desde el tranque [...] Carén siempre contribuye a la huella hídrica gris, dado que [...] mide el consumo de agua atribuida a la alteración de la calidad de los cuerpos de agua que reciben las descargas generadas en la producción, indistintamente del lugar donde ésta se realice» (Zarate, 2011 en Garcés Valenzuela, 2011: 20).

En el segundo escenario, los límites geográficos son mayores. En él se incluyen tanto el tranque como el estero²⁷ Carén, que surten a la DET del agua fresca necesaria para el proceso de producción.

Los argumentos utilizados por Garcés Valenzuela (2011: 21-22) para definir los límites geográficos de los dos escenarios se deben a las siguientes consideraciones: para el escenario 1,

La gran distancia que hay entre los puntos de extracción de agua y el punto donde el agua es devuelta al medio, y que entre ambos puntos existen importantes consumidores de agua, como por ejemplo, la planta de tratamiento de agua potable Los Nogales, que abastece del servicio a la ciudad de Rancagua (ESSBÍO, 2010 en Garcés Valenzuela, 2011: 21).

Y, para el escenario dos:

Los ríos desde donde se extrae agua para la DET pertenecen a la cuenca del río Rapel [...], y el estero Carén, donde se descargan las aguas del tranque Carén, pertenece a la misma cuenca. Además, el agua descargada al estero Carén, es utilizada por diversos agricultores y ganaderos aguas abajo del tranque Carén [...]. Finalmente, el agua que no usan dichos agricultores y ganaderos, se utiliza en el embalse Rapel para generación eléctrica. En caso que la DET no ocupara esa agua y no la tomara de los ríos nombrados anteriormente, esta agua también tendría como fin, la producción energética desde el embalse Rapel (Garcés Valenzuela, 2011: 22).

En tanto en la metodología específica para el cálculo de la huella hídrica (Hoekstra, 2011) no se aportan directrices al respecto de la demarcación de los límites geográficos, en este estudio se han mantenido los dos escenarios, y se ha calculado el valor económico de la huella hídrica para ambos.

En 2008, al coincidir los valores de la huella hídrica para ese año en ambos escenarios (Garcés Valenzuela, 2011: 70-71), la diferencia entre el «precio sin huella hídrica» y el «precio con huella hídrica» es inexistente.

Los valores²⁸ de los «precios con huella hídrica» oscilan entre los 56,96 \$/Kg de concentrado de cobre producido, en agosto, y los 14,39 \$/Kg, en marzo, lo que supone entre 36 (Δ 3.597%) y 8 (Δ 774%) veces el precio del concentrado de cobre «sin huella hídrica».

27 En Chile, arroyo o riachuelo.

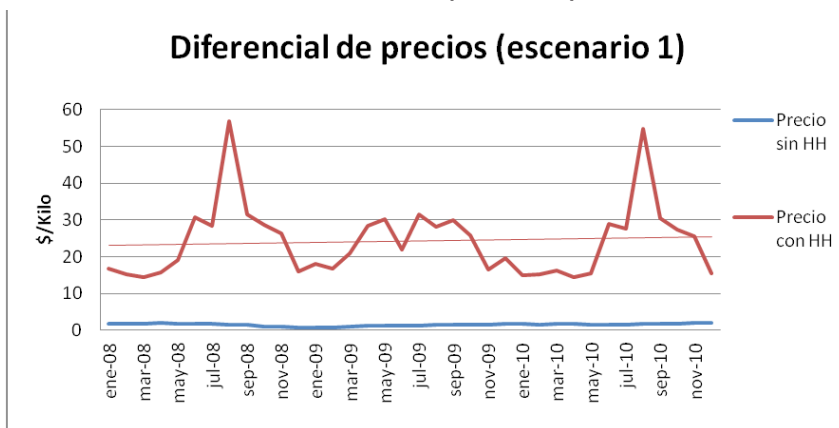
28 Ver Anexo VI: Diferencial de precios (2008), escenarios 1 y 2.

En 2009, los valores de la huella hídrica para los escenarios 1 y 2 son diferentes (Garcés Valenzuela, 2011: 39-40), por ello se analizarán los resultados obtenidos por separado.

Por una parte, en el escenario 1²⁹, los precios del concentrado de cobre «con huella hídrica» oscilan entre los 31,54 \$/Kg, en julio, y los 16,59 \$/Kg, en noviembre. Ello implica un incremento de precios del 2.488%, en julio, y un 1.058%, en noviembre.

Por otra parte, en el escenario 2³⁰, los precios «con huella hídrica» se sitúan entre los 21,57 \$/kg de cobre concentrado producido, en septiembre, y los 10,46\$/kg producido, en noviembre. Estos precios significan un aumento de entre el 1.456%, en septiembre, y el 667%, en noviembre.

FIGURA 3
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL DIFERENCIAL ENTRE EL «PRECIO CON HUELLA HÍDRICA» Y EL «PRECIO SIN HUELLA HÍDRICA» PARA EL ESCENARIO 1 (2008-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la huella hídrica de la DET obtenidos de Garcés Valenzuela (2011: 39, 70 y 72).

Finalmente, para el año 2010, los valores de la huella hídrica para los dos escenarios son, también, distintos. De nuevo, se procede a un análisis individual del diferencial de precios entre ambos escenarios.

29 Ver Anexo VII: Diferencial de precios (2009), escenarios 1 y 2.

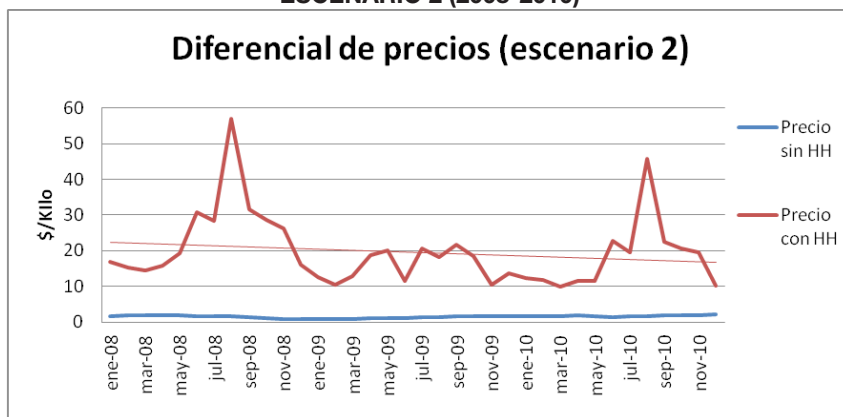
30 Ver Anexo VII: Diferencial de precios (2009), escenarios 1 y 2.

En primer lugar, en el escenario 1³¹, se obtiene un rango de precios «con huella hídrica» de entre los 54,84 \$/Kg de cobre concentrado producido, en agosto, y los 14,54 \$/Kg de cobre concentrado, en abril. Estas variaciones suponen entre 33 (Δ 3.331%) y 8 (Δ 831%) veces el precio original «sin huella hídrica» del concentrado de cobre.

En segundo lugar, en el escenario 2³², los precios que se derivan del cálculo del valor económico de la huella hídrica oscilan entre los 45,74\$/Kg de cobre concentrado, en agosto, y los 10,09 \$/Kg, en diciembre, lo que conlleva un crecimiento del «precio con huella hídrica» en 2010 de entre 27 (Δ 2.778%) y 5 (Δ 501%) veces el precio «sin huella hídrica».

Gráficamente, las diferencias entre los precios «sin huella hídrica» y los precios «con huella hídrica» pueden apreciarse en las Figuras 1 y 2:

FIGURA 4
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL DIFERENCIAL ENTRE EL «PRECIO CON HUELLA HÍDRICA» Y EL «PRECIO SIN HUELLA HÍDRICA» PARA EL ESCENARIO 2 (2008-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la huella hídrica de la DET extraídos de Garcés Valenzuela (2011: 40, 71 y 73).

En la Figura 1 se observa cómo la tendencia del diferencial de precios aumenta, inicialmente, pero tiende a estabilizarse al final del periodo de análisis mientras que, en la Figura 2, la línea de tendencia tiene una pendiente negativa a lo largo de todo el periodo de análisis.

31 Ver Anexo VIII: Diferencial de precios (2010), escenarios 1 y 2.

32 Ver Anexo VIII: Diferencial de precios (2010), escenarios 1 y 2.

La gran variación que se registra entre los valores y la tendencia en ambos escenarios es producto de la huella hídrica azul. Esto se debe a que, en el primer escenario (Figura 1), todo el agua que se dirige hacia el tranque Carén se considera como consumida. En el escenario 2 (Figura 2), sin embargo, se contabiliza como consumida únicamente la fracción de agua evaporada desde el embalse (Garcés Valenzuela, 2011: 42). Por su parte, los valores de la huella hídrica gris tienden a mantenerse estables a lo largo del periodo.

Por ello, la diferencia del «precio con huella hídrica» entre el escenario 1 (mayor) y el escenario 2 (menor) se determina, principalmente, por los valores de la huella hídrica azul. De ello se deduce que, a la hora de establecer los precios «con huella hídrica», la cantidad de agua física consumida es de gran importancia, ya que supone un mayor porcentaje dentro del valor de la huella hídrica total.

En la siguiente tabla aparecen recogidas las variaciones interanuales del diferencial de precios «con huella hídrica». En ella se aprecia cómo, en el apartado interanual el diferencial, que parte desde el mismo valor inicial, tiende a disminuir. De nuevo, se observa que la variación es progresivamente más acentuada en el escenario 2, lo que se corrobora con la variación registrada en el periodo, que es mucho más elevada (-48-86%) que en el escenario 1 (-11,20%).

