

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

ANÁLISIS DE HUELLA DE AGUA DE LA COMPAÑÍA MINERA CONDESTABLE ACORDE A LA NORMA ISO 14046



Lima – Perú
2019

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

El siguiente reporte es realizado por Compañía Minera Condestable como un esfuerzo de la empresa por conocer los impactos y consumos hídricos asociados a la producción de concentrado de cobre, este estudio medioambiental fue realizado bajo la norma ISO 14046.

Información del reporte

Título del reporte	Análisis de Huella de Agua a la Compañía Minera Condestable acorde a la Norma ISO 14046
Nombre de la empresa	Compañía Minera Condestable S.A.
Declaración de responsabilidad	La información contenida en este reporte ha sido compilada y/o calculada de fuentes que se consideran creíbles. La aplicación de los datos es estrictamente bajo el criterio y la responsabilidad del lector.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	4
DEFINICIONES	11
1. INTRODUCCION.....	14
1.1. Descripción general de análisis de ciclo de vida y huella de agua	14
1.2. Contexto y antecedentes	15
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	17
2.1. Objetivos y aplicación prevista.....	17
2.2. Descripción general.....	17
2.3. Sistema de estudio y unidad funcional	17
2.4. Límites del sistema	18
2.5. Reglas de asignación	19
2.6. Datos de inventario, fuente e hipótesis	19
2.6.1. Principales datos y supuestos	20
2.7. Recopilación de información.....	21
2.7.1. Usos directos	21
2.7.2. Usos indirectos: Cadena de Suministros	25
2.7.3. Usos indirectos: Energía y combustible	26
2.8. Evaluación de impactos relacionados con el recurso hídrico	28
3. RESULTADOS	30
3.1. Balance hídrico directo.....	30
3.2. Agua Consumida.....	32
3.3. Indicadores de Impacto.....	35
3.3.1. Agua Remanente Disponible (AWARE)	35
3.3.2. Impactos potenciales en salud humana y calidad de los ecosistemas.....	36
4. DISCUSIÓN.....	40
4.1. Agua consumida	41
4.2. Agua Remanente Disponible - AWARE.....	41
4.3. Impactos potenciales en salud humana.....	41
4.4. Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas	41
5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	42

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consideraciones y criterios generales de cálculo	20
Tabla 2. Agua subterránea utilizada por vecinos	22
Tabla 3. Agua subterránea utilizada para riego de cultivos de uva	22
Tabla 4. Agua subterránea utilizada por Defense	22
Tabla 5. Agua subterránea utilizada para riego de vías	23
Tabla 6. Agua subterránea utilizada en oficinas	23
Tabla 7. Agua subterránea utilizada en campamentos	23
Tabla 8. Agua subterránea utilizada en comedor	24
Tabla 9. Agua de rechazo de planta de ósmosis inversa	24
Tabla 10. Agua subterránea utilizada en planta concentradora	24
Tabla 11. Agua subterránea utilizada en planta concentradora	25
Tabla 12. Agua contenida en relavera	25
Tabla 13. Resumen de insumos de la cadena de suministros	26
Tabla 14. Tipos de generación de energía eléctrica en el SEIN	27
Tabla 15. Consumo de electricidad	27
Tabla 16. Consumo de Diésel	28
Tabla 17. Consumo de GLP	28
Tabla 18. Puntos críticos de análisis de huella de agua 1 t Cu - Cantidades	40
Tabla 19. Puntos críticos de análisis de huella de agua 1 t Cu - Porcentajes	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del sistema analizado para la evaluación de huella de agua en Condestable	17
Figura 2. Descripción sintetizada del sistema de producción analizado para el análisis de huella de agua de la Unidad Minera Condestable	18
Figura 3. Clasificación de los indicadores de impacto de punto final (Quantis)	29
Figura 4. Balance hídrico unidad minera Condestable	31
Figura 5. Perfil de consumo de agua por producción de 1 t de concentrado de cobre	32
Figura 6. Consumos directos de agua	33
Figura 7. Consumo de agua en cadena de suministros por producción de 1 tonelada de concentrado de cobre	34
Figura 8. Consumo de agua por uso de energía y combustible por producción de 1 tonelada de concentrado de cobre	35
Figura 9. Agua Remanente Disponible - AWARE	36
Figura 10. Impacto Potencial en la salud humana	37
Figura 11. Impacto Potencial en la calidad de los ecosistemas	38

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

RESUMEN EJECUTIVO

La metodología empleada en el análisis de la huella de agua fue desarrollada de acuerdo a lo establecido en la norma ISO 14046:2014 de huella de agua, involucra la contabilidad del agua en los procesos productivos (análisis del inventario de huella de agua), la evaluación de potenciales impactos causados por la huella de agua y la interpretación de los resultados. Su enfoque metodológico se basa en el análisis de ciclo de vida (ACV) aplicado al uso del agua, calculando su consumo y alteración de su calidad en la cadena de valor de un producto o servicio, proceso u organización, además de los impactos potenciales en la salud humana y la calidad de los ecosistemas.

Compañía Minera Condestable S.A., en adelante Condestable, se encuentra ubicada en el distrito de Mala, provincia de Cañete, en el departamento de Lima. Condestable se dedica a la exploración, explotación, beneficio y transporte de minerales de cobre. La compañía produce 2.2 Mt/a de concentrado de cobre con valores importantes de oro y plata. Condestable fue fundada en 1962 y tiene su sede en Lima.

En junio de 2013, Condestable fue adquirida por la empresa Southern Peaks Mining LP, la cual pertenece a Global Natural Resource Investments y sus directivos. Condestable opera las minas Raúl y Condestable (Unidad Acumulación Condestable), ambas de su propiedad, con operaciones subterráneas cuyos minerales son procesados por la planta concentradora ubicada dentro de la unidad minera.

El yacimiento corresponde a un depósito del tipo IOCG generalmente formado por la circulación de fluidos magmáticos hidrotermales dentro de las rocas fracturadas, convirtiéndolo en una importante fuente de mineralización de cobre con valor agregado de oro y plata, formando mantos, vetas y cuerpos.

Objetivo y Alcance

Condestable definió como objetivo principal analizar la huella de agua de la producción anual de concentrado de cobre, producido en la Unidad Acumulación Condestable ubicada en el distrito de Mala, provincia de Cañete, en el departamento de Lima. A partir de los resultados de análisis de huella de agua (consumos e impactos hídricos), Condestable se propone i) implementar acciones dentro de la empresa para reducir su huella de agua, ii) desarrollar proyectos de valor compartido en agua para compensar y mitigar sus impactos hídricos en las cuencas identificadas.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Productos y definición del sistema

El estudio considera el análisis de la huella de agua en el periodo de enero - diciembre de 2017. La Unidad Funcional estudiada hace referencia a las actividades industriales y domésticas que se realizaron en un año en la Unidad Minera Acumulación Condestable para la producción de concentrado de cobre, incluye las actividades relacionadas al proceso productivo, uso de materia prima, uso de energía y combustible.

El flujo de referencia estudiado ha sido considerado como la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en el año 2017.

Durante el 2017, Condestable ha producido 85,925 toneladas de cobre.

Para los fines del estudio, se han considerado las siguientes áreas:

- Planta Concentradora.
- Mina Raúl.
- Mina Condestable.
- Presa de relaves.
- Áreas verdes.
- Comedor.
- Laboratorios.
- Áreas administrativas.
- Campamentos

El sistema estudiado considera la evaluación desde el origen, es decir desde la utilización de la materia prima, hasta la producción de concentrado de cobre, “de la cuna a la puerta”.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Resultados generales

- **Agua Consumida.** Según el análisis de huella de agua efectuada, la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la Unidad Minera Acumulación Condestable durante el 2017 consume 51.40 m³ de agua.

El consumo directo (30.46 m³/t Concentrado de Cu) representa el 59.26% del consumo total de agua. Los consumos más importantes en esta categoría están relacionados al consumo de agua evaporada en la planta concentradora (12.29 m³) y almacenada en relavera (7.86 m³).

El consumo indirecto por cadena de suministros (2.08 m³/t ConcCu) representa el 4.06% del consumo total de agua. Está representado principalmente por el nitrato de amonio (1.13 m³) y el detonador no eléctrico (0.53 m³).

El consumo indirecto por energía y combustible (18.85 m³/t ConcCu) representa el 36.68%, está representado principalmente por el consumo de electricidad del SEIN (18.70 m³).

- **Agua Remanente Disponible - AWARE.** La Unidad Minera Acumulación Condestable, se encuentra en un lugar con un factor de disponibilidad de agua remanente (AWARE) de 3.70 es decir, la región tiene casi 4 veces menos agua remanente disponible que el promedio mundial, que es 1. AWARE es un factor de caracterización que se basa en la relación entre el consumo de agua dulce para usos humanos más el caudal ambiental y la disponibilidad total de agua en una unidad de área. Según la evaluación de huella de agua efectuada, la producción de 1 tonelada de concentrado cobre en la Unidad Minera Condestable, tiene un AWARE total de 112.70 m³eq.

El 59.26% del impacto está asociado a los consumos directos principalmente por evaporación y almacenamiento, el 4.06% corresponde al impacto asociado a la cadena de suministros y el 36.68% corresponde al uso indirecto de energía y combustible.

- **Impacto potencial en la Salud Humana.** Según la evaluación de huella de agua, la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la unidad minera Acumulación Condestable tiene un impacto en la salud humana de 3.99E-03 DALY. El 40.78% está relacionado al impacto potencial a la salud por toxicidad de emisiones y el 59.22% se relaciona a potenciales impactos en salud humana por disponibilidad.

En términos de origen, la mayor incidencia corresponde a los consumos indirectos por cadena de suministros que representan el 41.74%, uso directo representa el 35.10% y energía y combustibles con 23.16% del impacto potencial en salud humana.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
Condestable	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

- Impacto potencial en la calidad de Ecosistemas.** Según la evaluación de huella de agua efectuada, la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la unidad minera Acumulación Condestable, tiene un impacto potencial en el ecosistema de 6.07E+01 PDF-m²-año. El 10.84% de todo el impacto en ecosistemas se atribuye a la reducción de la disponibilidad de agua para los ecosistemas y el 89.16% asociado a las perturbaciones fisicoquímicas.

En relación al origen, 6.38% del impacto potencial en el ecosistema se genera por consumo directo de agua, el 70.84% es producido por el consumo indirecto en la cadena de suministros y el 22.78% por el consumo indirecto en energía y combustible.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Limitaciones

Algunas de las limitaciones en los resultados presentados son:

- En el análisis de los consumos indirectos, el grado de incertidumbre de los procesos seleccionados es medio, debido a que el proceso de la base de datos usado como referencia (Dataset de Ecoinvent/Quantis) no es particular de Perú. Se han utilizado factores de regionalización para adaptarlos.
- Para la elección de los insumos en la cadena de suministros se ha realizado la “asignación por importancia de porcentaje en costos”, la cual considera la cantidad de los productos por el costo unitario, aquellos que superen el 2% de importancia se consideran en la matriz de cálculo.
- Las principales limitaciones en la calidad de datos del estudio realizado en la unidad minera Acumulación Condestable están relacionadas al alto grado de incertidumbre en la representatividad geográfica de los procesos de la base de datos. Por ejemplo, el diésel es obtenido en Perú, el proceso de la base de datos utilizado como referencia para la estimación del consumo de agua por diésel es de Europa, es decir las condiciones de producción de diésel en Europa no son las mismas que las del origen.
- El estudio de huella de agua no es suficiente para describir los impactos ambientales globales (por ejemplo, los impactos de huella de carbono).

Recomendaciones

Las principales recomendaciones son:

Los resultados muestran que los mayores consumos e impactos de agua se relacionan principalmente a los usos directos de agua y a los usos indirectos por energía y combustibles.

