

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingenierías

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS

**EVALUACION AMBIENTAL DE LAS
CADENAS PRODUCTIVAS DEL COBRE**

The seal of the University of Sonora is a circular emblem. It features a central shield with a book and a lamp, symbolizing knowledge and enlightenment. The shield is flanked by two figures. Below the shield is a banner with the motto "TODO · LO · ILUMINAN". The entire seal is surrounded by a circular border containing the text "UNIVERSIDAD DE SONORA" and the year "1942" at the bottom.

TESIS

Para obtener el título de
INGENIERO MINERO

PRESENTA:

**COTA QUINTANA PABLO AUGUSTO
CONTRERAS AGANZA OMAR**

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Operaciones Mineras

30 de agosto de 2017.

P.I.M. PABLO AUGUSTO COTA QUINTANA
Presente.-

Por este conducto le informo que después de presentar ante los miembros de la **ACADEMIA DE OPERACIONES MINERAS**, su solicitud de aprobación del Tema de Tesis: "**EVALUACION AMBIENTAL DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DEL COBRE**", que usted propone para obtener el título de **INGENIERO MINERO**, me es grato hacer de su conocimiento que hemos acordado **APROBAR** la propuesta que nos ha enviado, a fin de brindarles la oportunidad de presentar su Examen Profesional según lo establecido por la normatividad vigente.

Asimismo, les informo que la Academia Revisora quedó integrada como sigue:

DIRECTOR:	DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
ASESOR:	M.C. JESÚS ALBERTO LABORIN MORENO
ASESOR:	M.A. VÍCTOR MANUEL CALLES MONTIJO

Aprovecho la oportunidad para desearle el mayor de los éxitos y solicitarle su mejor esfuerzo para el bien del trabajo académico de nuestra institución.

A T E N T A M E N T E,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

M.A. VÍCTOR MANUEL CALLES MONTIJO
PRESIDENTE DE ACADEMIA

'mjri



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Operaciones Mineras

30 de agosto de 2017.

P.I.M. OMAR CONTRERAS AGANZA
Presente.-

Por este conducto le informo que después de presentar ante los miembros de la **ACADEMIA DE OPERACIONES MINERAS**, su solicitud de aprobación del Tema de Tesis: "**EVALUACION AMBIENTAL DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DEL COBRE**", que usted propone para obtener el título de **INGENIERO MINERO**, me es grato hacer de su conocimiento que hemos acordado **APROBAR** la propuesta que nos ha enviado, a fin de brindarles la oportunidad de presentar su Examen Profesional según lo establecido por la normatividad vigente.

Asimismo, les informo que la Academia Revisora quedó integrada como sigue:

DIRECTOR:	DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
ASESOR:	M.C. JESÚS ALBERTO LABORIN MORENO
ASESOR:	M.A. VICTOR MANUEL CALLES MONTIJO

Aprovecho la oportunidad para desearle el mayor de los éxitos y solicitarle su mejor esfuerzo para el bien del trabajo académico de nuestra institución.

A T E N T A M E N T E,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

M.A. VÍCTOR MANUEL CALLES MONTIJO
PRESIDENTE DE ACADEMIA

'mjri



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Operaciones Mineras

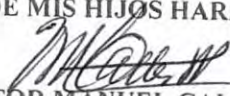
11 de septiembre de 2017.

P.I.M. PABLO AUGUSTO COTA QUINTANA
Presente.-

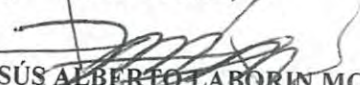
Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del tema de Tesis: **"EVALUACION AMBIENTAL DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DEL COBRE"**, hemos tenido a bien emitir un dictamen satisfactorio del contenido del mismo, después de revisar cuidadosamente el trabajo desarrollado y verificar que los objetivos propuestos se hayan alcanzado, según lo establecido con anterioridad.

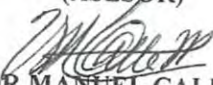
Por tal motivo, la Comisión extiende su autorización para proceder a la edición e impresión final del documento y, posteriormente, presentar el examen profesional en la fecha que de común acuerdo se convenga.

ATENTAMENTE,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"


M.A. VÍCTOR MANUEL CALLES MONTIJO
PRESIDENTE DE ACADEMIA


DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
PRESIDENTE DEL JURADO
(DIRECTOR)


M.C. JESÚS ALBERTO LABORÍN MORENO
SECRETARIO DEL JURADO
(ASESOR)


M.A. VÍCTOR MANUEL CALLES MONTIJO
VOCAL DEL JURADO
(ASESOR)

'mjri.



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas
Academia de Operaciones Mineras


11 de septiembre de 2017.

P.I.M. OMAR CONTRERAS AGANZA
Presente.-

Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del tema de Tesis: "EVALUACION AMBIENTAL DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS DEL COBRE", hemos tenido a bien emitir un dictamen satisfactorio del contenido del mismo, después de revisar cuidadosamente el trabajo desarrollado y verificar que los objetivos propuestos se hayan alcanzado, según lo establecido con anterioridad.

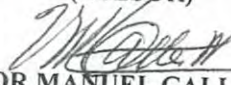
Por tal motivo, la Comisión extiende su autorización para proceder a la edición e impresión final del documento y, posteriormente, presentar el examen profesional en la fecha que de común acuerdo se convenga.

A T E N T A M E N T E,
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"


M.A. VÍCTOR MANUEL CALLES MONTIJO
PRESIDENTE DE ACADEMIA


DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA
PRESIDENTE DEL JURADO
(DIRECTOR)


M.C. JESÚS ALBERTO LABORÍN MORENO
SECRETARIO DEL JURADO
(ASESOR)


M.A. VÍCTOR MANUEL CALLES MONTIJO
VOCAL DEL JURADO
(ASESOR)

'mjri.

**EVALUACION AMBIENTAL DE LAS
CADENAS PRODUCTIVAS DEL COBRE**

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	1
INDICE DE FIGURAS.....	2
INDICE DE ANEXOS.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
1. METODOLOGIA	7
2. CICLO DE VIDA	9
3. LA MINERIA Y EL MEDIO AMBIENTE	13
4. HISTORIA DE LA MINERIA.....	15
5. SUSTENTABILIDAD EN LA MINERIA.....	16
6. EXPLOTACION MINERA.....	17
7. MÉTODOS DE MINADO	18
7.1 MINADO SUPERFICIAL.....	18
7.2 MINADO SUBTERRÁNEO	18
7.3 GLORY HOLE.....	19
8. METODOS DE BENEFICIO.....	21
8.1 GRAVIMETRÍA.....	21
8.2 FLOTACIÓN.....	21
9. PRINCIPALES REACTIVOS EN LA OPERACIÓN Y PROCESO DE FLOTACIÓN	22
9.1 DEPRESORES.....	22
9.2 COLECTORES.....	22
9.3 ESPUMANTES.....	22
9.4 LIXIVICIÓN IN SITU.....	22
9.5 LIXIVICIÓN EN TEPETATERAS.....	22
9.6 LIXIVICION EN PILAS.....	23
9.7 LIXIVICION POR PERCOLACIÓN.....	23
9.8 LIXIVICIÓN POR AGITACION.....	23
9.9 LIXIVICION DINAMICA.....	23

10. PRINCIPALES MINAS DE COBRE EN MEXICO Y EL MUNDO.....	24
11. CARACTERÍSTICAS DEL COBRE	27
12. PRINCIPALES YACIMIENTOS DE COBRE.....	30
12.1 DEPÓSITOS DE SKARN O PIROMETASOMATICOS.....	30
12.2 DEPÓSITOS ESTRATIFORMES	30
12.3 PÓRFIDOS CUPRÍFEROS	30
12.4 SULFUROS MASIVOS.....	31
12.5 HIDROTERMALES VULCANOGENICOS	31
12.6 DEPÓSITOS MAGMÁTICOS	31
12.7 DEPÓSITOS DE CARBONATITAS	31
13. CONTAMINANTES PRESENTES EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL COBRE.....	34
13.1 VOC:.....	34
13.2 MONÓXIDO DE CARBONO (CO):.....	34
13.3 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO ₂):	34
13.4 PLOMO (PB):	35
13.5 ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO Y NO ₂ - NO _x):	35
13.6 DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂):.....	36
13.7 CIANURO:.....	36
13.8 ÁCIDO SULFÚRICO:.....	37
14. IMPACTOS AMBIENTALES POR ETAPAS MINERAS.....	38
15. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.....	39
15.1 IMPACTO ESCÉNICO POSTERIOR A LA EXPLOTACIÓN.....	39
15.2 CAMBIOS EN EL MICROCLIMA.....	39
15.3 IMPACTO SOBRE LAS POBLACIONES.....	39
15.4 IMPACTO SOBRE LA FAUNA.....	39
15.5 IMPACTO SOBRE LA FLORA.....	40
15.6 AFECTACIÓN DE LOS SUELOS.....	40
15.7 AFECTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS O FREÁTICAS.....	40
15.8 AFECTACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.....	40