CUADRO 1
VARIACIÓN INTERANUAL DEL DIFERENCIAL DE PRECIOS «CON HUELLA HÍDRICA» (EN \$/KG DE COBRE CONCENTRADO PRODUCIDO)

| Escenarios | dic-08 | dic-09 | dic-10 | Variación 08-09 | Variación 09-10 | Variación 08-10 |
|--------------------|--------|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Escenario 1 | 15,21 | 17,83 | 13,50 | 17,23% | -24,25% | -11,20% |
| Escenario 2 | 15,21 | 11,98 | 8,08 | -21,22% | -32,54% | -46,86% |

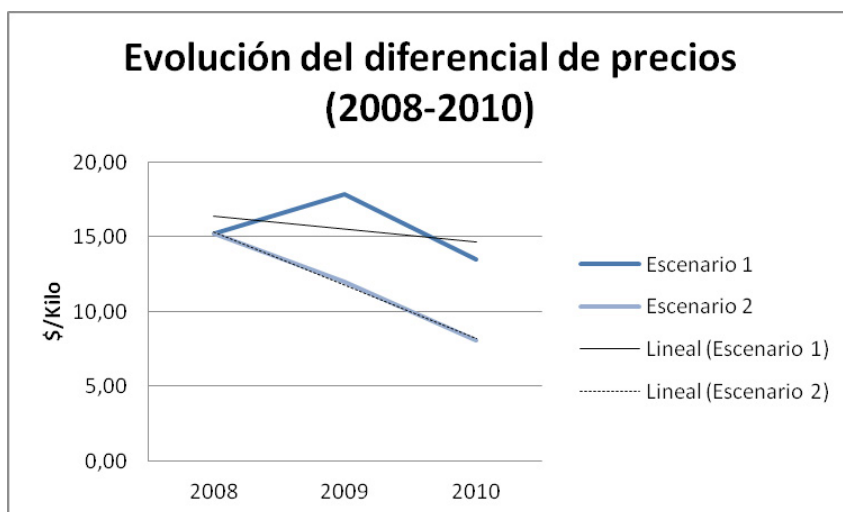
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la huella hídrica de la DET extraídos de Garcés Valenzuela (2011: 39, 40, 71, 72, 73).

En este caso se percibe cómo, de nuevo, los precios están determinados por el agua fresca consumida en el proceso productivo. Esto implica que, incluso en el año 2009, en el que tanto los valores de la huella hídrica (Garcés Valenzuela, 2011: 39) como los precios (ver anexos VI, VII y VIII) son más bajos que en los años 2008 y 2010, los valores de la huella hídrica y los precios «con huella hídrica» en el escenario 1 sean más altos, comparativamente, que los valores de la huella hídrica (Garcés Valenzuela, 2011: 40) y los precios «con huella hídrica» (ver anexos VI, VII y VIII) en 2009 en el escenario 2.

En la siguiente Figura, se aprecia de manera más clara la tendencia en el diferencial de precios para ambos escenarios. Se advierte cómo, para ambos, la línea de tendencia es negativa por lo que se puede inferir que la diferencia entre los precios «con huella hídrica» y «sin huella hídrica» puede tender a reducirse. Los factores explicativos de este comportamiento pueden ser, bien el uso más eficiente del agua en la DET, bien el incremento del uso de agua reciclada en los procesos de producción del concentrado de cobre.

En cualquier caso, como se puede observar en los anexos VI, VII y VIII, el diferencial de precios entre las consideraciones «con» y «sin» huella hídrica es todavía muy amplio. Por ello, el impacto medioambiental basado en el consumo de agua de la DET, aunque se reduce a lo largo del periodo en ambos escenarios, es aún notable.

FIGURA 5
EVOLUCIÓN DEL DIFERENCIAL DE PRECIOS, EN LOS ESCENARIOS 1 Y 2 (2008-2010)



Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de estos datos se pueden deducir dos corolarios.

Primero: que los «Precios con huella hídrica» son más altos en los meses de invierno austral, en los dos escenarios planteados en la investigación. Ello se debe a que los valores de la huella hídrica gris se rigen principalmente por el ciclo hidrológico³³, ya que «están determinados por el caudal descargado hacia el estero Carén y no por la calidad de la descarga» (Garcés Valenzuela, 2011: 43). Por lo tanto, los valores máximos

33 Esta cuestión resulta fundamental: el hecho de que los valores que determinan la huella hídrica gris se rijan principalmente por el ciclo hidrológico da muestras de la incoherencia que supone aislar el proceso productivo, en particular, del cobre y, en general, el proceso económico, de las leyes y fenómenos naturales. En último término, tanto el sistema económico como el proceso productivo se verán afectados por la disponibilidad de bienes y servicios sistémicos, que son caracterizados como .

se presentan en los meses de invierno, donde el aporte de agua desde la cuenca del estero Carén hacia el tranque son mayores (Garcés Valenzuela, 2011: 43), y porque en el verano austral las precipitaciones son menores: por eso la huella hídrica presenta valores mínimos. Entonces, independientemente del agua que provenga de los relaves, «en los meses de invierno las descargas hacia el estero serán mayores», lo que generará un mayor valor de la huella hídrica gris y, en consecuencia, una mayor huella hídrica total (Garcés Valenzuela, 2011: 43) y un aumento del «Precio con huella hídrica» para ese periodo.

Segundo: que, en 2009, los valores totales de la huella hídrica, en los dos escenarios, son más bajos que en 2008 y en 2010. En 2009, la huella hídrica azul está definida, casi en su totalidad, por el agua contenida en los relaves (Garcés Valenzuela, 2011: 42). Por ende, las variaciones mensuales que presenta la huella hídrica azul están directamente relacionadas con el «make up» de la DET, es decir, con el consumo de agua fresca realizado en la planta (Garcés Valenzuela, 2011: 42). Dichas variaciones mensuales se deben al resultado del uso que haga la DET del agua fresca de que disponen (Garcés Valenzuela, 2011: 42). Así, «una mayor recirculación del agua en sus procesos, por ejemplo, generará un menor “make up” y, por esta misma razón, una menor componente azul de su huella hídrica» (Garcés Valenzuela, 2011: 42). Consecuentemente, ello dará lugar a un menor valor de huella hídrica total y, finalmente, a un descenso en el «Precio con huella hídrica» para el año 2009.

Sin embargo, ese descenso del «make up» no puede sostenerse de manera permanente, debido a las características del proceso de producción del concentrado de cobre. Como el transporte de los relaves «requiere una cantidad mínima de agua, [de manera que su composición contenga, al menos] un 50% de humedad», la cantidad de agua incluida en los relaves en el ciclo siguiente, correspondiente al año 2010, ha de aumentar (Garcés Valenzuela, 2011: 42). Es por eso que, en el año 2010, se recogen unos valores de huella hídrica similares a los de 2008, registrándose también un aumento del nivel de precios respecto a 2009.

Si se deseara disminuir el componente azul de la huella hídrica de 2010 en adelante, para acercar sus valores a los del año 2009, sería necesario modificar la tecnología utilizada para disponer los relaves (Garcés Valenzuela, 2011: 42) de tal forma que se redujese el porcentaje de agua utilizado y, con él, el «make up» de la DET, su huella hídrica total y, de esa manera, disminuir el «Precio con huella hídrica» y el impacto ambiental asociado a la producción.

4. A MODO DE REFLEXIÓN

No es hasta bien entrada la segunda mitad del pasado siglo cuando la economía ecológica devuelve el medio ambiente a una posición de la que había sido desplazado desde el siglo XVIII: se le restituye en su condición de sistema amplio, en tanto que

sistema natural, dentro del cual se incluyen el resto de sistemas sociales, entre ellos el económico. De esta manera, la economía se percibe como un componente del ecosistema, y no al revés, manteniendo una escala sistémica diferente a la que propone la Economía ambiental, según la cual el medio ambiente se identifica como una parte de la Economía, entendida como un súper sistema que emerge por encima de los demás, tanto sociales como naturales.

A pesar de los años que han pasado, este enfoque, el propuesto por la economía ecológica, a día de hoy, no se aplica en realidad. En efecto, la producción de un bien o servicio lleva implícito un impacto negativo sobre el medio ambiente que no aparece reflejado en el precio final del mismo. En este sentido, la novedad de la presente investigación ha sido incluir en el precio final del cobre uno de los principales impactos que tiene su proceso productivo sobre el medio ambiente, es decir, la huella hídrica. Al hacer esto se ha detectado una enorme brecha entre el precio actual y huella hídrica lo que significa que, al considerar sólo uno de los efectos negativos que tiene este proceso productivo sobre el medio ambiente, el precio final real aumenta considerablemente.

Otra cuestión a destacar es que, tal y como está diseñado el modelo económico actual, el precio del cobre a nivel mundial es un precio más o menos estable. Sin embargo, si se incluye el coste de la huella hídrica en el precio final, éste varía constantemente en función, por un lado, de cuestiones climáticas o medio ambientales y, por otro, del impacto que vaya teniendo el proceso de extracción sobre el agua; algo que implicará que el precio del cobre aumente a medida que aumenta el impacto sobre la huella hídrica de esta industria, o en función de la estación del año en que se extraiga el cobre. De esta forma, el análisis aquí expuesto bebe de los estudios sobre y (en tanto que miden el agotamiento de recursos por su uso, descontando la base neta de recursos naturales disponibles para años futuros tras ese uso) haciendo hincapié sobre la que determina el precio del cobre, según la cual la forma en que se ha llegado a al precio actual es la que lo define. De ahí la importancia de la consideración de variables, como la huella hídrica, que contabilicen la base de recursos disponibles, su agotamiento, las reservas existentes y la degradación del recurso, medida en términos de impacto ambiental.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el nuevo precio «variable» (que incluiría la huella hídrica) podría tener dos efectos positivos indirectos sobre la oferta y la demanda. Por un lado, al aumentar el precio del cobre en el mercado internacional podría reducirse su consumo (siempre y cuando toda la industria extractiva del cobre mundial incluyera la huella hídrica en el precio). Al aumentar el precio, el consumidor podría ser más consciente del impacto que tiene la producción de un bien sobre el medio ambiente, generando de esta forma una conciencia social y convirtiendo su consumo en algo más sostenible a medio y largo plazo. Por otro lado, las empresas, al aumentar el precio del cobre, estarían más interesadas en introducir nueva tecnología para reducir el consumo del agua, de tal forma que esto impactaría sobre el precio final del producto y sobre su entorno. Esta reducción de consumo hídrico total revertiría positivamente en términos

de productividad para dichas empresas que podrían, incluso proporcionar el mineral de cobre a unos precios más competitivos respetando, al mismo tiempo, la sostenibilidad del medio.