Las principales recomendaciones son:

- Fomentar y desarrollar proyectos relacionados a la reducción del consumo interno de electricidad en la unidad minera Acumulación Condestable. Por ejemplo, el cambio de luminarias convencionales por luces LED, la instalación de sensores de movimiento para el encendido y apagado automático de las luminarias en áreas comunes, el uso de letreros informativos con mensajes de ahorro de energía en equipos personales, etc. Es decir,

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
Condestable	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

cualquier actividad o proyecto que ayude a reducir el consumo de electricidad implicará una disminución en el perfil de la huella de agua.

- El uso responsable de la energía eléctrica en los colaboradores ayudaría a reducir los consumos de electricidad, para ello es necesario implementar un proyecto de concientización y capacitación dirigido a trabajadores.
- Cualquier iniciativa de mejora continua que esté relacionada con los procesos de producción y que permita utilizar menos agua representará un ahorro en el consumo. La intervención en comedores o áreas administrativas representa ahorro y consumo de agua, por ejemplo, la detección de fugas en las tuberías, el reemplazo de inodoros convencionales, la instalación de grifos ahorradores, la instalación de reguladores de caudal, etc.
- Se recomienda la instalación de medidores de agua y electricidad diferenciando los usos domésticos e industriales, de esta manera se podrán evidenciar con exactitud los proyectos de reducción en cada área.
- Se recomienda implementar un proyecto para cubrir el espejo de agua de la presa de relaves, de los resultados, se ha demostrado que el consumo por evaporación es importante. Actualmente el mercado tiene alternativas para evitar la evaporación, por ejemplo, el uso de esferas de plástico que podrían cubrir la totalidad del espejo de agua o geo membranas flexibles.
- Se recomienda implementar un sistema de tratamiento de agua residual doméstica e industrial que permita reutilizar el agua en riego de vías y áreas verdes
- Se recomienda implementar un proyecto piloto que permita utilizar electricidad como fuente de energía alternativa al consumo de diésel en vehículos livianos.
- Se recomienda mejorar el sistema de tratamiento de agua residual doméstica, esto permitirá reducir los impactos asociados a los contaminantes contenidos en el agua.
- El consumo de agua por los vecinos de Mala es considerable, Se recomienda, implementar un programa de detección de fugas que incluya el componente de capacitación en pobladores enfatizando la importancia del cuidado del agua.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
DALY	Disability Adjusted Life years
GLO	Global
GRI	Global Reporting Initiative
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory
PDF	Potentially Disappeared Fraction of species per m2 per year
PE	Perú
PTARD	Planta de tratamiento de agua residual doméstica
UF	Unidad Funcional
WIIX	Water Impact Index
WSI	Water Stress Index
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
DBO	Demanda Bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda Química de oxígeno
SST	Sólidos Suspendidos Totales

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

DEFINICIONES

*Las definiciones se basan en las normas ISO 14040/14044/14046.

Agua dulce (fresca): agua con una baja concentración de sólidos disueltos.

Agua subterránea: Agua retenida y que puede ser recuperada de una formación subterránea.

Agua superficial: Agua en flujo superficial y almacenada, como ríos y lagos, excluyendo el agua salada.

Análisis de Ciclo de Vida: recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los potenciales impactos ambientales de un sistema productivo a lo largo de su ciclo de vida.

Análisis de Huella de Agua: Recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los potenciales impactos ambientales relacionados al agua usada o afectada por un producto, proceso u organización.

Análisis de inventario de Ciclo de Vida: Fase de la evaluación del ciclo de vida, incluye la recopilación y cuantificación de entradas y salidas para un producto durante su ciclo de vida.

Análisis de inventario de huella de Agua: fase de la evaluación de huella de agua que incorpora la recopilación y cuantificación de entradas y salidas relacionadas con el agua para productos, procesos u organizaciones.

Análisis de los impactos de Huella de Agua: Fase de la evaluación de huella de agua, posterior al análisis de inventario de huella de agua, ayuda a entender y evaluar la magnitud y el significado de los impactos potenciales ambientales relacionados al agua de un producto, proceso u organización.

Análisis integral de huella de Agua: evaluación de huella de agua que considera todos los atributos ambientales relevantes o aspectos del ambiente natural, la salud humana y los recursos relacionados con el agua, incluyendo la disponibilidad y la degradación de la calidad del agua.

Calidad del agua: Características físicas, químicas y biológicas del agua con respecto a su idoneidad para un uso previsto por los seres humanos o ecosistemas.

Categoría de impacto: clasificación que representa aspectos ambientales de interés para asignar los resultados del análisis del inventario de ciclo de vida.

Categoría de punto medio: Variable intermedia que evalúa el impacto asociado a las extracciones (entradas) y emisiones (salidas) relacionadas con una categoría de salida.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Categoría de punto final: atributo o aspecto del medio ambiente, la salud humana o los recursos, que identifica un problema ambiental de interés.

Ciclo de vida: etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema productivo, desde la adquisición de materias primas o la generación de los recursos naturales hasta la disposición final del producto.

Consumo de agua: extracción de agua en donde no hay devolución a la cuenca de origen, debido a que el agua es evaporada, evapotranspirada, incorporada a un producto, trasvasada de cuenca o vertida al mar.

Co-producto: Cualquiera de los productos procedentes del mismo proceso unitario o sistema de producto

Degradación de agua: cambio negativo en la calidad del agua.

Disponibilidad de agua: Grado en que los seres humanos y los ecosistemas tienen suficientes recursos para sus necesidades.

Escasez de agua: Medida en que la demanda de agua se compara con la reposición de agua en un área, por ejemplo, drenaje de una cuenca, sin considerar la calidad de agua.

Extracción de agua: Remoción antropogénica de cualquier cuerpo de agua, ya sea de manera temporal o permanente.

Huella de Agua: métricas que cuantifican los potenciales impactos ambientales relacionados con el recurso hídrico.

Indicador de categoría de impacto: representación cuantificable de una categoría de impacto.

Inventario de Huella de Agua: Resultado del análisis de inventario de Huella de Agua, incluye los flujos principales que son utilizados posteriormente para la evaluación de huella de Agua

Límites del sistema: conjunto de criterios que especifican qué unidades del proceso forman parte del sistema de producción o de las actividades de una organización.

Organización: Persona o grupo de personas que tienen sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr sus objetivos.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Perfil de huella de Agua: Compilación de resultados de los indicadores de categoría de impacto que abordan los posibles impactos ambientales relacionados con el agua.

Producto: Bien o servicio

Proceso: Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan que transforman entradas en salidas.

Unidad funcional: desempeño cuantificado de un sistema productivo para ser usado como unidad de referencia.

Uso de agua: uso de agua por actividades humanas.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

1. INTRODUCCION

El agua es uno de los recursos más importantes que definen los límites para lograr un desarrollo sustentable. No obstante, sus usos son a nivel global cada vez más intensivos, y en efecto, se prevé que la demanda mundial aumente en un 55% para el 2050 (United Nations World Water Development Report, 2014). Este incremento se explica por el aumento de la población, y por una demanda per cápita más alta en bienes y servicios y por lo tanto en los requerimientos de agua, materias primas y energía para producirlos. Lo anterior, sumado al hecho que tan sólo un 0. % del agua dulce del planeta es de fácil acceso (Shiklomanov, 1993) y que además no está distribuida de manera homogénea, ha conducido a una situación compleja en disponibilidad y calidad del recurso.

El gran avance económico que ha tenido el Perú en los últimos 10 años, ha hecho que las diferentes industrias crezcan en su producción y, por lo tanto, aumente el consumo de energía, combustibles y también de agua. El agua es elemental para la vida humana y no existe otro recurso que la pueda sustituir. Se requiere agua para la producción de alimentos, la generación de energía, el transporte a gran escala, es decir, está presente directa o indirectamente en toda actividad económica que se pueda desarrollar. Por ello, la gestión del agua es de trascendental importancia para la sostenibilidad social, económica y ambiental.

La “crisis del agua”, por su impacto, representa hoy el principal riesgo para la actividad económica mundial en los próximos 35 años (World Economic Forum, 2015). Por ello, grandes multinacionales ya vienen desarrollando en el mundo gestión corporativa del agua, pues son conscientes que deben prever, controlar y mitigar los riesgos físicos, regulatorios y reputacionales que una mala gestión del agua puede significar (CEO Water Mandate, 2007).

En este contexto mundial, Condestable ha decidido evaluar la huella de agua de la producción de concentrado de cobre. El presente reporte se constituye en el análisis de huella de agua, acorde a la norma ISO 14046. Lo que representa además para la empresa una línea base que sirve de referencia para sus próximos análisis de huella de agua (oportunidades de mejora, registro de mejoras, etc.). Se incluye en el presente documento los principales resultados y conclusiones.

1.1. Descripción general de análisis de ciclo de vida y huella de agua

El constante consumo de recursos para la producción de bienes y servicios, junto con las emisiones y descarga de residuos que muchas veces están asociados a los procesos productivos, ha generado que se realicen esfuerzos para desarrollar herramientas que nos permita evaluar y comprender de mejor manera el daño que producimos en las actividades humanas. Una de estas herramientas, cuyo objetivo apunta hacia un desarrollo sostenible, es el análisis de ciclo de vida (ACV). El ACV evalúa los potenciales impactos medioambientales y de salud humana asociados a un producto (extracción de recursos, fabricación del producto, distribución, uso o consumos y fin de vida).

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

El ACV es una herramienta reconocida por la Organización Internacional de Estandarización (ISO 14040:2006; ISO 14044:2006) y pretende ayudar a detectar oportunidades para mejorar el desempeño ambiental en el ciclo de vida de un producto o servicio y además otorgar información con base científica para la toma de decisiones, campañas de marketing y comunicación, entre otros (ISO 14044, 2006).

Dentro del ACV, la huella de agua se define como un subconjunto específico de indicadores que abordan el consumo y la contaminación del agua y los correlacionan a potenciales impactos. Los principios, requisitos y directrices para realizar una evaluación de huella de agua se presentan en la norma ISO 14046.

1.2. Contexto y antecedentes

Compañía Minera Condestable S.A. se encuentra ubicada en el distrito de Mala, provincia de Cañete, en el departamento de Lima. Condestable se dedica a la exploración, explotación, beneficio y transporte de minerales de cobre. La compañía produce 2.2 Mt/a de concentrado de cobre con valores importantes de oro y plata. Condestable fue fundada en 1962 y tiene su sede en Lima. La mina fue nacionalizada en 1976 por el gobierno peruano y regresó a manos privadas en 1992. Trafigura Mining Group adquirió una participación de 31% en la mina en 1997. En 2013, Trafigura vendió su participación a Southern Peaks Mining (SPM), firma privada con sede en Perú que tiene una cartera de activos de metales básicos operativos en dicho país. SPM es propiedad de su directorio y de Barclays Natural Resource Investments, división de Barclays Bank.

En junio de 2013 Condestable fue adquirida por la empresa Southern Peaks Mining LP, la cual pertenece a Global Natural Resource Investments y sus directivos. Compañía Minera Condestable S.A. opera las minas Raúl y Condestable (Unidad Acumulación Condestable), ambas de su propiedad, con operaciones subterráneas cuyos minerales son procesados por la planta concentradora ubicada dentro de la unidad minera.

El yacimiento corresponde a un depósito del tipo IOCG generalmente formados por la circulación de fluidos magmáticos hidrotermales dentro de las rocas fracturadas, convirtiéndolo en una importante fuente de mineralización de cobre con valores agregados de oro y plata, formando mantos, vetas y cuerpos.

Los métodos de minado subterráneo usados en la unidad Acumulación Condestable son cámaras y pilares, almacenamiento provisional y tajeo por subniveles. Los principales equipos para labores mineras son jumbos y simbas electrohidráulicos, perforadoras livianas, Scoop Tramps de 4 y 6 yardas cúbicas y camiones de 35 y 50 toneladas para transporte de mineral hacia la planta concentradora.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Condestable, en la búsqueda de la excelencia tiene en cuenta la creatividad, la innovación y tecnología, en tal sentido, realiza anualmente un intensivo programa de infraestructura y desarrollos en ambas medidas con el objetivo de asegurar el cumplimiento de los programas de producción. Así también, desarrolla un intensivo programa de exploraciones que con la aplicación de diferentes softwares tienen por finalidad asegurar el reemplazo de las reservas consumidas por la explotación.