15.9	CONTAMINACIÓN DEL AIRE.....	40
15.10	AFECTACIÓN DEL ENTORNO EN GENERAL.....	41
15.11	AFECTACIÓN DE LA SUPERFICIE.....	41
16.	EVALUACION DE CADENAS PRODUCTIVAS	42
17.	RESULTADOS.....	53
18.	CONCLUSIÓN	55
19.	BIBLIOGRAFIA	57
20.	ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Propiedades Físicas del Cobre	27
Tabla 1. 2 Principales Estados Productores.....	28
Tabla 1. 3 Kilogramos de materiales utilizados para obtener una tonelada de mineral o estéril en función del método de explotación y el método de beneficio.	44
Tabla 1. 4 Consumo Energético por tonelada procesada.	46
Tabla 1. 5 Valoración de las cadenas productivas de la minería metálica global	46
Tabla 1. 6 Emisiones generadas en la fabricación y utilización de diversos materiales utilizados en las actividades mineras.	47
Tabla 1. 7 Factores aplicados a las categorías de impacto para la evaluación del Análisis de Ciclo de Vida de los recursos naturales (Metodología Ecopoints - 97).....	48
Tabla 1. 8 Factores aplicados a las categorías de impacto para la evolución del Análisis del Ciclo de Vida de los recursos naturales (Metodología Ecopoints 97)	51
Tabla 1. 9 Resultados del Grupo A.....	53
Tabla 1. 10 Resultados del Grupo B	53
Tabla 1. 11 Resultados del Grupo C.....	54
Tabla 1. 12 Resultados del Grupo D.....	54
Tabla 1. 13 Resultados del Grupo D.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Ejemplo de Ciclo de Vida.....	12
Figura 1. 2 Método de Explotación: Corte y Relleno.....	20
Figura 1. 3 Método de Explotación: Cuartos y Pilares.....	20
Figura 1. 4 Método de Explotación: Tumble por Subniveles.....	20
Figura 1. 5 Ejemplo de Deposito Skarn.....	32
Figura 1. 6 Ejemplo de Depósito Estratiforme.....	32
Figura 1. 7 Ejemplo de Pórfido Cuprífero.....	33
Figura 1. 8 Ejemplo de Cadena Productiva del Cobre.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

TABLA 1 CADENA CuMUF	59
TABLA 2 Resultados de la cadena CuMUF	61
TABLA 3 CADENA CuPiUF	62
TABLA 4 Resultados de la cadena CuPiUF	64
TABLA 5 CADENA CuEUf	65
TABLA 6 Resultados de la cadena CuEUf.....	67
TABLA 7 CADENA CuCSLd	68
TABLA 8 Resultados de la cadena CuCSLd.....	70
TABLA 9 CADENA CuPSF	71
TABLA 10 Resultados de la cadena CuPSF.....	73
TABLA 11 CADENA CuPSLd.....	74
TABLA 12 Resultados de la cadena CuPSLd	76
TABLA 13 CADENA CuPULd	77
TABLA 14 Resultados de la cadena CuPULd	79
TABLA 15 CADENA CuPUF	80
TABLA 16 Resultados de la cadena CuPUF	82
TABLA 17 CADENA CuMSL.....	83
TABLA 18 Resultados de la cadena CuMSL.....	85
TABLA 19 CADENA CuMUL	86
TABLA 20 Resultados de la cadena CuMUL	88
TABLA 21 CADENA CuMSF	89
TABLA 22 Resultados de la cadena CuMSF	91
TABLA 23 CADENA CuMSLd	92
TABLA 24 Resultados de cadena CuMSLd.....	94
TABLA 25 CADENA CuMULd.....	95
TABLA 26 Resultados de la cadena CuMULd	97
TABLA 27 CADENA CuPiUL	98
TABLA 28 Resultados de cadena CuPiUL.....	100
TABLA 29 CADENA CuPiSE.....	101
TABLA 30 Resultados de la cadena CuPiSF	103
TABLA 31 CADENA CuPiSL.....	104
TABLA 32 CADENA CuPiSL.....	106
TABLA 33 CADENA CuPiSLd.....	107

TABLA 34 Resultados de cadena CuPiSLd	109
TABLA 35 CADENA CuPiULd	110
TABLA 36 Resultados de cadena CuPiULd	112
TABLA 37 CADENA CuESF	113
TABLA 38 Resultados de cadena CuESF	115
TABLA 39 CADENA CuESL.....	116
TABLA 40 Resultados de cadena CuESL	118
TABLA 41 CADENA CuESLd	119
TABLA 42 Resultados de CADENA CuESLd.....	121
TABLA 43 CADENA CuEUL	122
TABLA 44 Resultados de cadena CuEUL	124
TABLA 45 CADENA CuEULd.....	125
TABLA 46 Resultados de cadena CuEULd	127
TABLA 47 CADENA CuCSF.....	128
TABLA 48 Resultados de Cadena CuCSF	130
TABLA 49 CADENA CuCSL	131
TABLA 50 Resultados de cadena CuCSL.....	133
TABLA 51 CADENA CuCUL.....	134
TABLA 52 CADENA CuCUL.....	136
TABLA 53 CADENA CuCULd.....	137
TABLA 54 Resultados de cadena CuCULd	139
TABLA 55 CADENA CuCUF	140
TABLA 56 Resultados de la cadena CuCUF	142
TABLA 57 CADENA CuVUL.....	143
TABLA 58 Resultados de cadena CuVUL	145
TABLA 59 CADENA CuVUL.....	146
TABLA 60 Resultados de cadena CuVUL	148
TABLA 61 CADENA CuVSLd	149
TABLA 62 Resultados de la cadena CuVSLd.....	151
TABLA 63 CADENA CuVSF.....	152
TABLA 64 Resultados de la cadena CuVSF	154
TABLA 65 Resultados.....	155

INTRODUCCIÓN

Hasta hace relativamente poco tiempo, el aprovechamiento de los recursos minerales consistía en una actividad industrial dirigida por un planteamiento casi exclusivamente economicista. En los últimos años, nuevos conceptos se han integrado en las intenciones y en el desenvolvimiento de la explotación, en general, de los recursos naturales. La introducción del sentido social de la actividad industrial procede fundamentalmente, del siglo XX y en ese entorno temporal y hasta hace pocos años los gobiernos consideran en alto grado el valor nacional de sus recursos minerales, como fuente de ingresos para el desarrollo y, por lo tanto, le aplicaron un sentido estratégico, ya sea para su propia industria o para su economía.

La minería nace y progresa a causa de la necesidad de materiales adecuados para el desarrollo de cada civilización. En México comenzó en la época prehispánica como una actividad a pequeña escala, el cual su fin principal era la elaboración de objetos suntuarios dedicados al culto religioso. Se explotaban minerales que se encontraban en estado nativo, como oro, plata, cobre, estaño, mercurio, los cuales eran fundidos en pequeños hornos, utilizando crisoles de arcilla.

La aparición de la sensibilidad ambiental que, fundamentalmente, aparece en la segunda mitad del siglo XX, y, sobre todo, en sus últimos años, aporta nuevas consideraciones y actitudes hacia las valoraciones a este aprovechamiento de recursos.

Sin embargo, no se detiene hasta ahí la evolución de la actitud hacia la consideración más restrictiva de la explotación de los recursos naturales de la naturaleza y, en el aprovechamiento minero, aparecen en los últimos años los derechos de los habitantes del área donde se desenvuelven las actividades extractivas o comunidades autóctonas, la valoración del recurso como bien agotable y, también, los valores llamados de "no uso" el de existencia, de legación a futuras generaciones y los de "casi opción sentido de precaución y algunos otros más.

Todo ello, en su conjunto, configura el sentido de sostenibilidad o de adecuación a esquemas de minería de limitado impacto al capital natural heredado, considerando también los derechos de sociedades futuras.

Así mismo en los últimos años, se han desarrollado procedimientos de análisis y de valoración aplicables a las actividades ligadas a la extracción y uso de las materias primas naturales, renovables o no, que vienen a denominarse Herramientas de Gestión

Ambiental. Estas son variadas y bastante numerosas, casi nunca integrales y si, en cambio abordando aspectos parciales de la actividad humana.

Esta tesis es fundamentalmente una aplicación de herramientas de valoración ambiental (específicamente de Ciclo de Vida) para la valoración del conjunto de procesos (cadena productiva) que llevan un mineral, que ha sido concentrado por acciones de la naturaleza (mena) a un producto del que se han eliminado una serie de impurezas y estériles (concentrado) para su utilización en los procesos subsecuentes que llevan a la obtención del metal puro; tomando en consideración la tipología del yacimiento, el método de explotación y el proceso de concentración mineral, con el propósito de lograr una clasificación medioambiental de dichas cadenas.