Todo ello nos lleva a pensar que podría abrirse una puerta a una nueva realidad más en línea con la escasez de los recursos naturales que contribuya a cambiar el modelo actual de producción y consumo. En este sentido, nos acercáramos a la idea que defienden muchos economistas sobre la necesidad de un cambio del modelo económico basado en el decrecimiento que debe re-organizar la producción y utilizar razonablemente los recursos naturales (Latouche, 2010: 520).

El otro posible que resulta de la normalización de la valoración económica de los recursos naturales, y de su adopción por la economía, es muy similar al que presentan otras materias primas y recursos naturales a los que se les ha dotado de valor económico: su fagocitación dentro de las tendencias del sistema capitalista y su asimilación dentro de mercados de derivados regidos por la especulación.

En último término, el decantarse por uno u otro resultado, acaba siendo una opción de gestión política. Es por ello que, ante la amenaza de que el agua acabe por convertirse en un bien objeto de comercialización en mercados competitivos (que inhibirían sus características de bien, y que serían dominados por aquellos agentes que fueran capaces de influir en su precio), los deberíamos plantearnos si sería ético que el agua pasase de ser un bien común () a ser un bien mercantilizado ().

En cualquier caso, además de aventurar posibles resultados derivados de la mejor o peor gestión del agua en tanto que bien económico, sería muy útil llevar a cabo un ejercicio de rigor metodológico, destinado a sensibilizar y a concienciar de la dificultad de valorar los bienes naturales al constituir bienes intangibles en sí mismos: poseen valores y proporcionan servicios (de apoyo, de aprovisionamiento, de regulación, culturales...) que hacen que sea muy difícil dotarlos de valor económico. Todo ello, unido a la insuficiencia de datos (o a las deficiencias metodológicas de que adolecen algunas herramientas de valoración económica de bienes naturales), hace de esta gesta una aventura complicada.

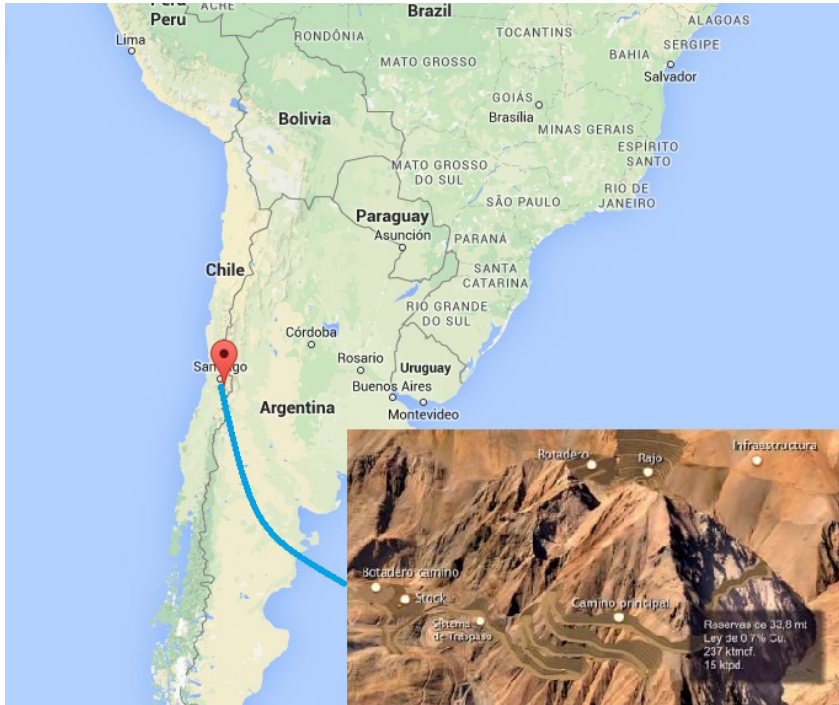
De aquí se desprende que, quizás, más que tratar de integrar el medio natural en el sistema económico, sea más (al menos, si se atiende a una clasificación por escalas) acoplar las necesidades del sistema económico a la capacidad de carga del medio, tal y como proponen metodologías como la huella ecológica, la huella hídrica, el análisis de flujos de materiales o el análisis del ciclo de vida de los productos. De esta manera las magnitudes físicas no precisarían de traslación económica, pues serían estas últimas las que estarían contenidas en las primeras para dar cuenta de la escala y el impacto que la actividad económica tiene sobre el medio ambiente.

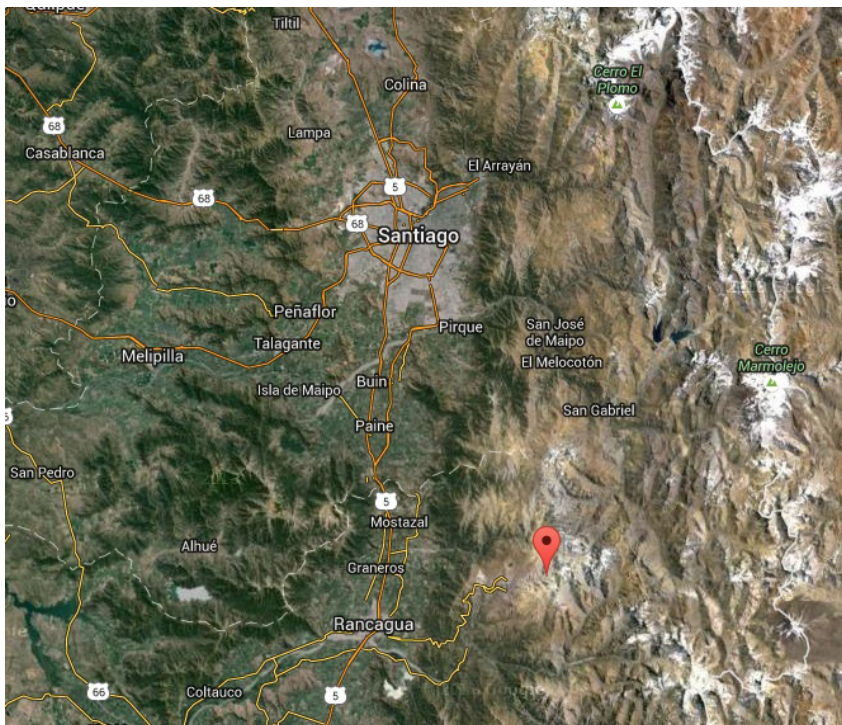
BIBLIOGRAFÍA

- ABOLINA E. y LUZADIS, V. A. (2013): "Forest sustainability and Social Policy: The Role of Ecosystem Services", en Wallimann, I. (ed.): *Environmental Policy is Social Policy* capítulo Social Policy is Environmental Policy, Toward Sustainability Policy. Nueva York. Springer, pp. 63-78.
- AUTY, R. M. (1993): *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. Londres: Routledge.
- AYLWARD, B.; SEELY, H.; HARTWELL, R. y DENGEL, J. (2010): *The Economic Value of Water for Agricultural, Domestic and Industrial Uses: A Global Compilation of Economic Studies and Market Prices*. Prepared for UN FAO. Ecosystem Economics.
- BANCO MUNDIAL (2006): *From Curse to Blessing. Natural Resources and Institutional Quality* [en línea]. Environment Matters 2006 [Consulta: 29 de abril de 2016], disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTENVMAT/64199955-1162240805462/21125342/9FromCurse.pdf>; 24-27.
- BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL (2003): *Apuntes relativos a la evolución de la política del cobre en Chile, haciendo énfasis en la tributación desde mediados del siglo XX hasta hoy. Breve síntesis de la historia del salitre hasta la fundación de la oficina Pedro de Valdivia*. Santiago de Chile, Biblioteca del Congreso Nacional.
- BOULDING, K. E. (2012): "La economía de la nave espacial Tierra", *Revista de Economía Crítica*, Madrid, número 14, segundo semestre 2012, pp. 327-338.
- CARPINTERO REDONDO, Ó. (1999): *Entre la economía y la naturaleza: la controversia sobre la valoración monetaria del medio ambiente y la sustentabilidad del sistema económico*, Madrid, editado por Los Libros de la Catarata.
- CARPINTERO REDONDO, Ó (2006): *La bioeconomía de Georgescu-Roegen*, Madrid, editorial Montesinos.
- CHOUCHANE, H.; HOEKSTRA A.Y.; MAARTEN S. y MEKONNEN M. (2015): "The water footprint of Tunisia from an economic perspective", *Ecological Indicators*, Vol. 52, mayo 2015, pp. 311-319.
- COCHILCO (2014): *Análisis de variables clave para la sustentabilidad de la minería en Chile*. Santiago de Chile, Cochilco.
- COCHILCO (2015a): "Precios del cobre refinado, mensual" [en línea]. Precios de los metales [Consulta: 1 de mayo de 2015], disponible en: <http://www.cochilco.cl/estadisticas/precio-metales.asp>
- COCHILCO (2015b): "Producción mundial de cobre de mina – anual principales países" [en línea]. Boletín mensual, marzo de 2015 [Consulta: 1 de mayo de 2015], disponible en: <http://www.cochilco.cl/productos/boletin.asp?anio=2015&mes=03&tabla=tabla34>
- COCHILCO (2015c): "Participación de cada sector en el Producto Interno Bruto a precios constantes – anual y trimestral" [en línea]. Boletín mensual, marzo de 2015 [Consulta: 1 de mayo de 2015], disponible en: http://www.cochilco.cl/productos/boletin.asp?anio=2015&mes=03&tabla=tabla17_2
- COCHILCO (2015d): "Participación del sector minero en las exportaciones del país – anual y trimestral" [en línea]. Boletín mensual, marzo de 2015 [Consulta: 1 de mayo de 2015], disponible en: http://www.cochilco.cl/productos/boletin.asp?anio=2015&mes=03&tabla=tabla18_2
- COSTANZA, R. y FOLKE, C. (1997): "Valuing ecosystem services with efficiency, fairness, and sustainability as goals", en Daily, G. (ed.). *Nature's Services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, D.C. Island Press, pp. 49-70.
- COSTANZA, R. *et al.* (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*, vol. 387, pp. 253-260.
- DREKONJA-KORNAT, G. (2002): "Manfred A. Max-Neef: El desarrollo a la medida humana", *D+C Desarrollo y Cooperación*, número 2, pp. 25-29.
- DUNNING J. (1979): "Explaining changing patterns of international production: in defence of the eclectic theory", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, vol. 41, número 4, pp. 269-295.
- DUNNING J. (1981): *International Production and the Multinational Enterprise*, Londres, Allen and Unwin.
- DUNNING (1985): *Multinational Enterprises, Economic Structure and International Competitiveness*, Chichester, John Wiley.