Las instalaciones subterráneas cuentan con comedores, vestidores, bodegas, salas de capacitación, salas de refugio para casos de emergencia y talleres para mantenimiento de equipos pesados asegurando así apropiadas condiciones de trabajo para nuestro personal. La planta concentradora procesa todo el mineral extraído de Raúl y Condestable, con una capacidad anual de 2.5 millones de toneladas, la planta produce aproximadamente 90 000 toneladas anuales de concentrados de cobre con importantes contenidos de oro y plata.

El procesamiento del mineral se inicia con la descarga de camiones a la parrilla de chancado primario donde se inician cuatro etapas de chancado para entregar un producto final de 3.3 mm. El circuito de chancado cuenta con sistemas colectores de polvos para proteger la salud del personal y el medio ambiente, luego sigue una etapa de molienda utilizando molinos de bolas y clasificación de pulpas mediante el uso de zarandas vibratorias de alta frecuencia para cada molino, posteriormente el mineral molido pasa por 3 etapas de flotación hasta obtener el concentrado de cobre, finalmente pasa por un proceso de espesamiento y filtrado para retirar el contenido de agua y entregar un concentrado de cobre con una humedad aproximada de 11% y libre de contaminantes, el mismo que es transportado diariamente con camiones hacia los depósitos de venta en Lima.

Asimismo, existe un espesador de relaves que trata el 100% de relaves procedente del proceso metalúrgico recuperando el 50% del total del agua que se utiliza nuevamente en la operación de la concentradora, reduciendo considerablemente el uso de agua fresca en el proceso. Los relaves después de haberse recuperado el 50% de agua, son transportados hacia las relaveras a través de tuberías de polietileno de 16 pulgadas de diámetro donde son clasificados a través de hidrociclones conformando relaveras con altos factores de seguridad, en esta etapa se recupera de 10% a 15% adicional del agua en el proceso, el proceso de concentración es supervisado por un sistema automático de control, por lo cual todo el mineral extraído es tratado bajo estrictas normas de calidad para obtener un concentrado de cobre de alta calidad.

Los laboratorios de análisis químico trabajan las 24 horas bajo procedimientos y normas técnicas vigentes analizando muestras de mineral y concentrado proveniente de mina, geología y planta concentradora. El transporte de concentrado se realiza en camiones especialmente diseñados con tapa de aluminio de accionamiento hidráulico que permite una eficaz gestión de protección ambiental

Condestable es una empresa minera seriamente comprometida con sus accionistas, su personal, con la localidad y el país.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. Objetivos y aplicación prevista

Analizar la huella de agua de la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la unidad minera Acumulación Condestable ubicada en el distrito de Mala, Provincia de Cañete, departamento de Lima, se determinará el balance hídrico, los consumos de agua y sus impactos potenciales en salud humana y ecosistemas.

Los resultados del estudio son de gran importancia para la gerencia general, que es la encargada de la toma de decisiones en la Unidad Acumulación Condestable. Esta herramienta para la gestión eficiente del recurso hídrico será utilizada por los colaboradores en la unidad minera para la implementación de acciones que permitan reducir los impactos generados en la producción.

A partir de los resultados de este estudio, Condestable se propone i) implementar acciones dentro de la empresa para reducir su huella de agua; ii) desarrollar proyectos de valor compartido en agua para compensar y mitigar sus impactos hídricos en las cuencas identificadas.

2.2. Descripción general

El estudio de evaluación de huella de agua para la Compañía Minera Condestable S.A. fue desarrollado en las instalaciones de la Unidad Minera Acumulación Condestable y comprende los componentes del gráfico a continuación:

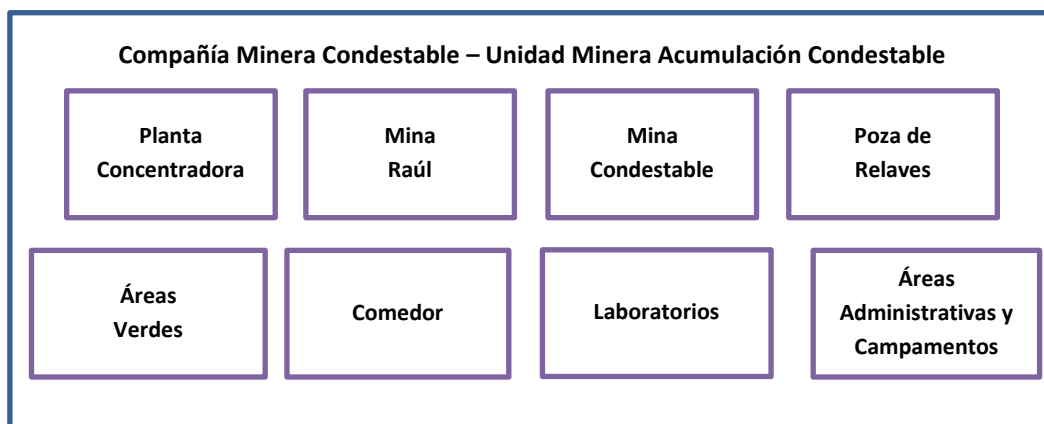


Figura 1. Esquema del sistema analizado para la evaluación de huella de agua en Condestable

El estudio ha considerado los subprocessos de producción como un proceso integral de producción.

2.3. Sistema de estudio y unidad funcional

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

La unidad minera Condestable tiene como función principal la producción de concentrado de cobre. El propósito del estudio fue analizar el desempeño en términos de uso de agua a través de la huella de agua para la producción de concentrado de cobre. La unidad funcional (UF) estudiada hace referencia a las actividades industriales y domésticas que se realizaron en un año en la unidad minera para la producción de 85,925 toneladas de concentrado de cobre, incluye las actividades relacionadas al uso de materia prima, consumo de energía y combustible. El flujo de referencia considerado es la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre.

2.4. Límites del sistema

El límite geográfico del sistema analizado considera integralmente la unidad minera Acumulación Condestable, la definición del sistema incluye las etapas, procesos y flujos para la evaluación de huella de agua. Este debe contener todas las actividades relevantes teniendo en cuenta los objetivos del estudio y todos los procesos y flujos que puedan contribuir de manera significativa a los impactos ambientales relacionados al recurso hídrico.

Para realizar este estudio se definió trabajar “de la cuna a la puerta”, es decir, desde el origen de la materia prima utilizada hasta el punto en el cual la empresa tiene el producto final listo para ser distribuido, es decir, el concentrado de cobre, es por esta razón que el estudio no ha considerado, por ejemplo, la exportación, venta y transporte. El periodo comprendido para el análisis fue de un año y comprende de enero a diciembre del 2017.

Para el análisis de la cadena de suministros, se aplicó una regla de corte, bajo el criterio cantidad/valor para discriminar aquellos insumos cuya representación no alcance el 2% del total. Para la aplicación de esta regla se tomó en consideración el 100% de insumos consumibles adquiridos durante el periodo de estudio.

Se ha discriminado el uso de infraestructura en la evaluación. Se incluyen las áreas administrativas.

La información se ha recopilado en períodos mensuales y la consistencia de los datos analizados ha sido validada por la empresa. A continuación, se muestra el detalle de las categorías estudiadas.



Figura 2. Descripción sintetizada del sistema de producción analizado para el análisis de huella de agua de la Unidad Minera Acumulación Condestable

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

2.5. Reglas de asignación

La información secundaria usada en este estudio proviene de la base de datos Quantis Water Database 2015, que a su vez se basa en los sistemas de asignación definidos en ecoinvent v2.2 (Frischknecht et al. 2005).

2.6. Datos de inventario, fuente e hipótesis

La calidad de los resultados del análisis de huella de agua está directamente relacionada con la calidad del inventario utilizado. En el presente estudio, se cuantificaron todas las entradas y salidas relevantes del sistema para el análisis de la huella de agua. Con el propósito de considerar la variación estacional y/o mensual en la producción, y por lo tanto en los requerimientos de agua, **toda la información levantada de usos de agua, cadena de suministros y energía fue obtenida en base mensual**. Toda la información recolectada son datos primarios recolectados por personal de Compañía Minera Condestable S.A.

En la información solicitada se consideraron ítems tales como, **entradas y salidas de agua (cantidad/calidad, fuente de extracción y receptor de descarga), entradas de insumos en la cadena de suministros, energías y combustibles utilizados en el proceso productivo o de transporte de personal**. Toda la información se recolectó de acuerdo a:

- **Insumos:** Tipo y cantidad de insumo consumido en la unidad minera
- **Energía eléctrica:** KWh de energía consumida del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)
- **Combustibles:** Consumo de diésel (galones).
- **Balance hídrico:** m³ de agua que ingresan y salen de la Unidad Minera Acumulación Condestable, se diferencia la fuente de extracción en las entradas, los usos de agua para procesos industriales y usos domésticos.
- **Concentración de parámetros de descarga de agua:** Condestable realiza trimestralmente el monitoreo de agua, Condestable no descarga agua a otro cuerpo de agua. Utiliza sistemas pozos sépticos para tratar el agua residual.

El estudio ha considerado la lectura promedio anual de los siguientes parámetros: sólidos totales suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, grasas y aceites

- **Producción:** Toneladas de concentrado de cobre con valores de oro y plata producidas durante el año de análisis de huella de agua.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Luego de obtener las cantidades mensuales de cada uno de estos ítems, se calcularon los valores anuales y se normalizaron las cantidades requeridas para la producción de 1 t concentrado de cobre con valores de oro y plata en la unidad minera.

Los datos de inventario que describen la huella de agua (usos de agua e impactos) de los procesos de fabricación de las materias primas, cadena de suministros, energía y combustible usadas en el estudio fueron obtenidos a partir de la base de datos desarrollada por la consultora Suiza Internacional Quantis. La base de datos está desarrollada a partir de la base de datos para análisis de ciclo de vida de Ecoinvent v2.2 (Frischknecht et al. 2005), que presenta información de datos de inventario de ciclo de vida para más de 4 000 procesos, productos y servicios.

Se utilizó la base de datos en donde los procesos están extrapolados para promedios globales (Global Quantis Water Database). En el caso de la energía eléctrica, los procesos fueron asignados para el lugar de origen (para la electricidad se construyó un proceso ajustado para Perú), para la construcción del proceso ajustado se han considerado los porcentajes de producción de energía del año 2014 según la International Energy Agency – IEA.

2.6.1. Principales datos y supuestos

A continuación, se describen las principales consideraciones efectuadas sobre los usos directos e indirectos de agua y se presentan en la Tabla 1. Es importante recalcar que se levantó la información en base mensual y que a partir de esta información se realizaron los cálculos para analizar la huella de agua de la empresa.

Directos	Grupos	Fuente
Usos Directos de agua	Entradas y Salidas de agua	Las entradas y salidas de agua son monitoreadas por caudalímetros.
	Agua evaporada	Calculado a partir de datos de estaciones climatológicas y datos secundarios.
	Agua Incorporada en el producto	Calculado a partir de capacidad de absorción del mineral
Indirectos	Grupos	Fuente
Usos Indirectos de Agua	Cadena de Suministros	Sistema de adquisiciones de la empresa. Cantidades medidas y registradas por la empresa.
	Electricidad	Medidores de electricidad. Cantidades medidas y registradas por la empresa
	Consumo de diésel	Sistema de adquisiciones de la empresa. Cantidades medidas y registradas por la empresa.
	Consumo de GLP	Calculado por registro de compras para balones en comedor

Tabla 1. Consideraciones y criterios generales de cálculo

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Se han realizado todos los esfuerzos posibles para que esta investigación esté basada en la información más creíble y representativa disponible. La información relativa a la producción, incluidos los insumos y procesos de fabricación se han obtenido directamente del personal de la compañía minera.

La tabla 1 muestra en términos generales los medios que se utilizaron para la recopilación de información.