El análisis de ciclo de vida es una herramienta de diseño que evalúa los impactos ambientales, de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, (extracción, producción, distribución, uso y desecho). El análisis de ciclo de vida considera el suministro de materias primas necesarias para fabricarlo, transporte de materias primas, la fabricación de intermedios y, por último, el propio producto incluyendo envase, la utilización del producto y los residuos generados por su uso.

1. METODOLOGIA

- Comenzaremos con una introducción acerca de la minería y su relación con el medio ambiente, seguido de la historia de la minera y la importancia de la sustentabilidad en ella, para conocer la realidad que se vive con el trato hacia el medio ambiente y las compañías mineras.
- Con el presente trabajo se investigaron los diferentes tipos de yacimientos minerales de cobre existentes, tanto a nivel nacional como a nivel mundial.
- Con los yacimientos seleccionados, definimos los métodos de explotación que se seleccionan de acuerdo al tipo de yacimiento que se tiene y a las propiedades de este.
- continuamos con la selección del método de beneficio que se utiliza por todas las empresas mineras para la obtención de cobre, al igual que el método de explotación, se selecciona el método adecuado para el cada metal explotado.
- Hablaremos de los principales contaminantes presentes en el proceso productivo del cobre y los principales impactos ambientales que generan.
- Definiremos la metodología para analizar el ciclo de vida de nuestro producto en si el cobre.

- Formamos cadenas nuevas que puedan optimizar la producción y el impacto ambiental al ser mejores para cada yacimiento, método de explotación y beneficio basándonos en investigaciones previas, esto en base a cadenas ya existentes.
- Valoramos las cadenas propuestas para definir cuál es mejor beneficiándose de su tipo de yacimiento, método de explotación y método de beneficio.
- Con base a la metodología definida, analizamos el ciclo de vida y costo beneficio de las cadenas formadas.
- Habiendo analizado las cadenas anteriores, formamos una clasificación que permite evaluar ambientalmente proyectos minero-metalúrgicos.
- Al haberse realizado los puntos anteriores podemos generar un apoyo en el conocimiento de la cantidad de impacto que puede generar la explotación de algún yacimiento en sí, sin la necesidad de haberlo explotado primeramente.
- Discusión de resultados.

2. CICLO DE VIDA

El análisis de ciclo de vida (ACV) se utiliza para estimar y evaluar los impactos medioambientales que genera el ciclo de vida de un producto, es una herramienta de evaluación integral que permite la recopilación y evaluación de las entradas, salidas y posibles impactos ambientales que genera un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida, desde la cuna hasta la tumba, es decir, desde la extracción de recursos y la transformación hasta la disposición final, incluyendo las etapas de producción y uso.

Para obtener un conocimiento más amplio de lo que es el ciclo de vida (ACV) debemos de conocer a fondo el significado de cadena productiva o proceso productivo el cual se le conoce al conjunto de operaciones planificadas de transformación de determinados factores o insumos en bienes o servicios mediante la aplicación de un procedimiento tecnológico.

En este sentido, la transformación de los minerales suele seguir una secuencia que generalmente tiene su punto de arranque en una fase de exploración, que por lo general culmina con la etapa de comercialización y venta. Asimismo, el éxito integral del proceso requiere necesariamente la estructura, dinámica y vinculación de un conjunto de participantes, acciones, relaciones y sinergias denominado cadena productiva.

En específico, la cadena productiva del sector minero involucra todas aquellas actividades a cargo de individuos, empresas o establecimientos, cuyos procesos de producción utilizan insumos de origen mineral, así como la comercialización y distribución de los productos terminados.

Podemos utilizar el Análisis de Ciclo de Vida en diferentes procesos en los cuales su similitud es la evaluación de los posibles impactos ambientales que generan sus productos, ejemplo:

- *Análisis de Ciclo de Vida para celdas de distribución eléctrica primaria*, en donde se busca encontrar acciones de mejora aplicables a dichas celdas, así poder rediseñarlas y que se fabriquen de una forma más sostenible. Se analizan las celdas según 5 categorías de impacto medioambiental: acidificación, eutrofización, calentamiento global, reducción de la capa de ozono, y oxidación fotoquímica, ya que se consideran una de las mayores problemáticas ambientales actuales, además se utiliza el software simapro, analizando celda por celda y por separado todos los componentes de los que están formadas las celdas de distribución.

- *Análisis de Ciclo de Vida de productos derivados del cemento*, el propósito es estudiar los efectos ambientales de la producción del cemento, incluyendo las diferentes etapas que componen su ciclo de vida, con objeto de estructurar y proponer las bases fundamentales de un inventario del Ciclo de Vida nacional de dicho producto. Se desarrolla un análisis a partir de un estudio comparativo de los datos de entradas y salidas de los distintos inventarios de ciclo de vida de la producción de cementos disponibles, y demuestra la necesidad de estructurarlos inventarios a través de distintos subsistemas de producción.

Así como en los ejemplos mostrados anteriormente el Análisis de Ciclo de Vida puede utilizarse para las cadenas productivas del cobre, ya que los productos derivados producen impactos en el medioambiente a lo largo de todas las etapas de su vida útil, comenzando por la extracción de las materias primas y su transporte, el consumo de energía necesario para la fundición y refinado, los movimientos de tierra, consumos energéticos y residuos que se producen durante la fabricación de los productos, su mantenimiento, su reciclaje y, la disposición final de todos sus elementos al final de su vida útil. Todas estas etapas de la vida del cobre están fuertemente interrelacionadas, de modo que los impactos en una de las etapas condicionan los impactos de las etapas siguientes.

A pesar del elevado impacto energético y ambiental que presenta el cobre en su fase de uso, es imprescindible analizar el resto de fases del ciclo de vida, con el objetivo de poder contemplar todas las oportunidades de mejora, tanto actuales como futuras.

Además el ACV permite dar una respuesta clara para cada etapa de la producción de cobre, a cuestiones tales como: ¿qué estructura es más respetuosa con el medioambiente cuando hace la extracción?, ¿qué fuentes energéticas son las más adecuadas?, ¿en cuánto se reduce el impacto medioambiental al instalar sistemas renovables como plantas de paneles fotovoltaicos, aerogeneradores de alta potencia y central nuclear?, ¿qué objetivos medioambientales es posible plantear para la producción de cobre? y ¿cuál es el grado de cumplimiento de dichos objetivos medioambientales?

El ACV de la mayoría de productos de cobre tiene un plazo largo del uso. Luego en su fin de la vida, se podrían reciclar teóricamente en un 100%, sin mucha pérdida en el rendimiento. Por lo tanto, la industria del cobre está apoyando plenamente los objetivos de desarrollo sostenible.

Para que sea más sencillo el proceso del Análisis de Ciclo de Vida se pueden contar con algunos programas para facilitar el cálculo de materiales de un producto, que genera más impacto en el medio ambiente y con ello valorar la cantidad de eco puntos que le corresponden a cada uno, con mayor facilidad, más en situaciones donde las bases de datos son sumamente grandes, los procesos muy variados y difíciles de manejar de manera manual, algunos de estos programas son:

- ATHENA
- ECO-QUANTUM
- ENVEST2
- BEES
- SIMAPRO
- UMBERTO
- ECO-IT
- ECO-EDIT
- TEAM
- ECOLAB
- KCL-ECO-3.01
- DESIGN SYSTEM 4.0
- GaBi 4
- LCAiT- CIT Ekologik
- PTlaser

Estos programas nos generan un gran beneficio, además de utilizarse para diferentes tipos de productos tanto en la minería como en la industria en general, se puede realizar un trabajo más eficiente y optimizar el tiempo de cálculo de los impactos que se busca obtener.

El ACV en la industria minera es una metodología de evaluación de impactos ambientales que sirve, para verificar que método de explotación, tanto subterráneo como superficial generará más impacto en el medio ambiente, desde la etapa de exploración, explotación de los minerales extraídos y, beneficio de los mismos.

Principalmente en la industria minera nacional ya se ha contado con experiencia realizando el ACV, esto ha generado una exigencia por parte de sus clientes, que necesitan realizar los ACV de sus productos para ver el impacto que generan en el medio ambiente. A su vez, esto ha significado una oportunidad de aminorar costos y mejorar la relación con el entorno, dado que parte central de cualquier ACV consiste en interpretar los resultados, buscando como se pueden realizar mejoras.

Hoy en día se tienen una exigencia en la comunidad por proyectos mineros más amigables con el medio ambiente, por lo que el ACV representa una herramienta útil para abordar los nuevos escenarios que enfrenta la Industria Minera nacional.

Además de crear un vínculo favorable entre la sociedad y la empresa minera, se puede reducir el impacto medioambiental que posiblemente se genera en la explotación del mineral o producto a fin y adecuar el método de explotación que más le favorezca a la empresa.