- FERNANDOIS, J. *et al.* (2009): *Historia política del cobre en Chile: 1945-2008*. Santiago de Chile, Centro de Estudios Bicentenario.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1996): *La ley de la entropía y el proceso económico*, Visor, Madrid, Fundación Argentina.
- GARCÉS VALENZUELA, M. (2011): *Análisis técnico de la Huella Hídrica como indicador de sustentabilidad del uso del agua en la producción del concentrado de cobre en División El Teniente de Codelco. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil*, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago de Chile.
- GONZÁLEZ REYES, L. (2017): "Bienes Comunes", Diccionario crítico de empresas transnacionales [en línea]. OMAL, disponible en: <http://omal.info/spip.php?article4842>
- GOSH, N. y BANDYOPADHYAY, J. (2009): "Methods of Valuation of Water Resources: A Review", *Sawas Journal*, vol. 1, número 1, pp. 19-50.
- HOEKSTRA, A. Y. (2009a): "Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis", *Ecological Economics*, vol. 68, número 7; pp. 1963-1974.
- HOEKSTRA, A. Y. *et al.* (2009b): "Reply to Pfister and Hellweg: Water footprint accounting, impact assessment, and life-cycle assessment" [en línea]. PNAS, Vol. 6, Núm. 140 [Consulta: 15 de abril de 2015 a las 10:53], disponible en: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0909948106>, p. E114.
- HOEKSTRA, A. (2011): *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*, Londres, Earthscan.
- LANGE, G-M. (2006): *Valuation of Water Resources. Center for Economy, Environment and Society*, The Earth Institute at Columbia University, Nueva York.
- LATOUCHE, S. (2010): "Degrowth", *Journal of Clearer Production*, vol. 18, pp. 519-522.
- ICWE (1992): *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development*, Irlanda, International Conference on Water and Environment
- MADRILONIA (2012): *Carta de los Comunes*, Madrid: Traficantes de Sueños.
- MINISTERIO DE MINERÍA (1976): Decreto Ley 1.349. Crea Comisión Chilena del Cobre y modifica Ley 16.624 [en línea]. [Consulta: 29 de septiembre de 2015 a las 12:06], disponible en: <http://bcn.cl/1mdzc>
- MARTÍNEZ ALIER, J. y ROCA JUSMET, J. (2013): *Economía ecológica y política ambiental*, México D.F.; Fondo de Cultura Económica.
- MARTÍN-ORTEGA, J. (2011): "Análisis estratégico del sector hídrico en Andalucía", número 92, pp.147-172.
- MATHEWS D.; BROOKSHIRE D. y CAMPANA M. (2001): *The economic value of water: results of a workshop in Caracas, Venezuela (November 2000)*. Publication NOWRP-4, Water Resources Program, The University of New Mexico, Albuquerque, NM.
- NAREDO, J. M. (2006): *El problema ambiental: limitaciones del enfoque económico convencional*, Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Más allá de los dogmas, Madrid, Siglo XXI.
- O'NEILL, K. (2009): *The Environment and International Relations*, Nueva York, Cambridge University Press.
- PÉREZ-AGOTE, A. (1979): *Medio ambiente e ideología en el capitalismo avanzado*, Madrid, Ediciones Encuentro.
- PUENTE ASUERO, R. (2013): "La Vega de Granada: de un espacio agrario en crisis a un complejo paisaje cultural", *Revista de Estudio Regionales*, número 96, pp. 181-213.
- SABÍN, F. (2012): "Los comunes como hipótesis política y práctica comunitaria", *Éxodo*, número 114.
- SHATANAWI M. y NABER S. (2011): "Valuing water from social, economic and environmental perspective", en Junier S. (ed); El Moujabbet M. (ed.); Trisorio-Liuzzi G. (ed.); Tigrek S. (ed.); Sernequet M. (ed); Choukr-Allah R. (ed.); Shatanawi M. (ed.) y Rodríguez R. (ed.). *Dialogues on Mediterranean water challenges: Rational water use, water price versus value and lessons learned from the European Water Framework Directive. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens*, núm. 98, pp. 109-117.
- SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA (SONAMI) (2015): "Precio histórico del cobre" [en línea], *Estadísticas* [Consulta: 1 de mayo de 2015 a las 14:02], disponible en: http://www.sonami.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=224&Itemid=117
- STIGLITZ, J. E. (2012): "De la maldición a la bendición de los recursos naturales" [en línea], *El Espectador* [Consulta: 29 de abril de 2015 a las 10:02]. 18 de agosto de 2012, disponible en: <http://www.elespectador.com/opinion/de-maldicion-bendicion-de-los-recursos-naturales>

- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS (2015): Variación de cargos, histórico desde marzo 2005 [en línea], *Tarifas históricas* [Consulta: 1 de mayo de 2015 a las 13:50], disponible en: <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3514.html>
- VAN DER ZAAG, P. y SAVENIJE, H. H. G. (2006): *Water as an Economic Good: The Value of Pricing and the Failure of Markets*, Value of Water Research Report Series, número 19, Delft: UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- VANHAM, D. y BIDOGLIO, G. (2013a): "A review on the indicator water footprint for the EU28", *Ecological Indicators*, vol. 26, marzo 2013, pp. 61-75.
- VANHAM, D., MEKONNEN, M. M. y HOEKSTRA, A. Y. (2013b): "The water footprint of the EU for different diets", *Ecological Indicators*, vol. 31, pp. 1-8.
- WATER FOOTPRINT NETWORK (2015): Product water footprint [en línea]. [Consulta: 29 de septiembre de 2015 a las 12:12], disponible en: <http://waterfootprint.org/en/water-footprint/product-water-footprint/>





Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.



Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.

ANEXO II
PRECIO HISTÓRICO DEL COBRE, MENSUAL (2008-2010)

| | Nominal | | Real ¹ | |
|------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------|
| | BML / LME ² | COMEX ³ | BML / LME | COMEX |
| Enero 2008 | 320,283 | 320,171 | 357,7 | 357,6 |
| Febrero | 357,780 | 358,955 | 395,9 | 397,2 |
| Marzo | 382,800 | 381,108 | 411,8 | 410,0 |
| Abril | 393,942 | 393,939 | 417,2 | 417,2 |
| Mayo | 380,235 | 377,421 | 391,0 | 388,1 |
| Junio | 374,694 | 368,974 | 377,8 | 372,0 |
| Julio | 381,655 | 375,939 | 375,4 | 369,8 |
| Agosto | 346,304 | 343,640 | 351,8 | 349,1 |
| Septiembre | 317,100 | 314,293 | 325,6 | 322,7 |
| Octubre | 223,426 | 218,565 | 242,3 | 237,0 |
| Noviembre | 168,600 | 168,497 | 192,8 | 192,7 |
| Diciembre | 139,343 | 138,798 | 164,8 | 164,2 |
| Enero 2009 | 146,088 | 147,848 | 172,5 | 174,6 |
| Febrero | 150,353 | 150,639 | 179,5 | 179,9 |
| Marzo | 170,086 | 171,698 | 204,5 | 206,5 |
| Abril | 199,878 | 204,614 | 239,0 | 244,6 |
| Mayo | 207,230 | 210,613 | 245,3 | 249,3 |
| Junio | 227,429 | 228,339 | 264,1 | 265,1 |
| Julio | 236,573 | 238,555 | 277,2 | 279,6 |
| Agosto | 279,653 | 281,060 | 323,1 | 324,7 |
| Septiembre | 281,065 | 281,479 | 326,4 | 326,8 |
| Octubre | 285,218 | 287,857 | 329,1 | 332,2 |
| Noviembre | 302,800 | 303,530 | 345,1 | 345,9 |
| Diciembre | 316,685 | 318,773 | 359,5 | 361,8 |
| Enero 2010 | 335,035 | 333,766 | 372,3 | 370,9 |
| Febrero | 310,628 | 311,918 | 346,9 | 348,4 |
| Marzo | 338,508 | 339,541 | 373,3 | 374,5 |
| Abril | 351,311 | 351,919 | 385,1 | 385,8 |
| Mayo | 310,152 | 310,578 | 339,3 | 339,8 |
| Junio | 294,803 | 293,707 | 324,8 | 323,6 |
| Julio | 305,506 | 306,426 | 335,5 | 336,5 |
| Agosto | 330,395 | 331,982 | 361,2 | 363,0 |
| Septiembre | 349,688 | 351,798 | 382,3 | 384,6 |
| Octubre | 376,137 | 377,312 | 407,5 | 408,8 |
| Noviembre | 384,188 | 384,207 | 413,8 | 413,8 |
| Diciembre | 414,913 | 416,973 | 442,2 | 444,4 |

Fuente: Elaboración a partir de Cochilco (2015a).