Para los usos directos de agua, se recopiló toda la información disponible en informes de balance hídrico, visitas técnicas y reportes de uso de agua, luego estas cantidades fueron cotejadas y validadas.

En la recopilación de información de la cadena de suministros, Condestable utilizó las cantidades que el área encargada tenía registrados como consumibles en el 2017, estos datos son muy precisos porque la empresa tiene registro en su sistema implementado de compras, stock y despacho de cada insumo.

Para la recopilación de usos indirectos (energía y combustible) se utilizaron hojas de registro reportando la lectura de medidores de electricidad, galones de diésel consumidos y balones de gas para comedor.

2.7. Recopilación de información

2.7.1. Usos directos

Fuentes de Agua

- **Agua subterránea.** La Unidad Minera Condestable utiliza agua de pozo para usos domésticos e industriales.

Usos y consumos de agua

- **Agua para uso doméstico.** Se utiliza en áreas administrativas.
- **Agua evaporada.** Agua evaporada en presa de relaves, planta concentradora, evapotranspirada por riego de vías y plantación de uvas.
- **Agua incorporada en productos.** Agua incorporada en el mineral.
- **Agua almacenada.** Agua almacenada en presa de relaves.

A continuación, se muestran los principales usos y consumos de agua en la unidad minera.

a. Agua subterránea utilizada por vecinos

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
Condestable	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Condestable extrae agua de pozo y antes de que ingrese a la unidad minera provee del servicio a un grupo de vecinos de la comunidad de Mala, el estudio ha considerado que el agua 80% del agua que se utilizó se devuelve a la cuenca a través de infiltración, mientras que el 20% se consume por evaporación. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua consumida por vecinos	60,036.50	Mala, Cañete, Perú
Agua infiltrada por vecinos	240,146.00	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	300,182.50	

Tabla 2. Agua subterránea utilizada por vecinos

b. Agua subterránea utilizada para riego de plantación de uvas

Condestable extrae agua de pozo para riego de cultivos de uva dentro de sus instalaciones. El estudio ha considerado que el 45% de agua se devuelve a la cuenca por infiltración mientras que el 55% se evapotranspirada. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua infiltrada por riego de cultivos de uva	17,550.00	Mala, Cañete, Perú
Agua evapotranspirada por riego de cultivos de uva	21,450.00	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	39,000.00	

Tabla 3. Agua subterránea utilizada para riego de cultivos de uva

c. Agua subterránea utilizada por Defense

Condestable extrae agua subterránea que utiliza para el sector de vigilancia, el estudio ha considerado que el agua 80% del agua que se utilizó se devuelve a la cuenca a través de infiltración, mientras que el 20% se consume por evaporación. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua consumida por Defense	13.14	Mala, Cañete, Perú
Agua infiltrada por Defense	52.56	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	65.70	

Tabla 4. Agua subterránea utilizada por Defense

d. Agua subterránea utilizada para riego de vías

Condestable extrae agua subterránea que utiliza para el control de polvos a través del riego de vías, el estudio ha considerado que el agua 45% del agua que se utilizó se devuelve a la cuenca a través

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

de infiltración, mientras que el 55% se consume por evaporación. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua evaporada de riego de vías	7,826.39	Mala, Cañete, Perú
Agua infiltrada de riego de vías	6,403.41	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	14,229.80	

Tabla 5. Agua subterránea utilizada para riego de vías

e. Agua subterránea a Planta de Ósmosis Inversa

El volumen total de agua que se utiliza para usos domésticos en oficinas, campamentos y comedor es tratado en la planta de ósmosis inversa. A continuación, se presentan los volúmenes por área.

i. Agua subterránea utilizada en oficinas

El agua subterránea para uso en oficinas es tratada en la planta de ósmosis inversa de Condestable, el estudio ha considerado que el agua 80% del agua que se utilizó se devuelve a la cuenca a través de infiltración, mientras que el 20% se consume por evaporación. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua consumida de oficinas	114.24	Mala, Cañete, Perú
Agua infiltrada de oficinas	456.96	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	571.20	

Tabla 6. Agua subterránea utilizada en oficinas

ii. Agua subterránea utilizada en campamentos

El agua subterránea para uso en campamentos es tratada en la planta de ósmosis inversa de Condestable, el estudio ha considerado que el agua 80% del agua que se utilizó se devuelve a la cuenca a través de infiltración, mientras que el 20% se consume por evaporación. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua consumida de campamentos	982.80	Mala, Cañete, Perú
Agua infiltrada de campamentos	3,931.20	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	4,914.00	

Tabla 7. Agua subterránea utilizada en campamentos

iii. Agua subterránea utilizada en comedor

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

El agua subterránea para uso en comedor es tratada en la planta de ósmosis inversa de Condestable, el estudio ha considerado que el agua 80% del agua que se utilizó se devuelve a la cuenca a través de infiltración, mientras que el 20% se consume por evaporación. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua consumida en comedor	979.80	Mala, Cañete, Perú
Agua infiltrada en comedor	3,919.20	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	4,899.00	

Tabla 8. Agua subterránea utilizada en comedor

f. Agua de rechazo de Planta de Ósmosis Inversa

El agua subterránea que no cumple con los parámetros mínimos para uso doméstico es recirculada hacia el espesador. El 100% del agua recirculada se considera consumo debido a que el agua luego es transportada hacia la relavera en donde se evaporará. El siguiente cuadro muestra el volumen total de agua en el año de estudio.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua de rechazo de POI	6,922.80	Mala, Cañete, Perú

Tabla 9. Agua de rechazo de planta de ósmosis inversa

g. Agua subterránea a planta concentradora

El agua subterránea luego de ser almacenada en un tanque intermedio es utilizada en la planta concentradora para los procesos de obtención de concentrado de cobre, además de este flujo, la planta concentradora también recibe agua recirculada luego de ser clarificada en el espesador y agua recirculada en de la poza de relaves. El 100% del agua que ingresa a la planta concentradora es consumida por evaporación o almacenamiento. A continuación, se muestra el detalle de los volúmenes de agua consumidos.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua contenida en el concentrado	8,591.53	Mala, Cañete, Perú
Agua evaporada en planta concentradora	1,055,609.57	Mala, Cañete, Perú
Agua a espesador	1,078,649.65	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	2,142,850.75	

Tabla 10. Agua subterránea utilizada en planta concentradora

h. Agua subterránea utilizada en mina

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

Condestable utiliza agua subterránea para mina Condestable y Raúl, el 100% de agua que ingresa a la minera es recirculada hacia el espesador.

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua almacenada en tanque intermedio	181,725.12	Mala, Cañete, Perú
Agua contenida en humedad de desmontera	12,720.76	Mala, Cañete, Perú
TOTAL	194,445.88	

Tabla 11. Agua subterránea utilizada en planta concentradora

i. Agua contenida en relavera

El agua utilizada en la planta concentradora, mina y planta de ósmosis inversa es transportada hacia el espesador y luego llevada a la poza de relaves, el 100% del agua que ingresa a la poza de relaves es consumida por evaporación o almacenada temporalmente para el tratamiento

Uso de agua en el sistema estudiado	Cantidad 2017 (m3/año)	Lugar de Origen
Agua contenida en relavera	890,001.73	Mala, Cañete, Perú

Tabla 12. Agua contenida en relavera

2.7.2. Usos indirectos: Cadena de Suministros

El análisis de huella de agua en la unidad minera Acumulación Condestable incluye el consumo de los principales insumos en la cadena de suministros, se aplicó una regla de corte, bajo el criterio económico para discriminar aquellos insumos cuya representación no alcancen el 2% del total, es decir se consideró el 100% de la cantidad de insumos consumibles adquiridos durante el periodo de estudio multiplicado por el valor total de cada insumo, de esta manera se pudo excluir a los insumos menos importantes. La siguiente tabla muestra la relación de insumos considerados en el estudio y los procesos de la base de datos asociados.

Insumo	Unidad	Cantidad	Proceso de la base de datos
ARMADA DE MECHA LENTA (LG) 10' - 3MT	UNI	31,437.00	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
ARMADA DE MECHA LENTA (LG) 8' - 2.4MT	UNI	166,816.00	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
CAJA PORTATESTIGOS (DIM)	UNI	73,650.00	polypropylene, granulate, at plant/RER U
CORDON DETONANTE (DIM) 19.4CM X 9CM (HEXAGONAL);(VEL-DETON) 6800MT/SEG;(TIP) 3P;(LG) 1500MT	M	94,282.50	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
CORDON DETONANTE 3 G / M -	M	407,755.00	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
DETONADOR NO ELECTRICO (LG) 20MT	PZ	19,850.00	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

DETONADOR NO ELECTRICO (LG) 21.6 MT	PZ	1,128.00	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
DETONADOR NO ELECTRICO (LG) 4.8MT	PZ	293,547.00	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
DETONADOR NO ELECTRICO (LG) 8 MTS	PZ	13,463.00	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
EMULSION (DIA) 1";(VEL-DETON) 5000MT/SEG;(TIP) 5000;(PRESNT) ;(LG) 7"	UNI	1,141,431.00	explosives, tovox, at plant/CH U
EMULSION (DIA) 1.1/2";(VEL-DETON) 5000MT/SEG;(TIP) 5000;(PRESNT) ;(LG) 7"	UNI	1,261,991.00	explosives, tovox, at plant/CH U
EMULSION EXSA 1 1/2" X 12 (DIA) 1 1/2";(VEL-DETON) ;(TIP) 5000;(PRESNT) ;(LG) 12	UNI	40,300.00	explosives, tovox, at plant/CH U
MECHA RAPIDA (D-EXT) 1.8MM;(TIP) Z-18;(PS) 6.5GR/MT	M	133,794.20	cable, three-conductor cable, at plant/GLO U
NITRATO DE AMONIO	KG	1,302,488.00	ammonium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U
SOBRE PARA MUESTRA DE MINERAL MODELO TIN TIE BAG 10CMX16CM L	PZ	172,000.00	corrugated board base paper, kraftliner, at plant/RER U
TACOS DE MADERA PARA CAJA PORTATESTIGOS DE 32MM DE DIAMETRO X 15CM	UNI	142,100.00	hardwood, stand establishment / tending / site development, under bark/RER U

Tabla 13. Resumen de insumos de la cadena de suministros

2.7.3. Usos indirectos: Energía y combustible

En el estudio se ha identificado que los consumos indirectos de agua están asociados al consumo de electricidad del SEIN, consumo de diésel para camionetas / equipos pesados y consumo de GLP para comedor.

a. Electricidad

La fuente de electricidad que consume Condestable proviene del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

Para la fuente del SEIN se ha construido un proceso tomando como base el mix de generación de energía eléctrica del año 2014 según la IEA y combinando los procesos descritos en la tabla 9. Este proceso combinado de producción de energía es afectado por un factor 3.32 para convertirlo en electricidad de alto voltaje y un factor de 0.43 para convertirlo en electricidad de medio voltaje. El

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

proceso se denomina “electricity, medium voltage, production PE, at grid/PE” (electricidad, voltaje medio, producción). Para regionalizar a las condiciones locales el proceso construido, el proceso de generación de energía hidroeléctrica en embalse, se adaptaron a las condiciones de Perú de evaporación en las represas en base a Pfister et al. (2011). El índice de impacto hídrico (WIIX) y los impactos de punto final de Pfister (desnutrición causada por consumo de agua y reducción de disponibilidad de agua para los ecosistemas), también se regionalizaron para Perú. El WIIX se regionalizó en base al índice de estrés hídrico (Water Stress Index, WSI) de Perú (WSI: 0.715), y los impactos de punto final, en base a los factores de caracterización (FC) de Pfister para salud humana (FC: 6.53×10^{-7}) y calidad de los ecosistemas (FC: 0.12).