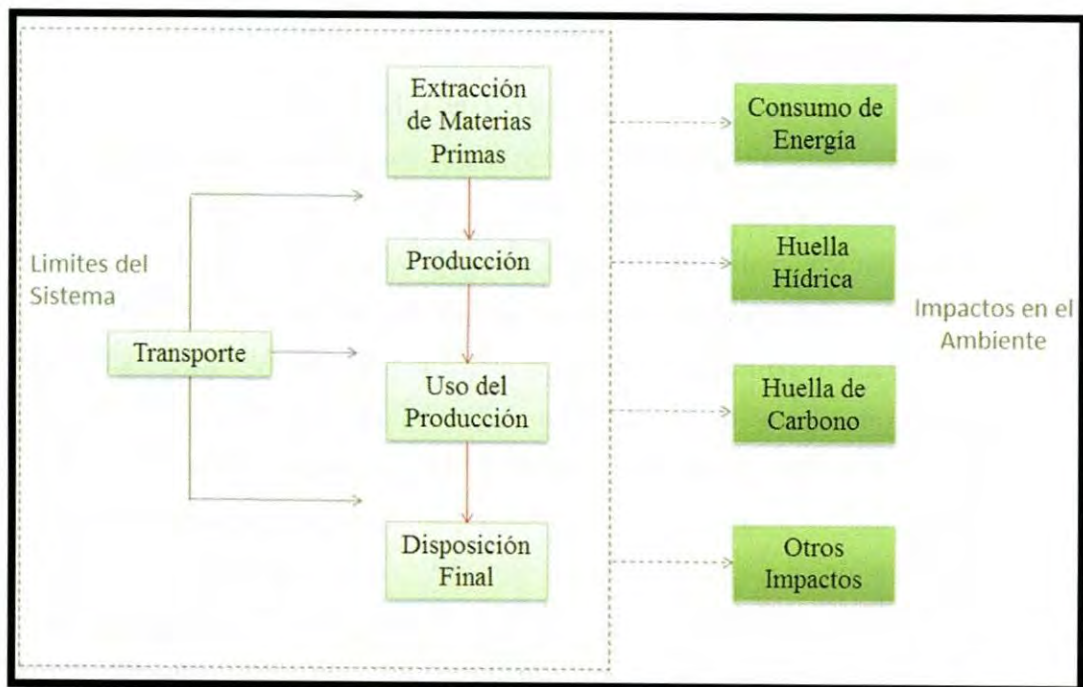


Figura 1. 1 Ejemplo de Ciclo de Vida

3. LA MINERIA Y EL MEDIO AMBIENTE

En nuestro país las acciones que generan los gobiernos – federal, estatal, municipal- muestran un gran desequilibrio entre la protección del medio ambiente y la actividad minera.

Los métodos de protección ambiental que el gobierno implementa descienden de una visión correctiva del daño ambiental y no preventivo, esto quiere decir que se generan métodos de protección ya que ha ocurrido el daño y no anteriormente previniéndolo. No se encaminan a eludir los daños ambientales, sino a confirmarlos una vez realizados.

Bajo este esquema, es difícil establecer medidas de moderación adecuadas, que tomen en consideración consecuencias a largo plazo, sobre todo debido a que algunas de estas no suelen ser evidentes sino hasta mucho tiempo después de que una mina ha terminado de operar.

Un componente importante en esta subordinación del medio ambiente y el desarrollo de la minería tiene que ver con el breve plazo que establece la legislación como límite para que las autoridades respondan a las solicitudes de concesión. A esta restricción temporal se anexan otras: como la escasez de capital humano y físico para llevar al otorgamiento de concesiones sin que sean analizadas a profundidad.

Otra disposición legislativa en la que la protección del medio ambiente termina siendo subordinada tiene que ver con la posibilidad de realizar actividades mineras en Áreas Naturales Protegidas (ANP): la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece el ordenamiento ecológico y la conservación en estas áreas como actividades de interés público (Art. 2º), lo que entra en conflicto con la disposición de la Ley Minera que establece que la minería tendrá preferencia sobre cualquier otro uso de la tierra. Para resolver este conflicto, han surgido voces manifestando la necesidad de declarar como uso preferente la conservación en ANP, así como incorporar en los decretos y planes de manejo de estas áreas la prohibición explícita de actividades mineras, salvo en los pocos casos en donde no sean incompatibles con la preservación de los hábitats y las especies existentes en ellas.

Los graves impactos ambientales que nacen de las actividades mineras, especialmente de aquéllas que se realizan a cielo abierto y en gran escala, se pueden ver hoy con mucha preocupación. Sirvan como ejemplo de estos graves impactos algunos de los últimos desastres ambientales acaecidos en nuestro país: el derrame en los ríos Sonora y Bacanuchi (Estado de Sonora) de 40,000 metros cúbicos de sulfato de cobre, considerado como el peor catástrofe ecológico minero en la historia de México y por el cual se vieron afectadas al menos 24,000 personas, perdiéndose asimismo miles de hectáreas de cultivo y centenares de cabezas de ganado, o el derrame de 2,000 metros cúbicos de solución cianurada procedentes de una presa de jales al río La Cruz (Estado de Durango), que provocó la muerte de animales y puso en grave riesgo la salud de los habitantes de la zona . Ante esta situación y a fin de evitar que los desastres se sigan acumulando, resulta imprescindible la participación de la sociedad en su conjunto. No es sino a través de la participación activa de los miembros de las comunidades que se pueden establecer las condiciones democráticas necesarias para la protección efectiva del derecho humano y Constitucional a un ambiente sano, y para emprender medidas preventivas y/o reactivas que tengan como consecuencia la protección y conservación efectiva de los ecosistemas.

4. HISTORIA DE LA MINERIA

La minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad y consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. Comenzando principalmente en la Edad de Piedra, cuando el hombre comenzó a utilizar la piedra para su bien personal como armas, utensilios etc.

Las primeras exploraciones de minerales y metales registradas históricamente fueron desenterrar el sílex u otras rocas, en principio se vaciaban los yacimientos de la superficie, y las excavaciones se hacían más profundas, esto evoluciono después para crear la minería subterránea.

Hoy en día, la gran mayoría de las herramientas, utensilios y maquinaria utilizadas por la sociedad requieren de productos mineros para su realización, así como las actividades del sector primario como la agricultura, pesca, ganadería, se realizan a partir de herramientas y maquinaria construidos con productos de la extracción de minas.

Podemos decir que la minería se utiliza a diario en la vida de las personas aunque algunas veces no se tiene idea de ello, contamos con la minería en la mayoría de las actividades diarias como lo comentamos anteriormente, es por eso que tenemos que darle la gran importancia que se merece a este ámbito laboral tan criticado por la sociedad misma y apoyarlo con mayores ideas ecológicas para poder evitar desastres ambientales.

5. SUSTENTABILIDAD EN LA MINERIA

A menudo se plantea el argumento que el concepto de desarrollo sustentable es incompatible con la industria extractiva de minerales y que la minería en cualquier forma no es sustentable. Sin embargo, considerando que los bienes materiales de la sociedad moderna están fabricados en su mayor parte con productos minerales (Nowlan, 2001), debemos tener en cuenta que la minería y la sustentabilidad van de la mano, por lo que tenemos que poner gran importancia en las dos ya que conllevan al cuidado tanto del ser humano como del medio ambiente.

El organismo de Recursos Naturales de Canadá (2014) “ve en el desarrollo sustentable, la integración de consideraciones ambientales, económicas y sociales, como la clave para asegurar el mantenimiento de la calidad de vida y continuación de la creación de empleo, sin comprometer la integridad del ambiente natural o la habilidad de generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades”.

Tratar de evitar la actividad minera es imposible ya que es una labor diaria que genera gran importancia en la vida cotidiana de la sociedad por los bienes y servicios que se desarrollan de esta, es por ello que se debe intentar indicar un balance entre el impacto causado al medio ambiente y la capacidad del planeta para acomodar el cambio. Hablar de sustentabilidad no es solamente dejar de realizar un trabajo que genere un impacto al medio ambiente, sino tratar de desarrollar e innovar equipos o herramientas más limpias y eficientes desde el punto de vista energético.

Hoy en día nos falta mucho por recorrer en el ámbito sustentable, se ha tenido un gran desarrollo con la evolución de la tecnología y se espera que podamos crear herramientas que nos ayuden a evitar de raíz el impacto ambiental en un futuro.

6. EXPLOTACION MINERA

La explotación minera puede definirse como una concentración de mineral, elemento o roca con un gran valor económico, para sostener la explotación ha de cumplir la siguiente ecuación:

$$\text{Valor de Producción} = \text{Costos de explotación} + \text{beneficio industrial}$$



Evaluación económica del yacimiento.

Cuando depósito ha sido descubierto, explorado, delineado y evaluado, se procede a seleccionar o buscar el método de minado más factible física, económica y ambientalmente para que se adapte a la recuperación del mineral que será comercialmente valioso. Hablando comercialmente o económicamente, este método de explotación seleccionado debe ser el que proporcione la mayor tasa de retorno en la inversión, así como satisfacer las condiciones de seguridad necesarias para los trabajadores y que permita un ritmo óptimo de producción o extracción bajo las condiciones geológicas del depósito o yacimiento.