ANEXO III
TARIFAS DE AGUA POTABLE EN LA COMUNA DE MACHALÍ³⁴
(2007 – 2011)

| Localidad/ sector | Vigente a contar de | Cargo | No Punta | No Punta | Punta | Punta | Sobreconsumo | Sobreconsumo |
|----------------------|------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | Fijo | AP | ALC | AP | ALC | AP | ALC |
| MACHALÍ | 01-ene-2011 | 615 | 358,45 | 420,54 | 358,28 | 0 | 902,86 | 0 |
| MACHALÍ | 08-jun-2010 | 608 | 354,62 | 416,05 | 354,45 | 0 | 893,21 | 0 |
| MACHALÍ | 15-ago-2009 | 608 | 354,62 | 416,05 | 354,45 | 0 | 893,21 | 0 |
| MACHALÍ | 15-abr-2009 | 611 | 366,31 | 427,63 | 366,15 | 0 | 922,54 | 0 |
| MACHALÍ | 15-feb-2009 | 611 | 378,3 | 438,36 | 378,14 | 0 | 953,09 | 0 |
| MACHALÍ | 15-dic-2008 | 623 | 392,1 | 451,31 | 391,96 | 0 | 988,99 | 0 |
| MACHALÍ | 15-oct-2008 | 619 | 379,85 | 434,5 | 379,75 | 0 | 961,28 | 0 |
| MACHALÍ | 15-ago-2008 | 606 | 367,32 | 421,18 | 367,23 | 0 | 929,66 | 0 |
| MACHALÍ | 16-jun-2008 | 591 | 347,65 | 402,05 | 347,54 | 0 | 879,12 | 0 |
| MACHALÍ | 15-dic-2007 | 572 | 330,85 | 385,42 | 330,71 | 0 | 834,65 | 0 |
| | | \$/mes | m ³ /mes | m ³ /mes | m ³ /mes | m ³ /mes | m ³ /mes | m ³ /mes |

Fuente: elaboración a partir de Superintendencia de Servicios Sanitarios (2015).

34 La Comuna de Machalí es donde se sitúa la Mina El Teniente, en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

ANEXO IV
CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA (OBTENIDO DE GARCÉS VALENZUELA, 2011): 2008, 2009 Y 2010.
2008

| Escenario 1 | 2008 | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | |
| Mes | WFP Azul | | | | | | | | | | | | |
| Concentrado producido | [Ton _{concentrado}] | 116.972 | 107.054 | 124.979 | 83.743 | 79.937 | 113.982 | 126.051 | 120.513 | 120.118 | 122.803 | 130.122 | 133.039 |
| Ev. Embalaje Sapos | [m ³ _{agua} /mes] | 97.324 | 73.600 | 61.540 | 38.656 | 19.173 | 10.824 | 11.751 | 17.008 | 26.904 | 41.439 | 60.612 | 77.930 |
| Ev. Esparadores | [m ³ _{agua} /mes] | 11.890 | 8.992 | 7.518 | 4.723 | 2.342 | 1.322 | 1.436 | 2.078 | 3.287 | 5.063 | 7.405 | 9.521 |
| Total evaporación | [m ³ _{agua} /mes] | 109.214 | 82.592 | 69.058 | 43.378 | 21.516 | 12.146 | 13.187 | 19.086 | 30.191 | 46.501 | 68.017 | 87.450 |
| Agua incorporada en el producto | [m ³ _{agua} /mes] | 12 | 10.705 | 12.498 | 8.374 | 7.994 | 11.398 | 12.605 | 12.501 | 12.012 | 12.280 | 13.012 | 13.304 |
| Travase de cuenca | [m ³ _{agua} /mes] | 4.044.084 | 2.941.097 | 3.252.845 | 2.086.188 | 2.402.213 | 3.382.285 | 3.518.707 | 3.571.299 | 3.352.959 | 3.679.000 | 3.549.876 | 3.886.753 |
| HH azul concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{agua} /Ton _c] | 28,3 | 26,7 | 25,6 | 30,4 | 29,9 | 28,1 | 29,9 | 28,3 | 30,4 | 27,9 | 30,0 | 30,0 |
| WFP Gris | | | | | | | | | | | | | |
| Efluente Embalse Carén | [m ³ _{agua} /mes] | 1.173.744 | 1.317.859 | 1.299.629 | 1.311.811 | 1.857.168 | 8.659.181 | 7.931.347 | 23.698.656 | 9.573.120 | 6.903.360 | 6.036.854 | 1.339.200 |
| Canal de infiltraciones muro | [m ³ _{agua} /mes] | 57.974 | 95.818 | 67.997 | 45.014 | 72.058 | 292.550 | 290.477 | 425.261 | 369.446 | 313.459 | 201.139 | 111.974 |
| % asociado a producción concentrado de cobre | % | 93 | 93 | 93 | 94 | 91 | 95 | 94 | 92 | 94 | 93 | 92 | 91 |
| De carga a estero Carén asociado a concentrado | [m ³ _{agua} /mes] | 1.147.552 | 1.318.921 | 1.279.333 | 1.237.995 | 1.850.498 | 8.406.194 | 7.751.412 | 22.085.918 | 9.352.825 | 6.747.210 | 5.747.567 | 1.323.069 |
| Concentración sulfato descarga estero carén | [mg/l] | 2.066 | 2.028 | 2.200 | 2.224 | 1.924 | 1.562 | 1.576 | 1.320 | 1.372 | 1.623 | 1.763 | 1.784 |
| Razón concentración descarga y norma DS 80 | | 1,03 | 1,01 | 1,10 | 1,11 | 0,96 | 0,78 | 0,79 | 0,66 | 0,69 | 0,81 | 0,88 | 0,89 |
| Caudal aportante WFP Gris Sulfato | [m ³ _{agua} /mes] | 1.158.421 | 1.337.275 | 1.407.535 | 1.376.790 | 1.780.207 | 6.581.531 | 6.107.299 | 14.576.595 | 6.416.412 | 5.474.652 | 5.065.877 | 1.180.052 |
| HH gris concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{agua} /Ton _c] | 12,5 | 11,3 | 11,3 | 16,4 | 22,3 | 57,7 | 48,5 | 121,0 | 53,4 | 44,6 | 38,9 | 8,9 |
| HH concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{agua} /Ton _c] | 40,8 | 37,9 | 42,1 | 52,7 | 87,6 | 76,6 | 81,7 | 150,8 | 75,0 | 66,8 | 38,8 | 38,8 |

| Escenario 2 | Mes | 2008 | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Concentrado producido | [Ton _{concentrado}] | 116.972 | 107.054 | 124.979 | 83.743 | 79.937 | 113.982 | 126.051 | 120.513 | 120.118 | 122.803 | 130.122 | 133.039 |
| Ev. Embalse Sapos | [m ³ _{agua} /mes] | 97.324 | 73.600 | 61.540 | 88.656 | 19.173 | 10.824 | 11.751 | 17.008 | 26.904 | 41.439 | 60.612 | 77.930 |
| Ev. Espectadores | [m ³ _{agua} /mes] | 11.890 | 8.992 | 7.518 | 4.723 | 2.342 | 1.322 | 1.436 | 2.078 | 3.287 | 5.063 | 7.405 | 9.521 |
| Total evaporación | [m ³ _{agua} /mes] | 109.214 | 82.592 | 69.058 | 43.378 | 21.516 | 12.146 | 13.187 | 19.086 | 30.191 | 46.501 | 68.017 | 87.450 |
| Agua incorporada en el producto | [m ³ _{agua} /mes] | 11.697 | 10.705 | 12.498 | 8.374 | 7.994 | 11.398 | 12.605 | 12.051 | 12.012 | 12.280 | 13.012 | 13.304 |
| Trasvase de cuenca | [m ³ _{agua} /Ton _c] | 4.044,064 | 2.941,097 | 3.252,845 | 2.096,188 | 2.402,213 | 3.382,285 | 3.518,707 | 3.571,299 | 3.352,959 | 3.679,040 | 3.549,876 | 3.886,753 |
| HH azul concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{agua} /Ton _c] | 35,6 | 28,3 | 26,7 | 25,6 | 30,4 | 29,9 | 28,1 | 29,9 | 28,3 | 30,4 | 27,9 | 30,0 |
| WFP Gris | | | | | | | | | | | | | |
| Efluente Embalse Carén | [m ³ _{agua} /mes] | 1.173.744 | 1.371.859 | 1.299.629 | 1.311.811 | 1.857.168 | 8.659.181 | 7.931.347 | 23.698.656 | 9.573.120 | 6.903.360 | 6.036.854 | 1.339.200 |
| Canal de infiltraciones muero | [m ³ _{agua} /mes] | 57.974 | 95.818 | 67.997 | 45.014 | 72.058 | 292.550 | 290.477 | 425.261 | 369.446 | 313.459 | 201.139 | 111.974 |
| % asociado a producción concentrado de cobre | % | 93 | 93 | 94 | 91 | 96 | 94 | 94 | 92 | 94 | 93 | 92 | 91 |
| Descarga a estero Carén asociado a concentrado | [m ³ _{agua} /mes] | 1.147.552 | 1.318.921 | 1.279.333 | 1.237.995 | 1.850.498 | 8.426.194 | 7.751.412 | 22.085.918 | 9.352.825 | 6.747.210 | 5.747.567 | 1.323.069 |
| Concentración sulfato de descarga estero carén | [mg/l] | 2.066 | 2.028 | 2.200 | 2.224 | 1.924 | 1.560 | 1.576 | 1.320 | 1.372 | 1.623 | 1.763 | 1.784 |
| Razón concentración descarga y norma DS 80 | . | 1.03 | 1.01 | 1.10 | 1.11 | 0.96 | 0.78 | 0.79 | 0.66 | 0.69 | 0.81 | 0.88 | 0.89 |
| Caudal aportante WFP Gris Sulfato | [m ³ _{agua} /mes] | 1.185.421 | 1.337.273 | 1.407.535 | 1.376.799 | 1.780.207 | 6.981.531 | 6.107.299 | 14.576.595 | 6.416.412 | 5.474.652 | 5.065.877 | 1.180.052 |
| HH Gris concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{agua} /Ton _c] | 10,1 | 12,5 | 11,3 | 16,4 | 22,3 | 57,7 | 48,5 | 121,0 | 53,4 | 44,6 | 38,9 | 8,9 |
| HH concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{agua} /Ton _c] | 45,7 | 40,8 | 37,9 | 42,1 | 52,7 | 87,6 | 76,6 | 150,8 | 81,7 | 75,0 | 66,8 | 38,8 |