A continuación, se muestran los criterios que se consideraron para el modelamiento del proceso asociado a la electricidad del SEIN:

- La cantidad de agua consumida se basa en los valores por defecto y puede ser sobreestimada, ya que la línea de base de la evaporación / transpiración no se deduce.
- No se han considerado las posibles ventajas de embalses, por ejemplo, la escasez de agua debido a un almacenamiento.
- No se han considerado otras funciones del reservorio como protección contra las inundaciones.
- Se han considerado las pérdidas por transmisión basado en Ecoinvent v3 (3.32% para convertir a alto voltaje y 0.43% para convertir el modelamiento a voltaje medio)

Tipo	IEA	Proceso en base de datos (Quantis Water Database)
Hidráulica Embalse	48.8%	electricity, hydropower, at reservoir power plant, non alpine regions/RER U
Hidráulica Pasada	0.0%	electricity, hydropower, at run-of-river power plant/RER U
Carbón	0.7%	electricity, hard coal, at power plant/UCTE U
Gas Natural	45.9%	electricity, natural gas, at turbine, 10MW/GLO U
Biomasa	2.8%	electricity, at cogen 6400kWth, wood, allocation exergy/CH U
Diésel	1.2%	electricity, oil, at power plant/UCTE U
Eólica	0.5%	electricity, at wind power plant/RER U
Solar	0.1%	electricity, production mix photovoltaic, at plant/CH U

Tabla 14. Tipos de generación de energía eléctrica en el SEIN

A continuación, se presenta el consumo de electricidad en el 2017 en la unidad minera Condestable:

Energía	Consumo 2017 (Kwh/año)	Lugar de Origen
Consumo de electricidad de SEIN	108,735,954.91	Mala, Cañete, Perú

Tabla 15. Consumo de electricidad

b. Consumo de diésel para equipos pesados y camionetas

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

El Diésel es utilizado para el abastecimiento de equipos pesados y camionetas. el proceso utilizado fue extraído de la base de datos como “diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U” (Spielmann M. et al. 2007). A continuación, se muestran los consumos de diésel durante el 2017.

Combustible	Cantidad 2017 (gal/año)	Lugar de Origen
Consumo de diésel para equipos pesados	1,292,198.87	Mala, Cañete, Perú
Consumo de diésel para camionetas en la unidad	30,600.00	Mala, Cañete, Perú

Tabla 16. Consumo de Diésel

c. Consumo de GLP

El gas es utilizado como fuente de energía para la preparación de alimentos en comedores, el proceso utilizado fue extraído de la base de datos como “liquefied petroleum gas, at service station/CH U” (Hischier, R. et al. 2010). A continuación, se muestran los consumos de gas durante el 2017.

Combustible	Cantidad 2017 (gal/año)	Lugar de Origen
Consumo de gas GLP	6,299.96	Mala, Cañete, Perú

Tabla 17. Consumo de GLP

2.8. Evaluación de impactos relacionados con el recurso hídrico

Acorde a la norma ISO 14046, la evaluación de huella de agua debe incorporar un **análisis de la alteración de cuerpos de agua** a través de indicadores de impacto asociados a los usos consuntivos y que degradan la calidad del agua (agua descargada al entorno en un volumen y/o calidad menor a la cual fue tomada). La evaluación de impactos es el link entre el análisis de inventario de entradas y salidas del sistema y el potencial efecto que producen en el ambiente.

En el presente reporte se realizó una evaluación integral de la huella de agua, **considerando los potenciales impactos ambientales relacionados al uso del agua.**

Agua Remanente Disponible - AWARE

AWARE es un factor de caracterización que se basa en la relación entre el consumo de agua dulce para usos humanos más el caudal ambiental y la disponibilidad total de agua en una unidad de área. El indicador puede ser 100 veces el agua consumida. AWARE varía entre 0.1 y 100. Si el factor de caracterización de una región es 10, quiere decir que esa región tiene 10 veces menos agua remanente disponible que el promedio mundial.

Salud Humana

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

- Desnutrición causada por consumo de agua (Pfister et al. 2009)
- Enfermedades causadas por toxicidad del agua (USEtox; Rosenbaum et al. 2008)

Calidad de los ecosistemas

- Reducción de disponibilidad de agua para los ecosistemas (Pfister et al. 2009)
- Reducción de disponibilidad de agua para los ecosistemas acuáticos de río (Hanafiah et al. 2011)
- Reducción de disponibilidad de agua subterránea para los ecosistemas (Van Zelm et al. 2011)
- Ecosistemas acuáticos afectados por infraestructura hidroeléctrica (Maendly y Humbert, 2012)
- Ecosistemas acuáticos afectados por termocontaminación (Verones et al. 2010)
- Ecosistemas acuáticos afectados por ecotoxicidad (USEtox; Rosenbaum et al. 2008)
- Ecosistemas acuáticos afectados por eutrofización (Goedkoop et al. 2009)
- Ecosistemas acuáticos afectados por acidificación (Jolliet et al. 2003)

Los indicadores de impacto de punto final, se evalúan a nivel de impactos potenciales en salud humana e impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas, ambos generados por una reducción en la disponibilidad y/o calidad del agua (perturbación química y/o física) en un entorno definido. En el caso de los impactos potenciales en la salud humana, ellos son expresados en DALY (Disability Adjusted Life Years) que son años de vida perdidos por muerte prematura o por discapacidad. Los impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas se expresan en PDF*m²*y (potentially disappeared fraction of species per m² per year) y se refieren a la fracción de especies que desaparece en una unidad de superficie de 1 m² durante un año (Humbert et al. 2012).



Figura 3. Clasificación de los indicadores de impacto de punto final (Quantis)

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

3. RESULTADOS

3.1. Balance hídrico directo

Para realizar el balance hídrico se han identificado y calculado los volúmenes de agua utilizados en labores mineras, usos industriales y domésticas en la unidad minera Acumulación Condestable. Los volúmenes de agua se han reportado en base a consumos anuales y consideran fuentes de agua subterránea.

A continuación, se muestra el balance hídrico:

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

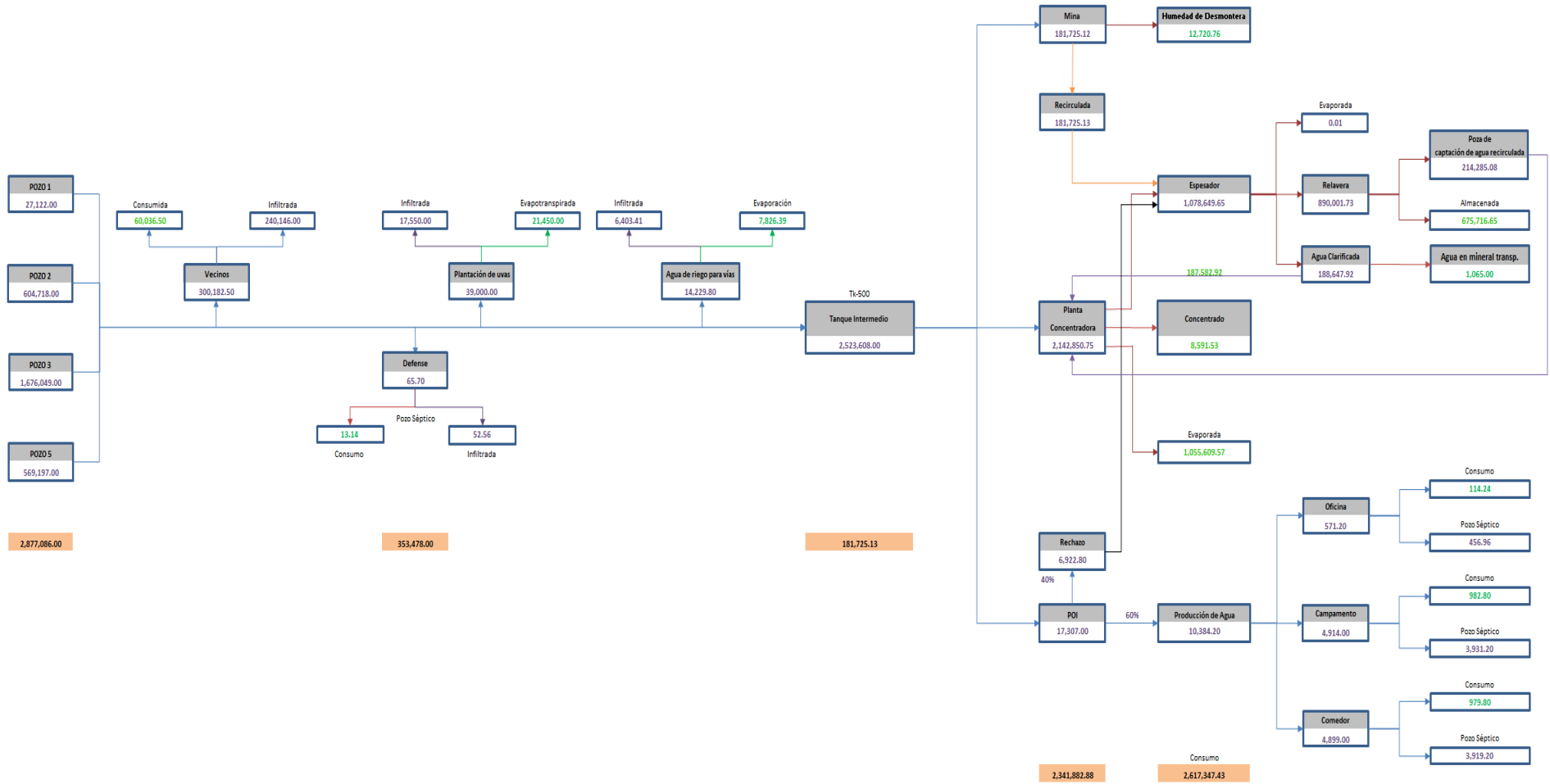


Figura 4. Balance hídrico unidad minera Condestable

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

La figura 4 muestra el balance hídrico industrial y doméstico de la unidad minera Acumulación Condestable. De la figura se puede deducir que del total de agua que ingresa al sistema (2,877,086.00 m³/año), se consumieron 2,617,347.43 m³/año. Es decir, el 91% del agua es consumida en los procesos industriales y domésticos.

3.2. Agua Consumida

El agua consumida hace referencia a la cantidad de agua dulce extraída que no es devuelta a la cuenca de origen debido a evaporación, evapotranspiración, incorporada en productos, trasvasijada de cuenca o vertida al mar.

La figura 5 muestra la distribución de consumos de agua por la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la unidad minera Condestable, se categorizan los consumos directos de agua, consumos indirectos de agua por cadena de suministros, energía y combustible.

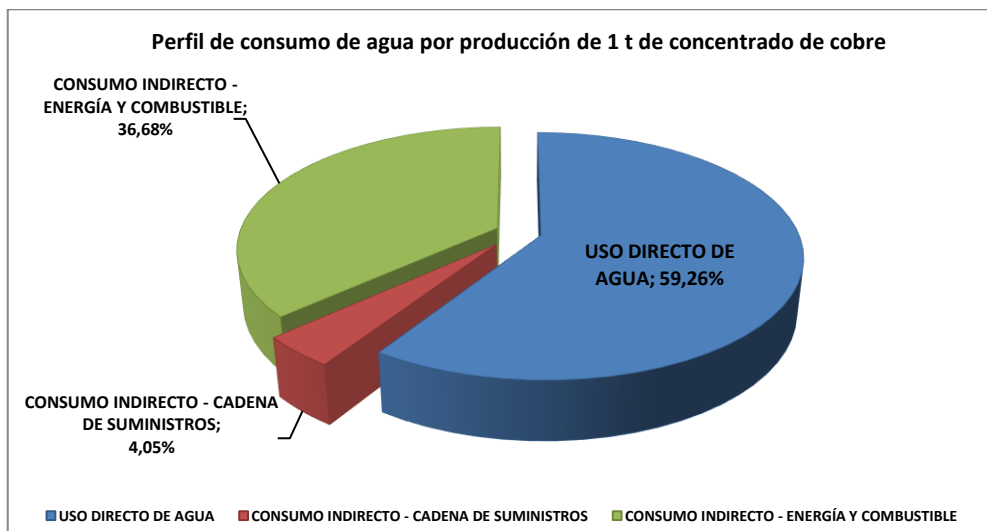


Figura 5. Perfil de consumo de agua por producción de 1 t de concentrado de cobre

El estudio ha determinado que la unidad minera Condestable se consumieron 51.40 m³ de agua para la producción de 1 t de concentrado de cobre en el 2017.