Los métodos de minado a seleccionar deben ser elaborados con base a la geología estructural y en la mecánica de rocas prevaleciendo el concepto fundamental de estabilidad en las obras.

7. MÉTODOS DE MINADO

En la actualidad se reconocen cuatro tipos básicos de minería:

- Minas de superficies o a cielo abierto
- Minas subterráneas
- Pozos de perforación
- Minería submarina o de dragado

Una clasificación de métodos de minado que ayudará en principio al análisis de estabilidad en macizos rocosos sería la siguiente:

7.1 MINADO SUPERFICIAL.

Es la excavación a cielo abierto que se realiza para la extracción de minerales tanto metálicos como no metálicos de cuerpos minerales localizados a poca profundidad, menores de 160 m (500 pies aprox.)

Minado a Tajo abierto (cielo abierto)

Es el tipo de depósito mineral que se encuentra en cualquier roca, localizado en la superficie del terreno o cercano a él.

- Banco individual
- Bancos múltiples
- Descapote de mantos
- Explotación de canteras

7.2 MINADO SUBTERRÁNEO

Es la explotación de minerales que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. Para seleccionar este método se deben considerar varios factores como la resistencia del mineral y de la roca encajonante; tamaño, forma, profundidad, ángulo de buzamiento y posición del depósito; continuidad de la mineralización, etc.)

Este tipo de minado cuenta con un nivel más alto de riesgo que el minado superficial, ya que como su nombre lo indica se trabaja subterráneamente (por debajo del suelo), y se tiene a tener más peligros como gases tóxicos, derrumbes, riesgo de explosivos etc.

Rebajes naturales soportados

Son excavaciones en las cuales las cargas que ejerce la roca se mantienen soportadas por las paredes o pilares labrados de la misma roca.

- Rebajes abiertos
- Salones y pilares
- Tumbe por subniveles
- Tumbe sobre carga
- Rebajes abiertos con trancas horizontales

Rebajes artificialmente soportados.

Excavación en la cual una parte importante de la carga o del peso de la roca circundante, es sostenida por algún soporte artificial (puntales, marcos, rellenos, etc.).

- Corte y relleno
- Cuadros conjugados
- Frentes largas
- Frentes cortas
- Rebanadas descendentes

Rebajes de hundimiento.

Estos rebajes se aplican a depósitos minerales de tipo masivo con grandes desarrollos horizontales que pueden llegar a colapsarse para seguir el hundimiento del mineral conforme sea removido o extraído.

- Hundimiento de subniveles
- Hundimiento de bloques y paneles

Es importante considerar en la decisión de explotar una mina por métodos subterráneos o superficiales las actividades de barrenación, voladura, cargado y transporte de material rocoso objeto de la explotación, incluyendo la trituración del mineral. También se deberá tomar en cuenta las pérdidas en recuperación de mineral ya que son mayores en el minado subterráneo que en el superficial, afectando la vida productiva de una mina.

7.3GLORY HOLE

Es la Excavación a cielo abierto por la cual el mineral es removido por gravedad a través de uno o más contrapozos a niveles de acarreo subterráneo.

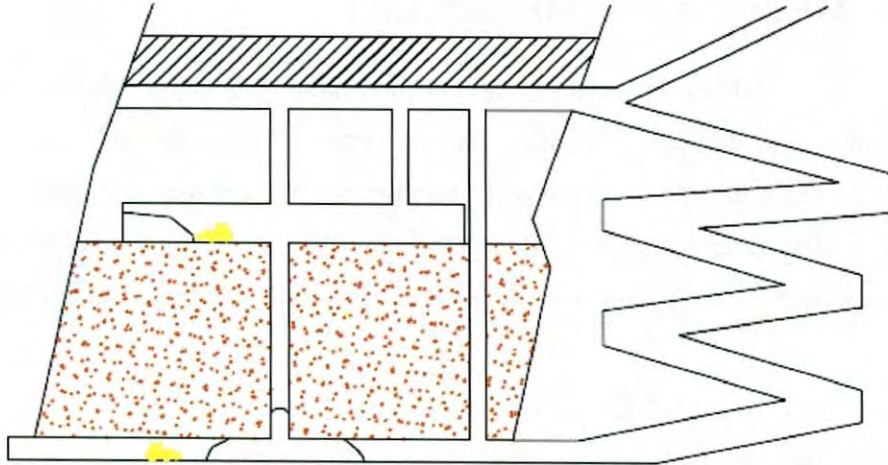


Figura 1. 2 Método de Explotación: Corte y Relleno

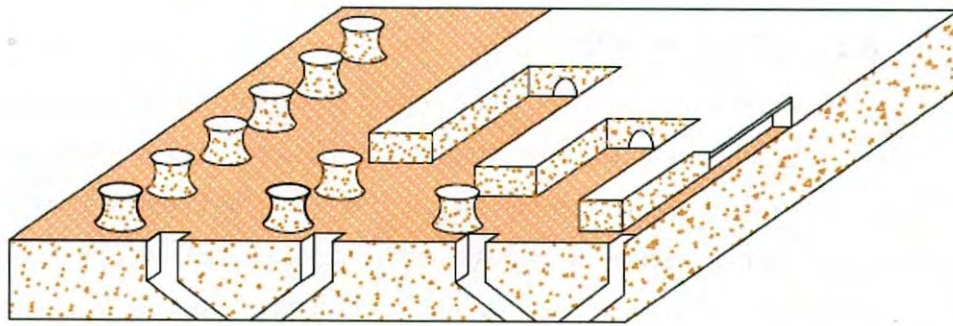


Figura 1. 3 Método de Explotación: Cuartos y Pilares

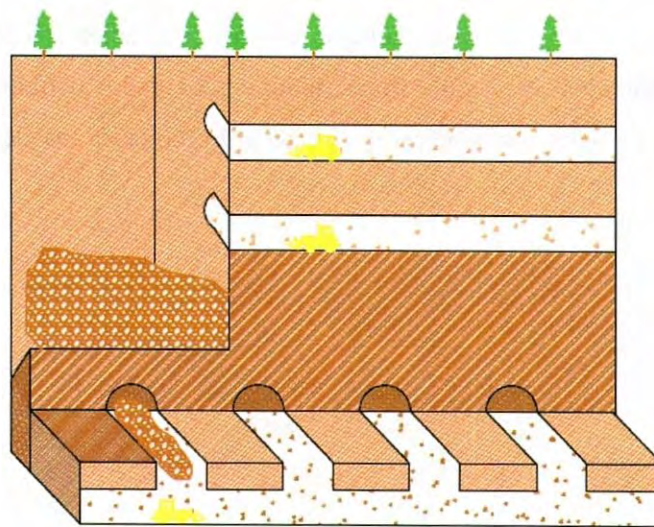


Figura 1. 4 Método de Explotación: Tumbe por Subniveles

8 METODOS DE BENEFICIO.

Uno de los procesos de explotación minera más importante es la separación del elemento de interés de las impurezas u otros metales presentes en la roca.

Existen varios métodos de beneficio, entre los más comunes en la industria minera destacan los procesos de flotación y de lixiviación en sus diversas modalidades; también existen otros métodos de beneficio más simples como la gravimetría.

8.1 GRAVIMETRÍA

Este método se basa en la diferencia de densidades de los elementos contenidos en materiales heterogéneos, es decir que se basa en el mayor peso, influenciados por la fuerza de gravedad, de un elemento con respecto al otro.

8.2 FLOTACIÓN

Las operaciones de flotación, como un proceso de concentración, tienen como objetivo la recuperación de los minerales de interés, contenido en un mineral en forma impura, pero al mismo tiempo enriquecida. En este tipo de operaciones se basan las características hidrofóbicas de ciertos componentes de los minerales (azufre) a efectos, que al introducir el aire se formen burbujas (flotación por espumas) y estas partículas de mineral se adhieran a las burbujas y floten a la superficie donde son extraídos como concentrados.

Para que el proceso de flotación se lleve a cabo de manera efectiva es necesario cierta inducción de reactivos; aunque es una operación recomendada solo para minerales sulfurados, es posible flotar minerales oxidados debido a la aplicación y el uso de estos reactivos que dan características hidrofóbicas a los elementos de interés en la mena.

9 PRINCIPALES REACTIVOS EN LA OPERACIÓN Y PROCESO DE FLOTACIÓN

9.01 DEPRESORES

Son reactivos que inhiben a ciertos elementos a fin de que no floten durante la operación; es decir que se mantienen debajo de la línea de espuma. Este tipo de reactivo se usa en la flotación diferencial o selectiva, o simplemente para evitar que se sumen al concentrado de elementos indeseables.

9.02 COLECTORES

Se usan a fin de que los elementos valiosos puedan adherirse a la superficie de las burbujas, de manera tal que sea justamente los elementos concentrados como producto.

9.03 ESPUMANTES

Estos reactivos producen la espuma por el ingreso de aire, firmándose burbujas lo suficientemente fuertes y estables.