2009

| Escenario 1 | Mes | 2009 | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| | | WFP Azul | | | | | | | | | | | |
| Concentrado producido | [Ton _{concentrado}] | 120.287 | 108.561 | 121.436 | 114.954 | 131.075 | 127.600 | 117.071 | 137.535 | 139.256 | 40.136 | 136.199 | 124.061 |
| Ev. Embalse Sapos | [m ³ _{sgu} /mes] | 97.324 | 73.600 | 61.540 | 38.656 | 19.173 | 10.824 | 11.751 | 17.008 | 26.904 | 41.439 | 60.613 | 77.930 |
| Ev. Espesadores | [m ³ _{sgu} /mes] | 11.890 | 8.992 | 7.518 | 4.723 | 2.342 | 1.322 | 1.436 | 2.078 | 3.287 | 5.036 | 7.406 | 9.521 |
| Agua incorporada en el producto | [m ³ _{sgu} /mes] | 12.029 | 10.856 | 12.144 | 11.495 | 13.108 | 12.760 | 11.707 | 13.754 | 13.926 | 14.014 | 13.612 | 12.460 |
| Trasvase de cuenca | [m ³ _{sgu} /mes] | 3.895.356 | 3.444.612 | 3.979.540 | 3.844.769 | 4.077.545 | 3.838.488 | 3.743.264 | 4.021.845 | 3.843.444 | 3.857.770 | 3.716.164 | 3.808.286 |
| HH azul concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{sgu} /Ton _{co}] | 32.6 | 33.4 | 33.9 | 33.9 | 31.4 | 30.3 | 32.2 | 29.5 | 27.9 | 28.0 | 27.9 | 31.5 |
| | | WFP Gris | | | | | | | | | | | |
| Efluente Embalse Carén | [m ³ _{sgu} /mes] | 1.339.200 | 864.000 | 2.582.496 | 4.277.664 | 6.410.880 | 3.723.840 | 7.045.920 | 7.758.634 | 9.733.478 | 6.960.384 | 2.303.424 | 3.154.464 |
| Canal de infiltraciones muro | [m ³ _{sgu} /mes] | 109.814 | 74.390 | 202.262 | 264.470 | 283.910 | 206.842 | 211.853 | 325.987 | 257.472 | 247.363 | 0 | 0 |
| % asociado a producción concentrado de cobre | % | 92 | 93 | 82 | 95 | 95 | 96 | 96 | 98 | 99 | 94 | 92 | 76 |
| De carga a estero Carén asociado a concentrado | [m ³ _{sgu} /mes] | 1.332.851 | 870.671 | 2.276.968 | 4.307.037 | 6.390.467 | 3.756.250 | 6.939.171 | 7.900.919 | 9.842.895 | 6.801.636 | 2.130.284 | 2.931.590 |
| Concentración sulfato descarga estero carén | [mg/l] | 1.911 | 2.012 | 2.046 | 2.046 | 1.979 | 1.787 | 1.703 | 1.496 | 1.473 | 1.688 | 1.848 | 1.950 |
| Razón concentración descarga y norma DS 80 | . | 0.96 | 1.01 | 1.02 | 1.02 | 0.99 | 0.89 | 0.85 | 0.75 | 0.74 | 0.84 | 0.92 | 0.97 |
| Caudal aportante WFP Gris Sulfato | [m ³ _{sgu} /mes] | 1.273.302 | 875.858 | 2.329.881 | 4.405.337 | 6.322.573 | 3.355.543 | 5.908.213 | 5.909.842 | 7.247.607 | 5.742.215 | 1.968.208 | 2.333.331 |
| HH gris concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{sgu} /Ton _{co}] | 8.1 | 19.2 | 38.3 | 48.2 | 26.3 | 26.3 | 50.5 | 43.0 | 52.0 | 41.0 | 14.5 | 18.8 |
| HH concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{sgu} /Ton _{co}] | 40.7 | 52.6 | 72.2 | 79.6 | 56.6 | 82.7 | 72.5 | 80.0 | 68.9 | 42.4 | 50.3 | 50.3 |

| Escenario 2 | Mes | 2009 | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Concentrado producido | [Ton _{concentrado}] | 120.287 | 108.561 | 121.436 | 114.954 | 131.075 | 127.600 | 117.071 | 137.535 | 139.256 | 140.136 | 136.119 | 124.061 |
| Ev. Embalse Sajos | [m ³ _{regul} /mes] | 592.166 | 447.821 | 374.438 | 295.200 | 116.659 | 65.856 | 71.501 | 103.488 | 163.699 | 252.134 | 368.794 | 474.163 |
| Ev. Espesadores | [m ³ _{regul} /mes] | 1.601.933 | 1.201.449 | 1.012.934 | 636.265 | 315.587 | 178.054 | 193.425 | 279.957 | 442.840 | 682.076 | 997.664 | 1.282.710 |
| Agua incorporada en el producto | [m ³ _{regul} /mes] | 97.324 | 73.600 | 61.540 | 38.656 | 19.173 | 10.824 | 11.751 | 17.008 | 26.904 | 41.439 | 60.612 | 77.930 |
| Trasvase de cuenta | [m ³ _{regul} /mes] | 11.890 | 8.992 | 7.518 | 4.723 | 2.342 | 1.322 | 1.436 | 2.078 | 3.287 | 5.063 | 7.405 | 9.521 |
| HH azul concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{regul} /Ton _{co}] | 19.2 | 16.1 | 12.1 | 8.1 | 3.6 | 2.1 | 2.5 | 3.0 | 4.7 | 7.1 | 10.6 | 15.0 |
| WFP Gris | | | | | | | | | | | | | |
| Efluente Embalse Carén | [m ³ _{regul} /mes] | 1.339.200 | 864.000 | 2.582.495 | 4.277.664 | 6.410.880 | 3.723.840 | 7.045.920 | 7.758.634 | 9.733.478 | 6.960.384 | 2.303.424 | 3.154.464 |
| Canal de infiltraciones muro | [m ³ _{regul} /mes] | 109.814 | 74.390 | 202.262 | 264.470 | 283.910 | 260.842 | 211.853 | 325.987 | 257.472 | 247.363 | 0 | 0 |
| % asociado a producción concentrado de cobre | % | 92,0 | 91,8 | 91,8 | 94,8 | 95,5 | 95,6 | 97,7 | 98,5 | 98,5 | 94,4 | 92,5 | 75,9 |
| Descarga a estero Carén asociado a concentrado | [m ³ _{regul} /mes] | 1.332.851 | 870.671 | 2.276.968 | 4.307.037 | 6.390.467 | 3.756.250 | 6.939.171 | 7.900.939 | 9.842.895 | 6.801.636 | 2.130.284 | 2.393.590 |
| Concentración sulfato descarga estero carén | [mg/l] | 1.911 | 2.012 | 2.046 | 2.046 | 1.979 | 1.787 | 1.703 | 1.496 | 1.473 | 1.658 | 1.848 | 1.950 |
| Razón concentración descarga y norma DS 80 | . | 0,96 | 1,01 | 1,01 | 1,02 | 0,99 | 0,89 | 0,85 | 0,75 | 0,74 | 0,84 | 0,92 | 0,97 |
| Caudal aportante WFP Gris Sulfato | [m ³ _{regul} /mes] | 1.273.302 | 875.858 | 2.329.881 | 4.405.337 | 6.322.573 | 3.355.543 | 5.908.213 | 5.909.842 | 7.247.607 | 5.742.215 | 1.968.208 | 2.333.331 |
| HH Gris concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{regul} /Ton _{co}] | 16,6 | 8,1 | 19,2 | 38,3 | 48,2 | 26,3 | 50,5 | 43,0 | 52,0 | 41,0 | 14,5 | 18,8 |
| HH concentrado de cobre meses año 2008 | [m ³ _{regul} /Ton _{co}] | 24,2 | 31,3 | 31,3 | 46,4 | 51,8 | 28,4 | 52,9 | 46,0 | 56,7 | 48,1 | 25,1 | 38,8 |