El consumo directo (30.46 m³/t Cu) representa el 59.26% del consumo total de agua.

El consumo indirecto por cadena de suministros (2.08 m³/t Cu) representa el 4.06% del consumo total de agua.

El consumo indirecto por energía y combustible (18.85 m³/t Cu) representa el 36.68% del consumo total de agua.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

Consumo Directo de Agua. La Figura 6 muestra los consumos directos en la unidad minera por la producción de 1 tonelada de cobre en Condestable

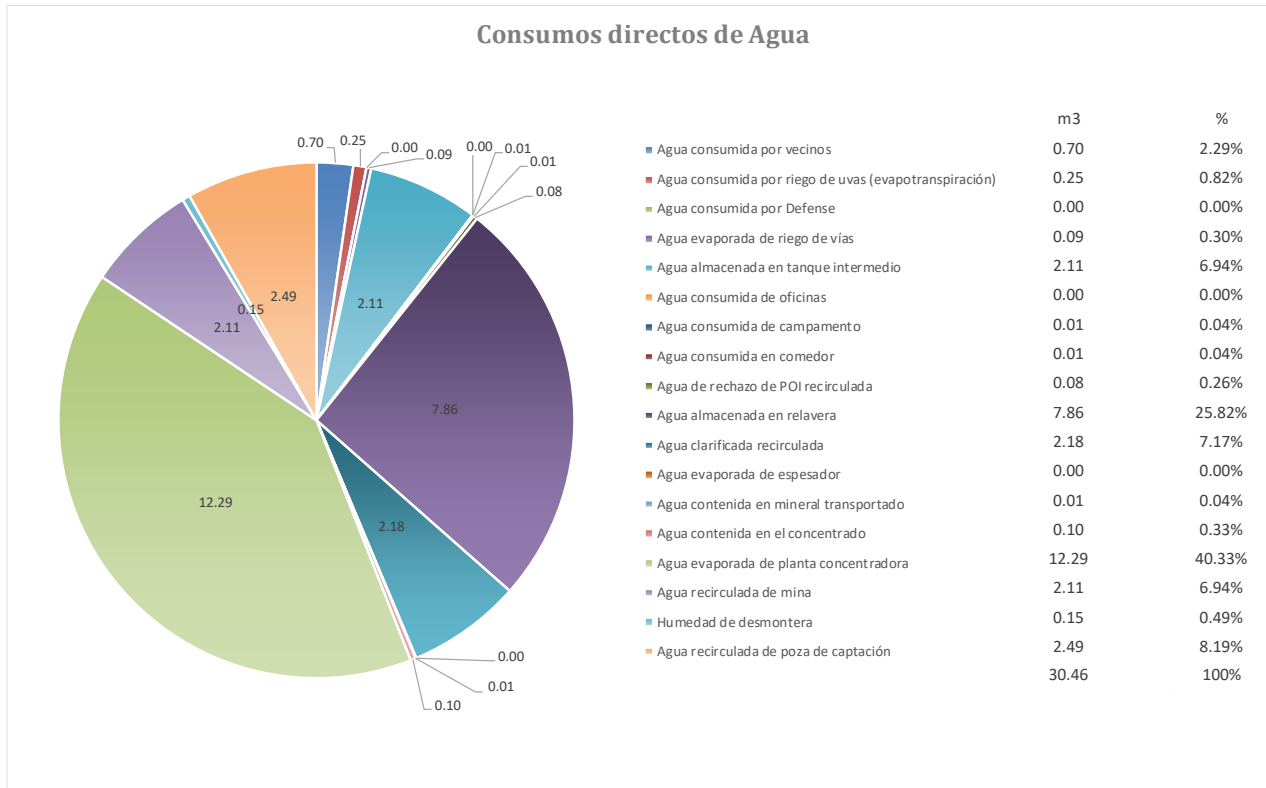


Figura 6. Consumos directos de agua

La Figura 6 muestra que los principales consumos directos en la unidad minera están relacionados al consumo en la planta concentradora con 12.29 m³ de agua y 7.86 m³ de agua almacenada en la relavera.

Consumo Indirecto de Agua – Cadena de Suministros. Respecto a los consumos indirectos de agua por cadena de suministros, el estudio ha considerado los siguientes insumos: Armada de mecha lenta, Caja portatestigos, Cordón detonante, Detonador no eléctrico, Emulsión, Mecha rápida, Nitrato de Amonio, Sobre para muestras de minerales y Tacos de madera para caja portatestigos. En total se consumen 2.8 m³ en la cadena de suministros para la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la unidad minera Condestable. En la figura 7 se detallan los consumos de agua por insumo de la cadena de suministros en la producción de 1 t concentrado de cobre.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

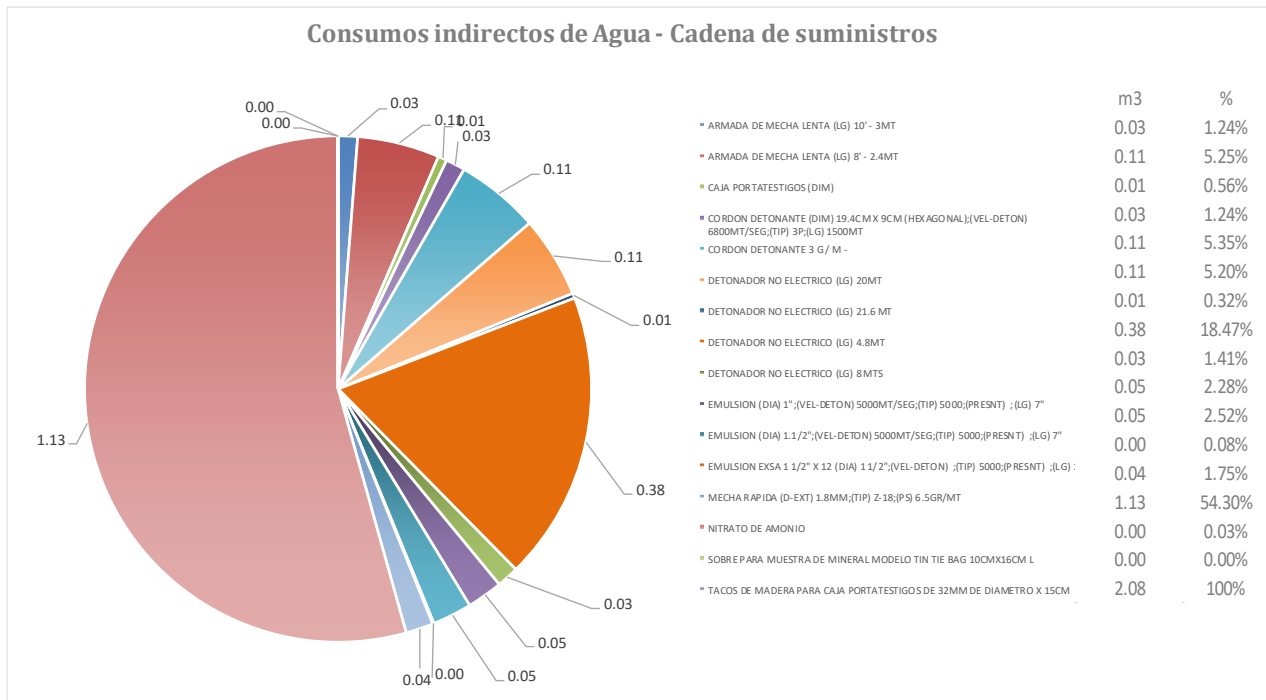


Figura 7. Consumo de agua en cadena de suministros por producción de 1 tonelada de concentrado de cobre

De la figura 7 se puede deducir que los insumos que representan mayor consumo de agua en la cadena de suministros son el Nitrato de Amonio (1.13 m3), Detonador no eléctrico (0.53 m3), Cordón detonante (0.11 m3) y la armada de mecha lenta (0.14 m3).

Consumo Indirecto de Agua – Energía y combustible. Los consumos indirectos de agua por energía y combustible representan el 36.68% del consumo total de agua, es decir se consumieron 18.85 m3 de agua para la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la Unidad Minera Condestable. A continuación, la figura 8 muestra el fraccionamiento de los consumos en esta categoría.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

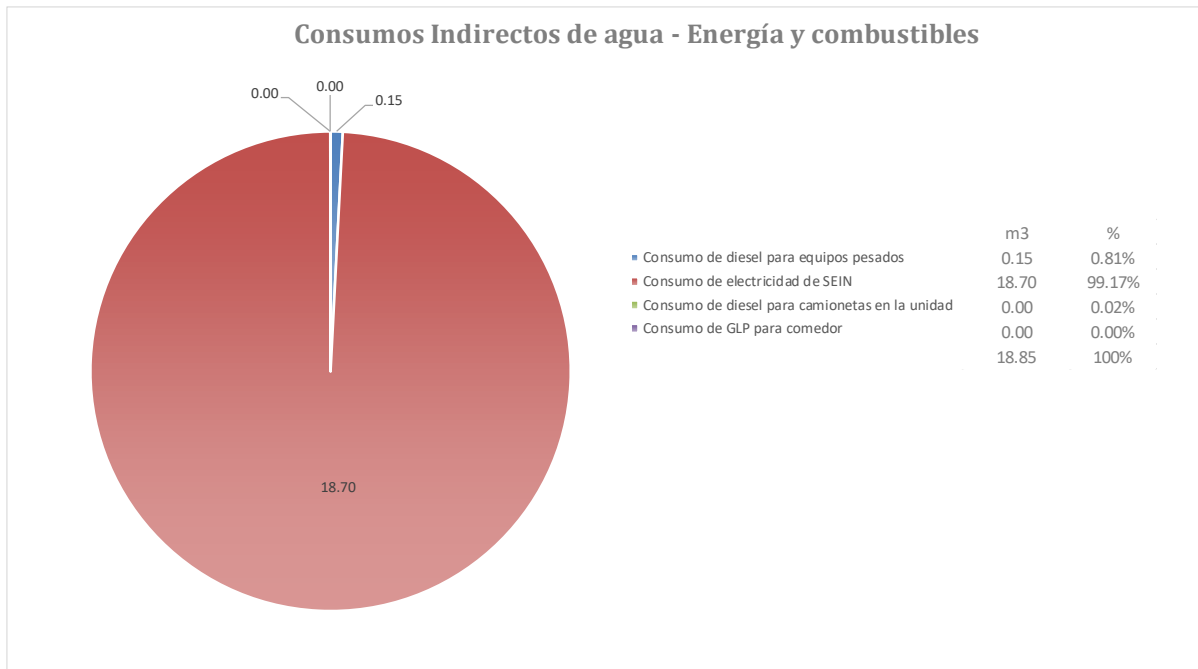


Figura 8. Consumo de agua por uso de energía y combustible por producción de 1 tonelada de concentrado de cobre

De la figura 8 se infiere que los consumos indirectos de agua en esta categoría están representados principalmente por el uso de electricidad del SEIN con 18.85 m3 de agua que representa el 99% del consumo en esta categoría.

3.3. Indicadores de Impacto

3.3.1. Agua Remanente Disponible (AWARE)

La unidad minera Condestable está ubicada en el distrito de Mala, Cañete. El factor de caracterización de Mala es de 3.70 AWARE/m3. El consumo de 51.40 m3 de agua en la unidad minera Acumulación Condestable es equivalente a consumir 190.17 m3 en una ubicación promedio en el mundo.

El consumo directo de 30.46 m3 es equivalente a consumir 112.70 m3 en el mundo.

El consumo en cadena de suministros de 2.08 m3 es equivalente a consumir 7.71 m3 de agua en el mundo.

El consumo en energía y combustible de 18.85 m3 es equivalente a consumir 69.70 m3 de agua en el mundo.