9.04 LIXIVICIÓN IN SITU

Se le conoce como lixiviación in situ a la lixiviación de yacimientos que no se pueden explotar de forma convencional, ya sea por motivos técnicos y/o económicos, en este caso se riega el yacimiento en el mismo lugar evitándose costos de extracción mina y transporte. Este tipo de lixiviación se caracteriza por bajos costos de inversión y operación.

9.05 LIXIVICIÓN EN TEPETATERAS

Consiste en el tratamiento de minerales de muy bajas leyes, normalmente debajo de la ley de corte económica para la planta principal conocidos como estéril mineralizado.

9.06 LIXIVICION EN PILAS

Este método se aplica a minerales de cobre oxidados y a minerales mixtos de cobre de baja ley. Desde la década de los ochenta se ha incorporado un proceso de aglomeración y curado con el objetivo de mejorar las cualidades físicas del lecho poroso y producir la sulfatación del cobre presente en la mena.

9.07 LIXIVICION POR PERCOLACIÓN

Se circula una solución a través de un lecho de mineral precisamente tratado, en un tanque con un falso perforado para soportar el sólido y permitir la salida del disolvente. Los sólidos se cargan en el tanque, se rocían con disolvente hasta reducir su contenido de soluto a un valor económicamente mínimo y luego se vacían.

9.08 LIXIVICIÓN POR AGITACION

Esta lixiviación es realizada en reactores cerrados o autoclaves en los que se puede controlar la presión interior del reactor y la temperatura de reacción. Se hace preferentemente en minerales de alta ley que poseen propiedades no porosas y que produzcan mucho fino.

9.10 LIXIVICION DINAMICA

La lixiviación es el contacto superficial entre solvente y soluble, en la aplicación dinámica, la preparación mecánica del mineral alcanza límites máximos, llegándose a granulometrías muy finas para lograr la máxima exposición superficial del grano en la estructura de la matriz, de forma que puede ser atacada por la disolución.

10 PRINCIPALES MINAS DE COBRE EN MEXICO Y EL MUNDO

La minería de cobre es una de las principales a nivel nacional, la producción de cobre se llevó a cabo básicamente en Sonora con una participación de 79.8%, continuando Zacatecas con 8.6%, San Luis Potosí 4.9% y Chihuahua con 3.2 por ciento. El 3.5% restante se registró en Durango, Guerrero, Estado de México, Michoacán de Ocampo, Querétaro, Sinaloa y otras entidades.

Los principales estados en extracción de cobre son los siguientes:

SONORA

- **Cananea.** Mina propiedad del Grupo México, se encuentra en el Estado de Sonora, en el municipio de Cananea como su nombre lo indica. Cananea es una ciudad fundada en 1858 por Ignacio Pesqueira. La mina de Cananea es la mina de cobre más grande de México y una de las más importantes del mundo.
- **La caridad.** Es la mina más grande de México ya que se pueden obtener varios minerales a partir de ella: cobre (120 mil toneladas al año), molibdeno (19,500 toneladas al año), oro y plata. Se ubica en el municipio de Nacoziari, a unos 200 km de la ciudad de Hermosillo, en el estado de Sonora
Se encuentra en un yacimiento de tipo pórfido cuprífero. Las reservas al año 2009 eran 2,300 millones de toneladas de mineral con 0.38% de cobre y 0.03% de molibdeno.
- **Piedras verdes.** Se encuentra al sur de Sonora, utiliza minado a cielo abierto, lixiviación de óxidos de cobre y chalcocita, extracción por solvente y electro obtención. En 2013 se anexó Planta de beneficio de minerales por flotación de sulfuros de cobre.

ZACATECAS

- **San Julián.** Productor de Oro, plata, zinc y cobre. El tipo de yacimiento es relleno de fisura y su principal mina es San Julián.

SAN LUIS POTOSI

- **Región San Luis Potosí.** Productor de oro, plata, cobre, zinc, plomo y estaño. Los tipos de yacimiento presentes son vetas, chimeneas, mantos, diseminados.

Los principales distritos mineros de la región son: Distrito minero Cerro San Pedro, zona mineralizada villa de reyes, zona mineralizada villa de arriaga.

- **Región Sierra de Catorce.** Productor de oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, antimonio y mercurio. Los tipos de yacimiento presentes son: vetas, chimeneas y mantos. Los principales distritos mineros de la región son: Real de Catorce, Santa María de la Paz, La Maroma, San José Tierras Negras.
- **Región Charcas.** Productor de oro, plata, cobre y zinc. Los tipos de yacimiento presentes son: vetas y chimeneas. Los principales distritos mineros son: Charcas, San Rafael, Santa Gertrudis.

CHIHUAHUA

- **Juárez.** Productor de oro, plata, plomo, zinc y cobre. Los tipos de yacimientos presentes son: veta, manto, skarin, diseminado y brecha. Los principales distritos mineros son: Los lamentos, Samalayuca, Los Muertos, Klondike, San Juan, El Soldado y San Ignacio en 1898.
- **Casas Grandes.** Productor de oro, plata, plomo, zinc, cobre, molibdeno, manganeso. Los tipos de yacimientos presentes son: veta, manto y chimenea. Los principales distritos mineros son: Bismark, Sabinal, San Pedro, Corralitos, Nopalera.
- **Ojinaga.** Productor de plata, plomo, zinc, cobre. Los tipos de yacimientos presentes son: veta, manto, chimenea, brecha. Los principales distritos mineros son: Sierra Azul.

Así como México a nivel mundial se tiene una gran producción de cobre siendo uno de los principales minerales explotados a nivel mundial, principalmente en países como Chile. Podemos ver las principales minas de cobre a nivel mundial:

1. **Mina Escondida**, en la región de **Antofagasta (Chile)** es un yacimiento a tajo abierto que produce aproximadamente 1 millón 300 mil toneladas de cobre al año. En producción desde 1990, utiliza un proceso de lixiviación de minerales de óxidos y sulfuros. Con el 8% del cobre del mundo, Minera Escondida representa el 2,5% del PIB de Chile y emplea en forma directa a 4.200 trabajadores de tiempo completo.

2. La mina **Chuquicamata en Chile** Es de propiedad de la empresa estatal chilena **Codelco**. Esta mina tiene 4,3 kilómetros de largo, con 3 km de ancho y más de 900 metros de profundidad con una forma elíptica. alcanzando actualmente 630 mil toneladas de cobre fino al año.
3. la mina **El Teniente** (Chile) es un yacimiento de tipo subterráneo situado en la cordillera de los Andes. Comenzó a ser explotado en 1905, y ya cuenta con más de 3.000 kilómetros de galerías subterráneas y produce alrededor de 400 mil toneladas al año.
4. La mina **Grasberg** es la cuarta mina de cobre más grande del mundo. Situada en las remotas montañas de la Cordillera Sudirman en la provincia de Papua, Indonesia, es un yacimiento de cielo abierto y galería que produce más de 600 toneladas al año.
5. **Collahuasi** es el yacimiento situado en la zona altiplánica de la región de **Tarapacá**, a 4.400 metros sobre el nivel del mar, de explotación a tajo abierto en sus tres secciones **Rosario, Ujina y Huinquintipa** produce cerca de 200 mil toneladas anuales de cobre.
6. la mina de **Oyu Tolgoi** en **Mongolia**. Es una mina a cielo abierto que combina también minería subterránea en el desierto de Gobi, descubierta en 2001 comenzó a construirse en 2010 y tiene una producción de 450 toneladas anuales aproximadamente.
7. la mina a cielo abierto de **Buena Vista del cobre** en **Sonora, México**, produce cerca de 200 mil toneladas al año, con expectativas de que se incremente a 500 mil para 2017.
8. la mina del **cañón de Bingham** o de Kennecott al sudoeste **Lake City, Utah, Estados Unidos**. Es de cielo abierto y produce cerca de 195 mil toneladas de cobre anualmente.

11 CARACTERÍSTICAS DEL COBRE

El metal de objeto de estudio de la presente tesis es el cobre, cuyo símbolo es Cu, es un elemento químico y metal de transición de número atómico 29. Tiene un color rojizo y resplandor metálico. El cobre es caracterizado por ser uno de los mejores conductores de electricidad (el segundo por detrás de la plata). Debido a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para la fabricación de cables eléctricos y otros componentes.