2010

| Escenario 1 | 2010 | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Mes | WFP Azul | | | | | | | | | | | |
| Concentrado producido | 130.802 | 120.044 | 121.425 | 124.273 | 129.771 | 127.083 | 130.802 | 120.044 | 121.425 | 124.273 | 129.771 | 127.083 |
| [Ton ³ concentrado m ³ _{agua} /mes] | 97.324 | 73.600 | 61.540 | 38.656 | 19.173 | 10.824 | 11.751 | 17.008 | 26.904 | 41.439 | 60.612 | 77.930 |
| Ev. Embalses | 11.890 | 8.992 | 7.518 | 4.723 | 2.342 | 1.322 | 1.436 | 2.078 | 3.287 | 5.063 | 7.405 | 9.521 |
| [m ³ _{agua} /mes] | 109.214 | 82.592 | 68.058 | 43.378 | 21.516 | 12.146 | 13.187 | 19.086 | 30.191 | 46.501 | 68.017 | 87.450 |
| Total evaporación | 13.080 | 12.004 | 12.143 | 12.427 | 12.977 | 12.208 | 13.080 | 12.004 | 12.143 | 12.247 | 12.977 | 12.708 |
| [m ³ _{agua} /mes] | 3.595.474 | 3.178.662 | 3.473.606 | 3.055.834 | 3.306.560 | 3.219.147 | 3.535.682 | 3.412.783 | 3.375.516 | 3.431.108 | 3.485.257 | 3.560.095 |
| Trasvase de cuenta | 27,3 | 29,3 | 25,0 | 25,7 | 25,5 | 27,2 | 28,7 | 28,1 | 28,1 | 27,5 | 28,3 | 28,3 |
| [m ³ _{agua} /Ton, 28,4 | WFP Gris | | | | | | | | | | | |
| Effluente Embalse Carén | 1.173.744 | 1.317.859 | 1.299.629 | 1.311.811 | 1.857.168 | 8.659.181 | 7.931.347 | 21.698.656 | 9.573.120 | 6.903.360 | 6.036.854 | 1.339.200 |
| [m ³ _{agua} /mes] | 57.974 | 95.818 | 67.977 | 45.014 | 72.068 | 292.550 | 290.477 | 425.261 | 369.446 | 313.459 | 201.139 | 111.974 |
| Canal de infiltraciones muro | 93 | 93 | 94 | 91 | 96 | 94 | 94 | 92 | 94 | 93 | 92 | 91 |
| % asociado a producción concentrado de cobre | 1.147.552 | 1.318.921 | 1.279.333 | 1.237.995 | 1.850.498 | 8.426.194 | 7.751.412 | 22.085.918 | 9.352.825 | 6.747.210 | 5.747.567 | 1.323.069 |
| Descarga a estero Carén asociado a concentrado | 2.066 | 2.028 | 2.200 | 2.224 | 1.924 | 1.562 | 1.576 | 1.320 | 1.372 | 1.623 | 1.763 | 1.784 |
| Concentración sulfato de scarga estero Carén | 1,03 | 1,01 | 1,10 | 1,11 | 0,96 | 0,78 | 0,79 | 0,66 | 0,69 | 0,81 | 0,88 | 0,89 |
| Razón concentración descarga y norma DS 80 | 1.185.421 | 1.337.273 | 1.407.535 | 1.376.799 | 1.780.207 | 6.881.531 | 6.107.299 | 14.576.595 | 6.416.412 | 5.474.652 | 5.065.877 | 1.180.052 |
| Caudal aportante WFP Gris Sulfato | 11,1 | 11,6 | 11,6 | 11,1 | 13,7 | 51,8 | 46,7 | 121,4 | 52,8 | 44,1 | 39,0 | 9,3 |
| [m ³ _{agua} /mes] | 38,4 | 40,9 | 39,5 | 36,1 | 39,5 | 77,3 | 73,9 | 150,1 | 81,0 | 72,1 | 65,5 | 38,1 |
| HH Gris concentrado de cobre meses año 2008 | 38,4 | 40,9 | 39,5 | 36,1 | 39,5 | 77,3 | 73,9 | 150,1 | 81,0 | 72,1 | 65,5 | 38,1 |
| [m ³ _{agua} /Ton, 37,5 | | | | | | | | | | | | |

| Escenario 2 | Mes | 2010 | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| | Concentrado producido | 116.972 | 107.054 | 124.079 | 83.743 | 79.937 | 113.982 | 126.051 | 120.513 | 120.118 | 122.803 | 130.122 | 133.039 |
| | [Ton _{operación}] | | | | | | | | | | | | |
| | Ev. Embalse Sapos | 592.166 | 447.821 | 374.438 | 235.200 | 116.659 | 65.856 | 71.501 | 103.488 | 163.699 | 252.134 | 368.794 | 474.163 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | Ev. Espeadores | 1.601.933 | 1.211.449 | 1.012.934 | 696.265 | 315.587 | 178.154 | 193.425 | 279.957 | 442.840 | 682.076 | 997.664 | 1.382.710 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | Total evaporación | 97.324 | 73.600 | 61.540 | 38.656 | 19.173 | 10.824 | 11.751 | 17.008 | 26.904 | 41.439 | 60.612 | 77.930 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | Agua incorporada en el producto | 11.890 | 8.992 | 7.518 | 4.723 | 2.342 | 1.322 | 1.436 | 2.078 | 3.287 | 5.063 | 7.405 | 9.521 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | Trasvase de cuenca | 11.697 | 10.705 | 12.498 | 8.374 | 7.994 | 11.398 | 12.605 | 12.051 | 12.012 | 12.280 | 13.012 | 13.304 |
| | [m ³ _{agua} /Ton _{lc}] | 16,4 | 11,8 | 11,0 | 5,8 | 2,3 | 2,3 | 3,4 | 5,4 | 8,1 | 11,1 | 14,0 | |
| | HH azul concentrado de cobre meses año 2008 | WFP Gris | | | | | | | | | | | |
| | Efluente Embalse Carén | 1.173.744 | 1.317.859 | 1.299.629 | 1.311.811 | 1.857.168 | 8.659.181 | 7.931.347 | 23.698.656 | 9.573.120 | 6.903.360 | 6.036.854 | 1.339.200 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | Canal de infiltraciones muro | 57.974 | 95.818 | 67.997 | 45.014 | 72.058 | 292.550 | 290.477 | 425.261 | 369.446 | 313.459 | 2.011.392 | 1.119.744 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | % asociado a producción concentrado de cobre | 93,2 | 93,3 | 93,5 | 91,2 | 95,9 | 94,1 | 94,3 | 91,6 | 94,1 | 93,5 | 92,1 | 91,2 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | Descarga a estero Carén asociado a concentrado | 1.147.552 | 1.318.921 | 1.279.333 | 1.237.995 | 1.850.498 | 8.426.194 | 7.751.412 | 222.085.918 | 9.352.825 | 6.747.210 | 5.747.567 | 1.323.069 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | Concentración sulfato descarga estero Carén | 2.065 | 2.028 | 2.200 | 2.224 | 1.924 | 1.562 | 1.576 | 1.320 | 1.372 | 1.623 | 1.763 | 1.784 |
| | [mg/l] | | | | | | | | | | | | |
| | Razón concentración descarga y norma DS 80 | 1,033 | 1,100 | 1,112 | 1,112 | 0,962 | 0,781 | 0,787 | 0,659 | 0,686 | 0,811 | 0,881 | 0,891 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | Caudal aportante WFP Gris Sulfato | 1.185.421 | 1.337.273 | 1.407.535 | 1.376.799 | 1.780.207 | 6.581.531 | 6.107.299 | 14.576.595 | 6.416.412 | 5.474.652 | 5.065.877 | 1.180.052 |
| | [m ³ _{agua} /mes] | | | | | | | | | | | | |
| | HH gris concentrado de cobre meses año 2008 | 12,5 | 11,3 | 11,3 | 16,4 | 22,3 | 57,7 | 48,5 | 121,0 | 53,4 | 44,6 | 38,9 | 8,9 |
| | [m ³ _{agua} /Ton _{lc}] | 28,9 | 23,0 | 27,5 | 28,0 | 60,1 | 50,8 | 124,4 | 58,8 | 52,7 | 50,1 | 22,8 | |
| | HH concentrado de cobre meses año 2008 | | | | | | | | | | | | |

ANEXO V. CONVERSIÓN DE MAGNITUDES (2008, 2009 Y 2010).

2008

| Escenario 1 | 2008 | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|---|
| Enero | Febrero | 40,8 | 37,9 | 42,1 | 52,7 | 87,6 | 76,6 | 150,8 | 81,7 | 75 | 66,8 | 38,8 HH (m ³ agua/Ton ^{concentrado}) |
| 330,71 | 330,71 | 330,71 | 330,71 | 330,71 | 330,71 | 347,54 | 367,23 | 367,23 | 367,23 | 379,75 | 391,96 | Precio agua (\$/m ³ agua) |
| 15.113,45 | 13.492,97 | 12.533,91 | 13.922,89 | 17.428,42 | 28.970,20 | 26.621,56 | 55.378,28 | 30.002,69 | 27.542,25 | 25.367,30 | 15.208,05 | TOTAL (\$/Ton ^{concentrado}) |
| 1.511,34 | 1.349,30 | 1.253,39 | 1.392,29 | 1.742,84 | 2.897,02 | 2.662,16 | 5.537,83 | 3.000,27 | 2.754,23 | 2.536,73 | 1.520,80 | TOTAL (Centavos de \$/kilk) |
| | | | | | | | | | | | | |
| Escenario 2 | 2008 | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | |
| Enero | Febrero | 40,8 | 37,9 | 42,1 | 52,7 | 87,6 | 76,6 | 150,8 | 81,7 | 75 | 66,8 | 38,8 HH (m ³ agua/Ton ^{concentrado}) |
| 330,71 | 330,71 | 330,71 | 330,71 | 330,71 | 330,71 | 347,54 | 367,23 | 367,23 | 367,23 | 379,75 | 391,96 | Precio agua (\$/m ³ agua) |
| 15.113,45 | 13.492,97 | 12.533,91 | 13.922,89 | 17.428,42 | 28.970,20 | 26.621,56 | 55.378,28 | 30.002,69 | 27.542,25 | 25.367,30 | 15.208,05 | TOTAL (\$/Ton ^{concentrado}) |
| 1.511,34 | 1.349,30 | 1.253,39 | 1.392,29 | 1.742,84 | 2.897,02 | 2.662,16 | 5.537,83 | 3.000,27 | 2.754,23 | 2.536,73 | 1.520,80 | TOTAL (Centavos de \$/kilk) |