A continuación, la Figura 9 muestra la distribución del impacto AWARE por la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

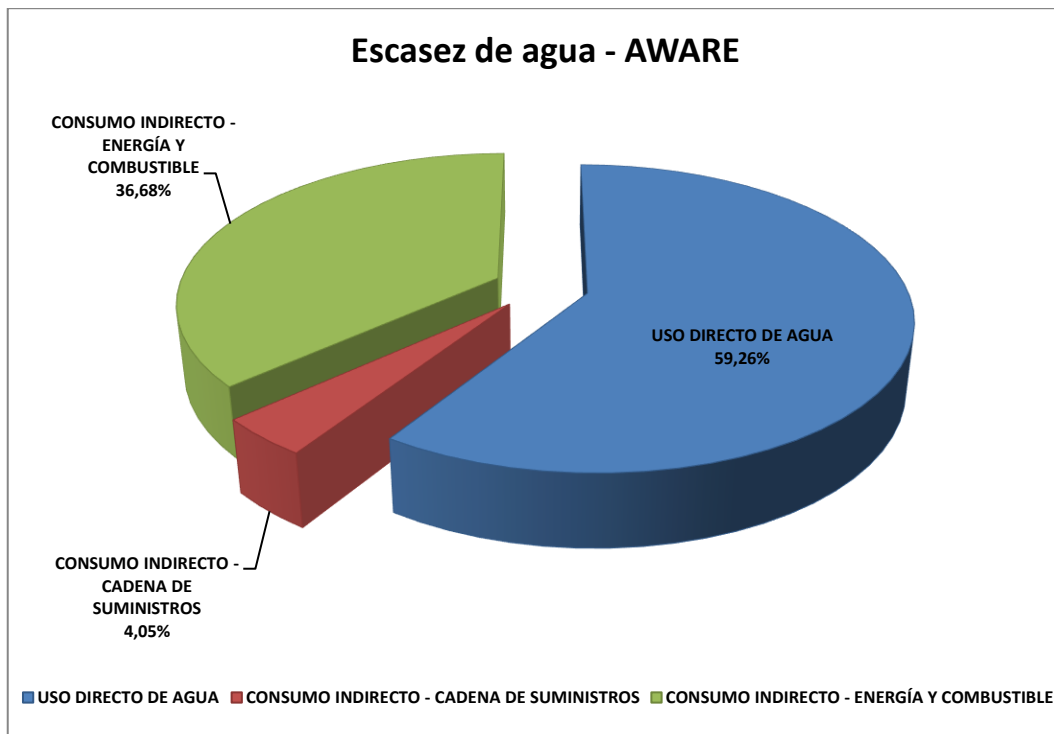


Figura 9. Agua Remanente Disponible - AWARE

Según la evaluación, el impacto AWARE total es de 190.17 m³eq por 1 tonelada de concentrado de cobre producida en la unidad minera Condestable. Este indicador no es comparable con otros estudios debido a que las condiciones de otras unidades mineras no necesariamente representan las mismas características que la unidad de estudio analizada.

El 59.26% del AWARE total se relaciona al uso directo de agua, principalmente por la pérdida de disponibilidad por evaporación y almacenamiento, El 4.02% del WIIX total se asocia al uso indirecto en la cadena de suministros y el 36.68% del AWARE es asociado a uso indirecto de energía y combustible.

3.3.2. Impactos potenciales en salud humana y calidad de los ecosistemas

La metodología incluye la evaluación de impactos potenciales de punto final en salud humana y en la calidad de los ecosistemas. Estos indicadores presentan impactos tanto por reducción de la disponibilidad de agua (al hacer un uso consuntivo del recurso), como por alterar la calidad de cuerpos receptores, lo que se traduce en impactos por toxicidad hacia los seres vivos en general (ser humano y ecosistemas). A continuación, se muestran los impactos comentados para el sistema en estudio.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

Impactos potenciales en salud humana

Según la evaluación de huella de agua, la producción de 1 tonelada de cobre en la unidad minera Acumulación Condestable tiene un impacto en la salud humana de 3.99E-03 DALY. El 40.78% está relacionado al impacto potencial a la salud por toxicidad de emisiones y el 59.22% se relaciona a potenciales impactos en salud humana por disponibilidad.

En términos de origen, la mayor incidencia corresponde a los consumos indirectos por cadena de suministros que representan el 41.75%, uso directo representa el 35.10% y energía y combustibles con 23.16% del impacto potencial en salud humana.

A continuación, la figura 10 muestra el impacto potencial en salud humana por la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre y los indicadores utilizados en esta dimensión.

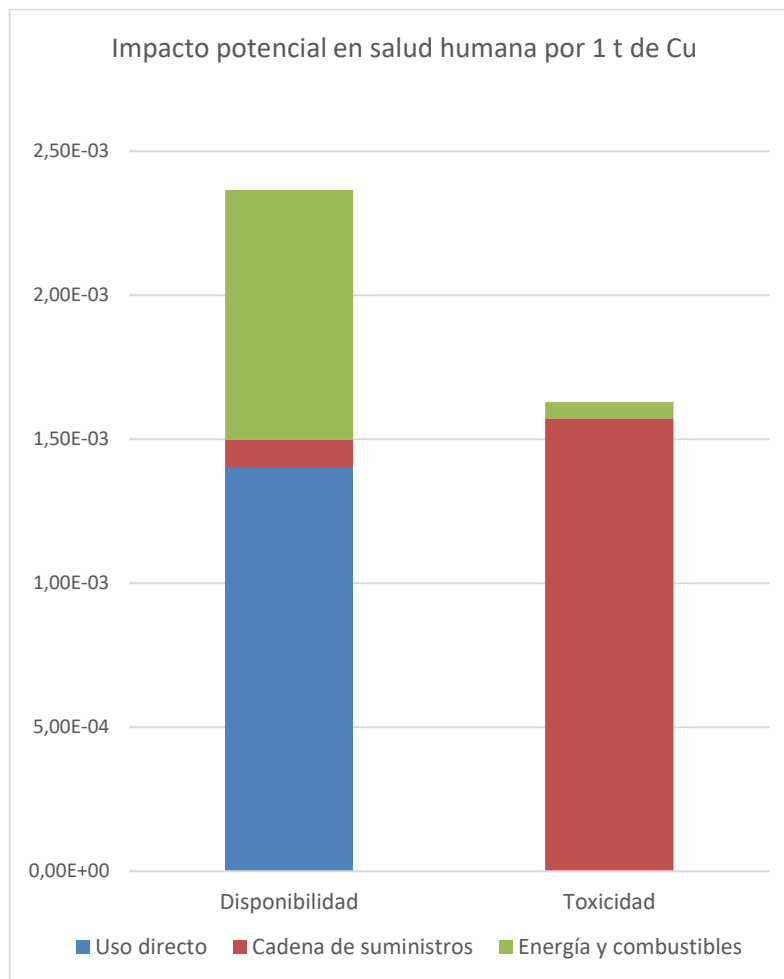


Figura 10. Impacto Potencial en la salud humana

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas

Según el análisis efectuado, el impacto potencial en ecosistemas por la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la unidad minera Condestable es de 60.71 PDF-m2-año. El 10.85% del impacto se relaciona a reducción de disponibilidad de agua y el 89.15% se asocia a impactos por alteración de la calidad. A continuación, se muestra el impacto por disponibilidad versus toxicidad para la producción de 1 tonelada de cobre en la unidad minera Condestable en el 2017.

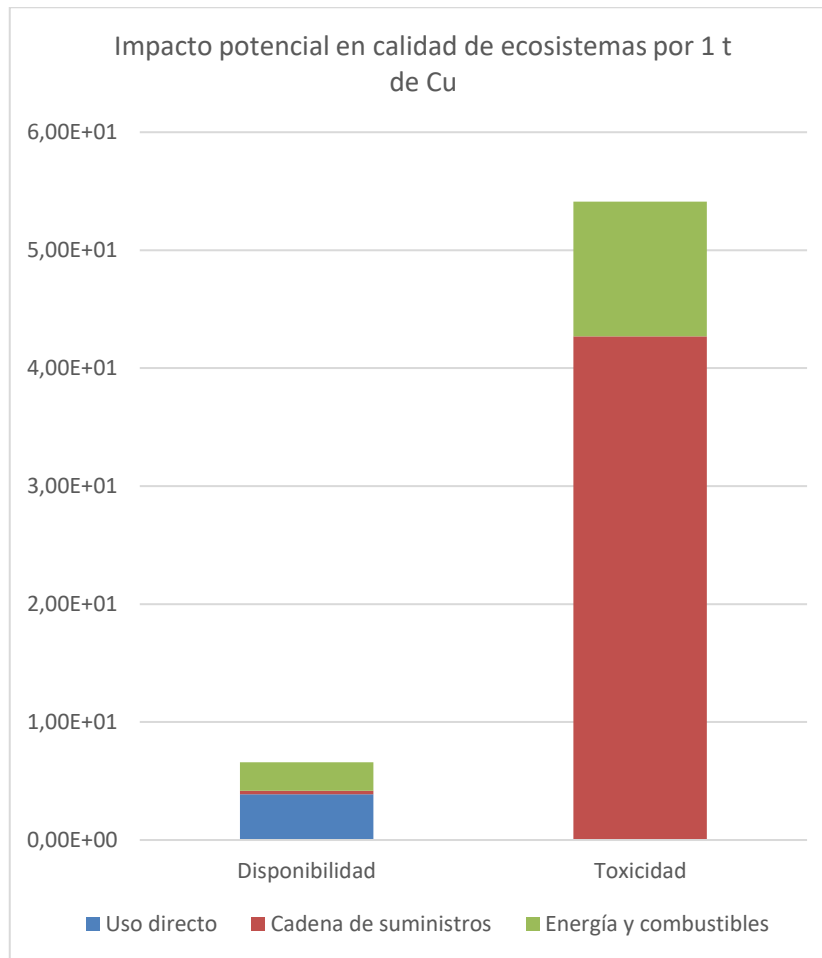


Figura 11. Impacto Potencial en la calidad de los ecosistemas

El 6.38% de todo el impacto en ecosistemas se atribuye al uso directo de agua representado principalmente por la evaporación y almacenamiento de agua.

El 70.83% del impacto potencial se atribuye a la cadena de suministros.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

El 22.78% del impacto potencial se atribuye al uso indirecto de energía y combustible, representado principalmente por el impacto ocasionado por el consumo interno de electricidad en Condestable.

La lectura más apropiada del impacto es que la producción de 1 tonelada de concentrado de cobre en la unidad minera Acumulación Condestable tiene un impacto potencial en ecosistemas de 60.71 PDF*m²*y, implica la pérdida potencial de 60.71 especies en 1 m² de superficie terrestre.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

4. DISCUSIÓN

Todas las dimensiones de inventario e impacto de punto medio y final pueden resumirse en el siguiente cuadro, denominado “Matriz de puntos críticos”.

HOTSPOTS/CANTIDADES	AGUA CONSUMIDA (m3/UF)	AWARE (m3Eq)	SALUD HUMANA (DALY/UF)	ECOSISTEMAS (PDF/UF)
USO DIRECTO DE AGUA – INDUSTRIAL/DOMÉSTICO	30.46	112.70	0.001	3.88
USO INDIRECTO – CADENA DE SUMINISTROS	2.08	7.71	0.002	43.00
USO INDIRECTO – ENERGÍA Y COMBUSTIBLE	18.85	69.76	0.001	13.83
TOTAL	51.40	190.17	0.004	60.71

Tabla 18. Puntos críticos de análisis de huella de agua 1 t Cu - Cantidades

HOTSPOTS/PORCENTAJES	AGUA CONSUMIDA (m3/UF)	AWARE (m3Eq)	SALUD HUMANA (DALY/UF)	ECOSISTEMAS (PDF/UF)
USO DIRECTO DE AGUA – INDUSTRIAL/DOMÉSTICO	59.26%	59.26%	35.10%	6.3832%
USO INDIRECTO – CADENA DE SUMINISTROS	4.05%	4.05%	41.75%	70.8337%
USO INDIRECTO – ENERGÍA Y COMBUSTIBLE	36.68%	36.68%	23.16%	22.7831%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabla 19. Puntos críticos de análisis de huella de agua 1 t Cu - Porcentajes

Las tablas 18 y 19 resumen el perfil de análisis de huella de agua desarrollado. Se pueden identificar los cuatro grupos medidos: Agua Consumida, AWARE, Impacto en la Salud Humana, Impacto en la Calidad de los Ecosistemas; versus las categorías de uso.