A continuación en el cuadro siguiente, se explican algunas propiedades físicas e información general:

Tabla 1. 1 Propiedades Físicas del Cobre

información general		Propiedades físicas	
nombre, símbolo, número	Cobre, Cu, 29	Estado ordinario	Sólido (diamagnético)
Serie química	Metales de transición	Densidad	8960 kg/m ³
Grupo, periodo, bloque	11, 4, d	Punto de fusión	1357,77 K (1084,62 C)
Masa atómica	63,536 u	Punto de ebullición	2835 K (2562 C)
Configuración electrónica	(Ar) 3d ¹⁰ 4s ¹	Entalpia de vaporización	300 kJ/mol
Dureza Mohs	3,0	Entalpia de fusión	13,1 kJ/mol
Electrones por nivel	2, 8, 18, 1	Conductividad eléctrica	58,108 x 10 ⁶ S/m
		Conductividad térmica	400 W/ (k.m)

El cobre es parte de una gran cantidad de aleaciones que presentan, en general, mejores propiedades mecánicas, aunque tienen una conductividad menor. Las aleaciones de cobre más importantes son el bronce (una aleación de Cu y Sn) y el latón (una aleación de Cu y Zn) Además, gracias a que puede ser reciclado casi ilimitado sin perder sus propiedades mecánicas, el cobre es un metal duradero.

El precio del cobre a nivel global es de 2.6789 dólares la libra lo cual genera un alza en la producción que se genera anualmente y con ello un aumento de empleos para la explotación de este metal.

A nivel nacional se cuenta con una gran producción de cobre como lo podemos ver en la siguiente tabla que representa los principales estados productores:

Tabla 1. 2 Principales Estados Productores

PRODUCCION MINERA SEGÚN PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DURANTE NOVIEMBRE (toneladas)			
mineral/estado	2014	2015	variación % anual
cobre	42540	46472	9.2
Sonora	33436	37995	13.6
Zacatecas	3748	3048	(-) 18.7
San Luis potosí	2268	2469	8.9

Algunos de sus principales usos son los siguientes:

- El cobre se utiliza para las tuberías de suministro de agua. Este metal también se utiliza en refrigeradores y sistemas de aire acondicionado.
- Los disipadores de calor de los ordenadores están hechos de cobre debido a que el cobre es capaz de absorber una gran cantidad de calor. El magnetrón, la parte fundamental de los hornos de microondas, contiene cobre.
- Los tubos de vacío y los tubos de rayos catódicos, contienen cobre. A algunos fungicidas y los suplementos nutricionales se les añaden partículas de cobre.
- Como un buen conductor de electricidad, el cobre se utiliza en el hilo de cobre, electroimanes, relés e interruptores eléctricos. El cobre es un material muy resistente al óxido. Se ha utilizado para hacer recipientes que contienen agua desde tiempos antiguos.
- Algunas estructuras y estatuas, como la Estatua de la Libertad, están hechas de cobre.
- El cobre se combina a veces con el níquel para hacer un material resistente a la corrosión que se utiliza en la construcción naval.
- El cobre se utiliza para fabricar pararrayos. Estos atraen los rayos y provocan que la corriente eléctrica se disperse en lugar de golpear y destruir la estructura sobre la que están colocados.
- El sulfato de cobre se usa para eliminar el moho.

- El cobre se utiliza a menudo para colorear el vidrio. Es también un componente del esmalte cerámico.
- Muchos de los instrumentos musicales, en particular instrumentos de bronce, están hechos de cobre
- El cobre se utiliza para las tuberías de suministro de agua. Este metal también se utiliza en refrigeradores y sistemas de aire acondicionado.
- Los disipadores de calor de los ordenadores están hechos de cobre debido a que el cobre es capaz de absorber una gran cantidad de calor. El magnetrón, la parte fundamental de los hornos de microondas, contiene cobre.
- Los tubos de vacío y los tubos de rayos catódicos, contienen cobre. A algunos fungicidas y los suplementos nutricionales se les añaden partículas de cobre.
- Como un buen conductor de electricidad, el cobre se utiliza en el hilo de cobre, electroimanes, relés e interruptores eléctricos. El cobre es un material muy resistente al óxido. Se ha utilizado para hacer recipientes que contienen agua desde tiempos antiguos.
- Algunas estructuras y estatuas, como la Estatua de la Libertad, están hechas de cobre.
- El cobre se combina a veces con el níquel para hacer un material resistente a la corrosión que se utiliza en la construcción naval.
- El cobre se utiliza para fabricar pararrayos. Estos atraen los rayos y provocan que la corriente eléctrica se disperse en lugar de golpear y destruir la estructura sobre la que están colocados.
- El sulfato de cobre se usa para eliminar el moho.
- El cobre se utiliza a menudo para colorear el vidrio. Es también un componente del esmalte cerámico.
- Muchos de los instrumentos musicales, en particular instrumentos de bronce, están hechos de cobre.

12 PRINCIPALES YACIMIENTOS DE COBRE.

Un yacimiento es una zona o cuerpo concentrado de recursos minerales el cual debemos conocer para saber la forma en que se explotara nuestro mineral de interés que es el cobre.

El cobre cuenta con diferentes tipos de yacimientos dependiendo del proceso geológico en el que se halla creado: meteorización, sedimentación mecánica, sedimentación química, rocas intrusivas profundas, entre otros.

A continuación mencionaremos los diferentes tipos de depósitos o yacimientos de cobre:

12.1 DEPÓSITOS DE SKARN O PIROMETASOMATICOS

Los depósitos de skarn con cobre tienen forma de lentes, chimeneas y cuerpos irregulares. Como minerales principales se encuentran se encuentran la calcopirita, pirrotita, pirita y magnetita. De metales no metálicos aparte de los granates y piroxenos encontramos la epidota, clorita, cuarzo y carbonatos. El contenido del cobre es alto de 1-10 % y como promedio 1.5-3 %, lo cual genera que se exploten por explotación subterránea y así tener más facilidad de extraer más mineral que tepetate. Se forman a profundidades mayores a 1.5 km., dentro de un rango de temperaturas de 500 a 200 °C.

12.2 DEPÓSITOS ESTRATIFORMES

Los depósitos estratiformes (anhidrita, barita o criptomelana) se formaron por precipitación de fluidos hidrotermales en un fondo submarino. Los cuerpos se presentan en forma de mantos concordantes o lentes, con espesores de decenas de cm. A decenas de m. los cuales se pueden seguir por muchos km.

En algunos lugares se pueden encontrar vetas o estructuras discordantes o zonas de fracturamiento. Como principales minerales encontramos calcosina, bornita, calcopirita, pirita. Su ley promedio es de 2-3% por lo cual facilita el método de explotación subterránea Y su método de beneficio por flotación.

12.3 PÓRFIDOS CUPRÍFEROS

Se les llama pórfidos porque frecuentemente, pero no exclusivamente, se asocian con rocas ígneas intrusivas con fenocristales de feldespato en una masa fundamental cristalina de gran fino, la textura porfídica indica que los magmas intruyeron y cristalizaron cerca de la superficie debido a su naturaleza relativamente poco profunda se denominan intrusivos epizonales. Tiene lugar a nivel sub-volcánico,

inmediatamente por debajo de la actividad volcánica superficial, Su ley promedio es de .8%, lo cual hace que este yacimiento se explote por método superficial, puede ser utilizado el método de beneficio por lixiviación y flotación.

12.4 SULFUROS MASIVOS

Los yacimientos pueden ser de tipo Chipre (cobre-zinc) o kuroko (cobre-plomo-zinc-bario). Los concentrados de cobre se obtienen de procesos de flotación diferenciada, al mismo tiempo que los de plomo y zinc, variando mucho la ley de estos elementos de unos yacimientos a otros.

12.5 HIDROTERMALES VULCANOGENICOS

Geológicamente la zona de este yacimiento está compuesta por rocas vulcano-sedimentarias cortadas por rocas hipabisales de composición gabrídica. La mineralización se presentan en forma de mantos concordantes de unos cuantos metros a 10-12 m.se han seguido horizontalmente hasta por 10-12 km. y trabajados hasta una profundidad de 2-2.5 km.

Cuentan con una ley promedio de 3-5% lo cual indica que estos yacimientos son rentables económicamente métodos subterráneos.

12.6 DEPÓSITOS MAGMÁTICOS

Dentro de este grupo son muy importantes los depósitos de licuación de Sulfuros de Cu-Ni, relacionados con intrusivos ultrabásicos-básicos. Las menas son complejas conteniendo de 1-2 % de Cu, Ni, Co, Au, Pt. El cobre se acumula al final de los procesos de mineralización cuando se forma la calcopirita y la bornita, en las partes exteriores de los contactos de los intrusivos. Tiene una ley promedio de 1% de Cu, Los tamaños de los cuerpos varían desde unos cuantos metros hasta 800-1000 m con respecto al echado.

12.7 DEPÓSITOS DE CARBONATITAS

Está relacionado con un intrusivo carbonatítico de casi 1 km. de diámetro, en el cual se encuentra la mineralización de Cu en forma diseminada la cual se sigue hasta una profundidad de 900 m. En las partes periféricas del intrusivo hay mineralización de magnetita-apatita. Las leyes de Cu promedian 0.68 %.