2009

| Escenario 1 | 2009 | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|---|
| Enero | Febrero | 40,7 | 52,6 | 72,2 | 79,6 | 56,6 | 82,7 | 74,5 | 80 | 68,9 | 42,4 | 50,3 HH (m ³ agua/Ton ^{concentrado}) |
| 44 | 391,96 | 378,14 | 378,14 | 366,15 | 366,15 | 366,15 | 366,15 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | Precio agua (\$/m ³ agua) |
| 17.246,24 | 15.952,77 | 19.890,16 | 27.301,71 | 29.145,54 | 20.724,09 | 30.280,61 | 26.545,88 | 28.356,00 | 24.421,61 | 15.028,68 | 17.828,84 | TOTAL (\$/Ton ^{concentrado}) |
| 1.724,62 | 1.595,28 | 1.989,02 | 2.730,17 | 2.914,55 | 2.072,41 | 3.028,06 | 2.654,59 | 2.835,60 | 2.442,16 | 1.502,87 | 1.782,88 | TOTAL (Centavos de \$/kilk) |
| | | | | | | | | | | | | |
| Escenario 2 | 2009 | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | |
| Enero | Febrero | 24,2 | 31,3 | 46,4 | 51,8 | 28,4 | 52,9 | 46,0 | 56,7 | 48,1 | 25,1 | 33,8 HH (m ³ agua/Ton ^{concentrado}) |
| 29,8 | 391,96 | 378,14 | 378,14 | 366,15 | 366,15 | 366,15 | 366,15 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | Precio agua (\$/m ³ agua) |
| 11.680,41 | 9.485,43 | 11.835,78 | 17.545,70 | 18.966,57 | 10.398,66 | 19.369,34 | 16.842,90 | 20.097,32 | 17.049,05 | 8.896,70 | 11.980,41 | TOTAL (\$/Ton ^{concentrado}) |
| 1.168,04 | 948,54 | 1.183,58 | 1.754,57 | 1.896,66 | 1.039,87 | 1.936,93 | 1.684,29 | 2.009,73 | 1.704,90 | 889,67 | 1.198,04 | TOTAL (Centavos de \$/kilk) |

2010

| Escenario 1 | | 2010 | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|--|--|
| Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | | |
| 37,5 | 38,4 | 40,9 | 36,1 | 39,5 | 77,3 | 73,9 | 150,1 | 81 | 72,1 | 66,5 | 38,1 | HH (m ³ agua/Ton ^{concentrado}) | |
| 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | Precio agua (\$/m ³ agua) | |
| 13.291,88 | 13.610,88 | 14.497,01 | 12.795,65 | 14.000,78 | 27.398,99 | 26.193,86 | 53.202,95 | 28.710,45 | 25.555,85 | 23.570,93 | 13.504,55 | TOTAL (\$/Ton ^{concentrado}) | |
| 1.329,19 | 1.361,09 | 1.449,70 | 1.279,56 | 1.400,08 | 2.739,90 | 2.619,39 | 5.320,29 | 2.871,05 | 2.555,58 | 2.357,09 | 1.350,45 | TOTAL (Centavos de \$/Kilic) | |
| Escenario 2 | | 2010 | | | | | | | | | | | |
| Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | | |
| 29,9 | 28,9 | 23 | 27,5 | 28 | 60,1 | 50,8 | 124,4 | 58,8 | 52,7 | 50,1 | 22,8 | HH (m ³ agua/Ton ^{concentrado}) | |
| 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | 354,45 | Precio agua (\$/m ³ agua) | |
| 10.598,06 | 10.243,61 | 8.152,35 | 9.747,38 | 9.924,60 | 21.302,45 | 18.006,06 | 44.093,58 | 20.841,66 | 18.679,52 | 17.757,95 | 8.081,46 | TOTAL (\$/Ton ^{concentrado}) | |
| 1.059,81 | 1.024,36 | 815,24 | 974,74 | 992,46 | 2.130,24 | 1.800,61 | 4.409,36 | 2.084,17 | 1.867,95 | 1.775,79 | 808,15 | TOTAL (Centavos de \$/Kilic) | |

ANEXO VI. DIFERENCIAL DE PRECIOS (2008), ESCENARIOS 1 Y 2³⁵.

| Escenario 1 | 2008 | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Precio sin HH | 162,2 | 180,16 | 185,97 | 189,23 | 176,03 | 168,73 | 167,73 | 158,34 | 146,37 | 107,5 | 87,4 | 74,47 c/Kilo |
| Precio con HH | 1.673,54 | 1.529,46 | 1.439,36 | 1.581,52 | 1.918,87 | 3.065,75 | 2.829,89 | 5.696,17 | 3.146,64 | 2.861,73 | 2.624,13 | 1.595,27 c/Kilo |
| | 1.511,34 | 1.349,30 | 1.253,39 | 1.392,29 | 1.742,84 | 2.897,02 | 2.662,16 | 5.537,83 | 3.000,27 | 2.754,23 | 2.536,73 | 1.520,80 Dif. c/Kilo |
| | 15,11 | 13,49 | 12,53 | 13,92 | 17,43 | 28,97 | 26,62 | 55,38 | 30,00 | 27,54 | 25,37 | 15,21 Dif. \$/Kilo |
| Escenario 2 | 2008 | | | | | | | | | | | |
| Precio sin HH | 162,2 | 180,16 | 185,97 | 189,23 | 176,03 | 168,73 | 167,73 | 158,34 | 146,37 | 107,5 | 87,4 | 74,47 c/Kilo |
| Precio con HH | 1.673,54 | 1.529,46 | 1.439,36 | 1.581,52 | 1.918,87 | 3.065,75 | 2.829,89 | 5.696,17 | 3.146,64 | 2.861,73 | 2.624,13 | 1.595,27 c/Kilo |
| | 1.511,34 | 1.349,30 | 1.253,39 | 1.392,29 | 1.742,84 | 2.897,02 | 2.662,16 | 5.537,83 | 3.000,27 | 2.754,23 | 2.536,73 | 1.520,80 Dif. c/Kilo |
| | 15,11 | 13,49 | 12,53 | 13,92 | 17,43 | 28,97 | 26,62 | 55,38 | 30,00 | 27,54 | 25,37 | 15,21 Dif. \$/Kilo |

Fuente: elaboración propia.

35 En centavos de dólares (¢) y dólares (\$) por kilo de concentrado de cobre producido.

ANEXO VII. DIFERENCIAL DE PRECIOS (2009), ESCENARIOS 1 Y 2³⁶

| Esenario 1 | 2009 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Precio sin HH | 79,19 | 81,6 | 93,66 | 110,94 | 113,08 | 120,24 | 126,82 | 147,28 | 148,23 | 150,68 | 156,89 | 164,1 | c/Kilo |
| Precio con HH | 1.803,81 | 1.676,88 | 2.082,68 | 2.841,11 | 3.027,63 | 2.192,65 | 3.154,88 | 2.801,87 | 2.983,83 | 2.592,84 | 1.659,76 | 1.946,98 | c/Kilo |
| | 1.724,62 | 1.595,28 | 1.989,02 | 2.730,17 | 2.914,55 | 2.072,41 | 3.028,06 | 2.654,59 | 2.835,60 | 2.442,16 | 1.502,87 | 1.782,88 | Dif. c/Kilo |
| | 17,25 | 15,95 | 19,89 | 27,30 | 29,15 | 20,72 | 30,28 | 26,55 | 28,36 | 24,42 | 15,03 | 17,83 | Dif. \$/Kilo |
| Esenario 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Precio sin HH | 79,19 | 81,6 | 93,66 | 110,94 | 113,08 | 120,24 | 126,82 | 147,28 | 148,23 | 150,68 | 156,89 | 164,1 | c/Kilo |
| Precio con HH | 1.247,23 | 1.030,14 | 1.277,24 | 1.865,51 | 2.009,74 | 1.160,11 | 2.063,75 | 1.831,57 | 2.157,96 | 1.855,58 | 1.046,56 | 1.362,14 | c/Kilo |
| | 1.168,04 | 948,54 | 1.183,58 | 1.754,57 | 1.896,66 | 1.039,87 | 1.936,93 | 1.684,29 | 2.009,73 | 1.704,90 | 889,67 | 1.198,04 | Dif. c/Kilo |
| | 11,68 | 9,49 | 11,84 | 17,55 | 18,97 | 10,40 | 19,37 | 16,84 | 20,10 | 17,05 | 8,90 | 11,98 | Dif. \$/Kilo |

Fuente: elaboración propia.

36 En centavos de dólares (¢) y dólares (\$) por kilo de concentrado de cobre producido.

ANEXO VIII. DIFERENCIAL DE PRECIOS (2010), ESCENARIOS 1 Y 2³⁷.

| Escenario 1 | 2010 | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Precio sin HH | 168,23 | 158,03 | 169,87 | 174,99 | 154,13 | 146,78 | 152,63 | 164,65 | 174,45 | 185,42 | 187,69 | 201,57 |
| Precio con HH | 1.497,42 | 1.519,12 | 1.619,57 | 1.454,55 | 1.554,21 | 2.886,68 | 2.772,02 | 5.484,94 | 3.045,50 | 2.741,00 | 2.544,78 | 1.552,02 |
| | 1.329,19 | 1.361,09 | 1.449,70 | 1.279,56 | 1.400,08 | 2.739,90 | 2.619,39 | 5.320,29 | 2.871,05 | 2.555,58 | 2.357,09 | 1.350,45 |
| | 13,29 | 13,61 | 14,50 | 12,80 | 14,00 | 27,40 | 26,19 | 53,20 | 28,71 | 25,56 | 23,57 | 13,50 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Escenario 2 | 2010 | | | | | | | | | | | |
| Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Precio sin HH | 168,23 | 158,03 | 169,87 | 174,99 | 154,13 | 146,78 | 152,63 | 164,65 | 174,45 | 185,42 | 187,69 | 201,57 |
| Precio con HH | 1.228,04 | 1.182,39 | 985,11 | 1.149,73 | 1.146,59 | 2.277,02 | 1.953,24 | 4.574,01 | 2.258,62 | 2.053,37 | 1.963,48 | 1.009,72 |
| | 1.059,81 | 1.024,36 | 815,24 | 974,74 | 992,46 | 2.130,24 | 1.800,61 | 4.409,36 | 2.084,17 | 1.867,95 | 1.775,79 | 808,15 |
| | 10,60 | 10,24 | 8,15 | 9,75 | 9,92 | 21,30 | 18,01 | 44,09 | 20,84 | 18,68 | 17,76 | 8,08 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia

37 En centavos de dólares (¢) y dólares (\$) por kilo de concentrado de cobre producido.