A continuación, se amplía la información con detalles sobre el análisis de cada aspecto de la huella de agua de la unidad minera Acumulación Condestable.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

4.1. Agua consumida

En el estudio realizado por J. M. Kuroiwa, Huella Hídrica Extendida del Mineral de Cobre en el Perú, se determinó que el consumo de agua en la producción de cobre en Perú es de 81 m³/TMF

El presente estudio determinó que el consumo de agua para la producción de 1 tonelada de cobre es de 60.71 m³. No obstante el estudio realizado por J.M Kuroiwa en cobre, solo considera el consumo directo de agua, es decir no representa el inventario de cadena de suministros y energía.

En el estudio de referencia se ha determinado que el consumo directo por evaporación es el más importante y que este determina el perfil de huella de agua.

4.2. Agua Remanente Disponible - AWARE

En la figura 9 se puede observar que el AWARE más importante está asociado al uso directo de agua por la falta de disponibilidad debido a almacenamiento y evaporación.

En la región no existen estudios que hayan determinado el impacto en esta categoría para el mineral de cobre.

4.3. Impactos potenciales en salud humana

Los impactos potenciales en salud humana están divididos en dos categorías, el impacto asociado a la escasez de agua y el impacto por toxicidad, en la unidad minera Acumulación Condestable se ha identificado que el 40.78% del impacto se presenta por la alteración de la calidad a la salud humana por toxicidad de emisiones mientras que el impacto por disponibilidad representa el 59.22%.

En la región no existen estudios que hayan determinado el impacto en esta categoría para el mineral de cobre.

4.4. Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas

Los impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas pueden dividirse en dos categorías, el impacto ocasionado por disponibilidad para los ecosistemas y por las perturbaciones al medio ambiente.

En el presente estudio se ha determinado que el impacto por disponibilidad representa el 10.85% mientras que la toxicidad representa el 89.15%.

En la región no existen estudios que hayan determinado el impacto en esta categoría para el mineral de cobre.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Los resultados presentados están limitados a los objetivos y alcances mencionados en este reporte anteriormente. Algunas de las limitaciones en los resultados presentados son:

- En el análisis de los consumos indirectos, el grado de incertidumbre de los procesos seleccionados es medio, debido a que el proceso de producción usado como referencia (Dataset de Ecoinvent/Quantis) no es particular de Perú. Se han utilizado factores de regionalización para adaptarlos.
- Para la elección de los insumos en la cadena de suministros se ha realizado la “asignación por importancia de porcentaje en costos”, la cual considera la cantidad de los productos por el costo unitario, aquellos que superen el 2% de importancia se consideran en la matriz de cálculo.
- Las principales limitaciones en la calidad de datos del estudio realizado en la unidad minera Acumulación Condestable están relacionadas al alto grado de incertidumbre en la representatividad geográfica de los procesos de la base de datos. Por ejemplo, el diésel es obtenido en Perú, el proceso de la base de datos utilizado como referencia para la estimación del consumo de agua por diésel es de Europa, es decir las condiciones de producción de diésel en Europa no son las mismas que las del origen.
- El estudio de huella de agua no es suficiente para describir los impactos ambientales globales (por ejemplo, los impactos de huella de carbono).

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

6. RECOMENDACIONES

Los resultados muestran que los mayores consumos e impactos de agua se relacionan principalmente a los usos directos de agua y a los usos indirectos por energía y combustibles.

Las principales recomendaciones son:

- Fomentar y desarrollar proyectos relacionados a la reducción del consumo interno de electricidad en la unidad minera Acumulación Condestable. Por ejemplo, el cambio de luminarias convencionales por luces LED, la instalación de sensores de movimiento para el encendido y apagado automático de las luminarias en áreas comunes, el uso de letreros informativos con mensajes de ahorro de energía en equipos personales, etc. Es decir, cualquier actividad o proyecto que ayude a reducir el consumo de electricidad implicará una disminución en el perfil de la huella de agua.
- El uso responsable de la energía eléctrica en los colaboradores ayudaría a reducir los consumos de electricidad, para ello es necesario implementar un proyecto de concientización y capacitación dirigido a trabajadores.
- Cualquier iniciativa de mejora continua que esté relacionada con los procesos de producción y que permita utilizar menos agua representará un ahorro en el consumo. La intervención en comedores o áreas administrativas representa ahorro y consumo de agua, por ejemplo, la detección de fugas en las tuberías, el reemplazo de inodoros convencionales, la instalación de grifos ahorradores, la instalación de reguladores de caudal, etc.
- Se recomienda la instalación de medidores de agua y electricidad diferenciando los usos domésticos e industriales, de esta manera se podrán evidenciar con exactitud los proyectos de reducción en cada área.
- Se recomienda implementar un proyecto para cubrir el espejo de agua de la presa de relaves, de los resultados, se ha demostrado que el consumo por evaporación es importante. Actualmente el mercado tiene alternativas para evitar la evaporación, por ejemplo, el uso de esferas de plástico que podrían cubrir la totalidad del espejo de agua o geo membranas flexibles.
- Se recomienda implementar un sistema de tratamiento de agua residual doméstica e industrial que permita reutilizar el agua en riego de vías y áreas verdes
- Se recomienda implementar un proyecto piloto que permita utilizar electricidad como fuente de energía alternativa al consumo de diésel en vehículos livianos.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

- El consumo de agua por los vecinos de Mala es considerable, Se recomienda, implementar un programa de detección de fugas que incluya el componente de capacitación en pobladores enfatizando la importancia del cuidado del agua.

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
		2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- J.E. Gonzales, et. al. Aproximación a la estimación de la Huella Hídrica de la minería del oro en el municipio de Segovia, Antioquia (Colombia), 2012.
- Mischa Classen, et. al. Life Cycle Inventories of Metals, Data V2.1, 2009
- **Un Water**. The United Nations World Water Development Report, Water and Energy. 2014
- World Economic Forum Annual Meeting. 2015
- **Hoekstra A., Chapagaing A., Aldaya M., Mekonnen M.** The Water Footprint Assessment Manual, setting the global standard. London Washington, DC : earthscan. 2011
- **Boulay, Anne-Marie. Bouchard, Christian. Bulle, Cecile.** Categorizing water for LCA inventory. 2011.
- **Boulay, A. M., Bulle, C., Deschênes, L., & Margni, M.** LCA characterisation of freshwater use on human health and through compensation. In Towards Life Cycle Sustainability Management. Springer Netherlands, 2011.
- **Althaus, H. -J., Chudacoff, M., Hischier, R., Jungbluth, N., Osses, M., Primas, A.** Life cycle inventories of chemicals. Ecoinvent report No. 8, V2.0. Swiss centre for life cycle inventories, Dübendorf, CH. 2007
- **Rosenbaum R., et al.** USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterization factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment [Journal] // International Journal of Life Cycle Assessment. 2008.
- **ISO 14040:2006.** Environmental management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework. 2006.
- **ISO 14044:2006.** Environmental management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines. 2006.
- **ISO 14046:2014.** Environmental management - Water footprint — Principles, requirements and guidelines. 2014
- **Pfister S., Koehler A. and Hellweg** Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA [Journal] // Environmental Science & Technology. 2009.
- **Hanafiah Maria [et al.]** Characterization factors for water consumption and greenhouse gas emissions based on freshwater fish species extinction [Journal] // Environmental Science & Technology. – Zurich. 2011.
- **Goedkoop M. J [et al.]**, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level [Online] // Report I: Characterisation. - January 6, 2009. - First edition – ReCiPe. 2008.
- **Maendly, R., & Humbert, S.** Empirical characterization model and factors assessing aquatic biodiversity damages of hydropower water use. International Journal of Life Cycle Assessment. 2012
- **Kounina [et al.]** Review of methods addressing freshwater resources in life cycle inventory and impact assessment. [Publicación periódica] // International Journal of life cycle assessment (submitted). - 2011. - Anna Kounina; Manuele Margni; Annette Koehler; Jean-Baptiste Bayart;

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

- Anne-Marie Boulay; Markus Berger; Cecile Bulle; Rolf Frischknecht; Llorenc Mila-i-Canals; Masaharu Motoshita; Montserrat Nunez; Gregory Peters; Stephan Pfister. 2011.
- **Van Zelm R. [et al.]** Implementing Groundwater Extraction in Life Cycle Impact Assessment: Characterization Factors Based on Plant Species Richness for the Netherlands. Environmental Science & Technology. 2011
 - **Verones F. [et al.]** Characterization factors for thermal pollution in freshwater aquatic environments. Environmental Science & Technology 44: 9364-9369. 2010.
 - **Nemececk [et al.]** Methods of assessment of direct field emission for LCI of agricultural production systems Data v3.0. 2012
 - **Bayart Jean-Baptiste [et al.]** A framework for assessing off - stream water in LCA [Journal] // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2010.
 - **Jolliet O. [et al.]** IMPACT 2002+: A new life Cycle Impact Assessment Methodology [Journal] Environmental Journal of Life Cycle Assessment. 2003.
 - **IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology** - Draft for version Q2.2 (version adapted by Quantis). 2002
 - **Resultados del proyecto SuizAgua Colombia**, Embajada suiza para el desarrollo y cooperación – Centro Nacional de Producción más limpia. Marzo 2015
 - **Carvalho Arnaldo**, Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento. 2001
 - **Siebert, S., & Döll, P.** Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. Journal of Hydrology. (2010b)
 - **Veolia**. The Water Impact Index and the First Carbon-Water Analysis of a Major Metropolitan Water Cycle. 2011
 - **Simone Manfredi, Karen Allacker, Kirana Chomkham Sri, Nathan Pelletier, Danielle Maia de Souza**, Product Environmental Footprint (PEF) Guide. 2012
 - **Frischknecht, R., Jungbluth, N., Althaus, H.-J., Doka, G., Dones, R., Heck, T., Hellweg, S., Hischer, R., Nemecek, T., Rebitzer, G., Spielmann, M.** The ecoinvent database: Overview and methodological framework, International Journal of Life Cycle Assessment. 2005
 - **Cembereau, Oficemen, Fundación Cema, Sustainable Energy Europa**. Producción Sostenible de Cemento, La recuperación de residuos como combustibles materias primas alternativas en la industria cementera. 2007
 - **Michael A. Nisbet [et. al.]**. Environmental Life Cycle Inventor of Portland Cement Concrete. 2002
 - **Medgar L. et. al.**, Life Cycle Inventory of Portland Cement Manufacture. 2006
 - **Kellenberger D. [et. al.]**. Life Cycle Inventories of Building Products. 2007
 - **Classen M.** Life Cycle Inventories of Metals. 2007
 - **Hischer R.** Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper. 2007
 - **Bolliger, R. [et. al.]**. Wasserkraft, Sachbilanzen von Energiesystemen. Final report No. 6 ecoinvent data v2.0. 2007
 - **Spielmann M. [et. al.]**. Life Cycle Inventories of Transport Services. 2007

INFORME DE EVALUACIÓN DE HUELLA DE AGUA			
Compañía Minera Condestable	Año de medición	Unidad Funcional	Reporte
	2017	Producción de 1 t de concentrado de cobre	001

- **Humbert, S., Schryver, A., Margni, M., Jolliet, O.** IMPACT 2002+: User Guide. Draft for version Q2.2 (version adapted by Quantis). 2012
- **Shiklomanov.** Global Water Resources. 1993
- **Chao Wang, Dong Mu,** An LCA Study of an Electricity Coal Supply Chain. 2014
- **Mekonnen, et. al.,** The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment. 2015