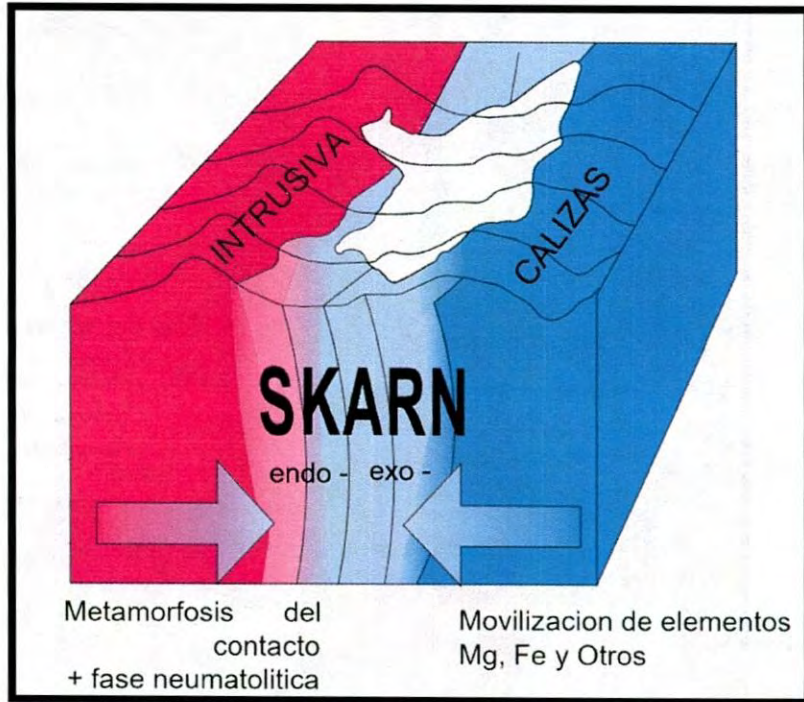


Figura 1. 5 Ejemplo de Deposito Skarn

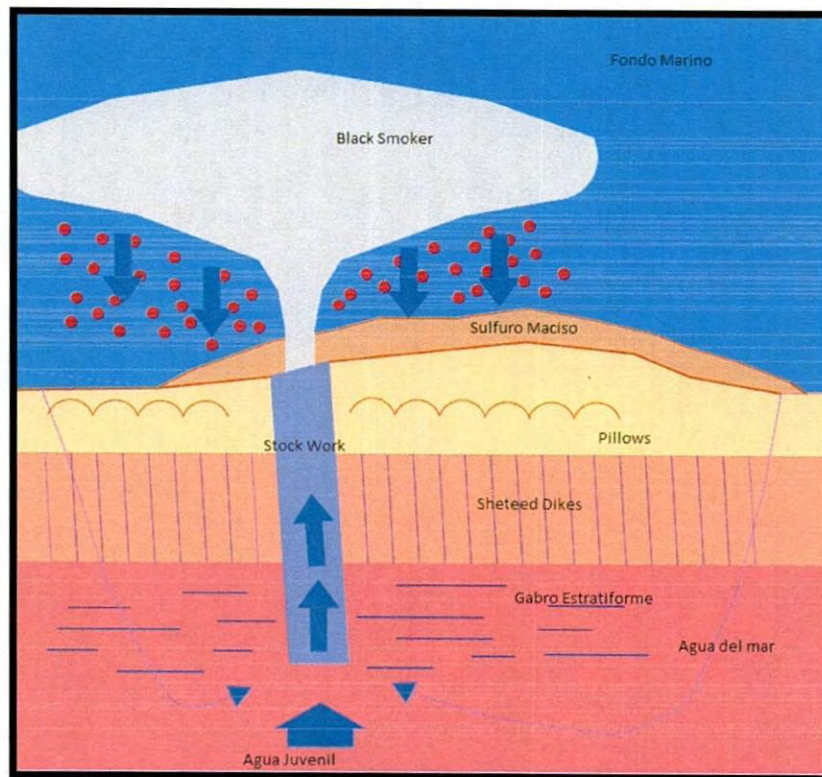


Figura 1. 6 Ejemplo de Depósito Estratiforme

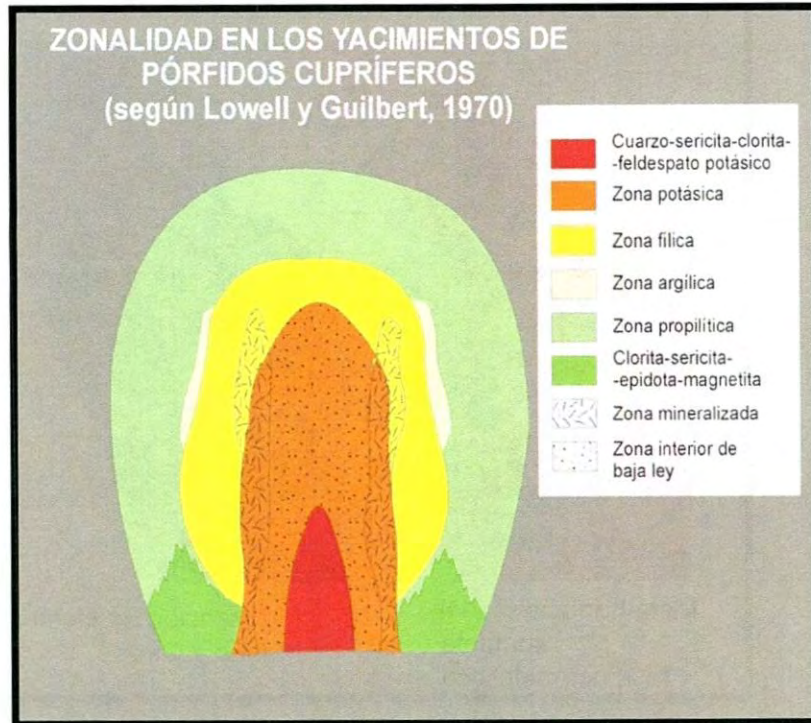


Figura 1. 7 Ejemplo de Pórfido Cuprífero

13 CONTAMINANTES PRESENTES EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL COBRE.

Al extraer el cobre se generan residuos contaminantes a lo largo de toda su explotación, estos son diferentes contaminantes que se emiten por el tipo de minado a utilizar.

13.1 VOC

Compuestos orgánicos volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles comprenden una amplia gama de sustancias entre las que figuran los hidrocarburos (alcanos, alquenos y aromáticos), los halocarburos (por ejemplo, el tricloroetileno) y los oxigenatos (alcoholes, aldehídos y cetonas). Todos ellos son componentes orgánicos suficientemente volátiles como para existir en forma de vapores en la atmósfera en condiciones normales.

Ha quedado demostrado que varios VOC provocan cáncer y contribuyen a la formación de contaminantes secundarios, como el ozono a nivel del suelo, el agotamiento del ozono estratosférico e, indirectamente, a la formación de acidez atmosférica, y pueden inhibir seriamente el crecimiento de las plantas.

13.2 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El monóxido de carbono es un gas tóxico incoloro, inodoro e insípido. es extremadamente peligroso cuando se inhala en grandes concentraciones ya que tiene mayor afinidad que el oxígeno con los glóbulos rojos (hematíes). Esto quiere decir que el CO sustituye al oxígeno transportado en la sangre, lo cual debilita rápidamente el funcionamiento de los órganos corporales y puede acarrear la muerte.

La exposición a niveles muy altos de CO durante períodos prolongados ($115\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante períodos de 3 a 35 días) ocasiona daños a la vida vegetal.

13.3 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

El dióxido de azufre es un gas pesado incoloro, de olor penetrante y acción irritante. Provoca problemas respiratorios como irritación pulmonar, aceleración del ritmo respiratorio y asfixia. Su efecto sanitario más serio es el agravamiento del asma y de la bronquitis crónica.

El SO_2 contribuye a la formación de la lluvia ácida, la cual puede provocar grandes daños en los materiales y los ecosistemas terrestres, los ecosistemas acuáticos y las poblaciones humanas.

13.4 PLOMO (PB)

El plomo es un metal blando de color azulado o gris plateado. El tetraetilo de plomo y el tetrametilo plomo son dos de sus formas más importantes desde el punto de vista de la contaminación atmosférica. Ambas formas de plomo se utilizan como aditivos antidetonantes en la gasolina.

La exposición al plomo provoca trastornos hepáticos y renales, trastornos gastrointestinales, retardo mental en los niños y anomalías en la fertilidad y el embarazo.

En términos generales, el plomo tiene efectos tóxicos en las plantas, animales y en la atmosfera la cual se daña por los gases de escape de los vehículos motorizados de gasolina, las baterías de automóvil usadas, la producción de metales como el plomo, cobre, zinc, hierro, las centrales termoeléctricas, la minería, producción de cemento, entre otros.

13.5 ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO Y NO_2 - NO_x)

La sigla NO_x es el nombre común que se ha dado al óxido de nitrógeno (NO) y al dióxido de nitrógeno (NO_2). El óxido de nitrógeno (NO) es un gas incoloro ligeramente soluble en agua. El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un gas cuyo valor varía de rojo a marrón, con fuertes propiedades oxidantes y solubles en agua. El NO_2 reacciona con el agua y forma el ácido nítrico (HNO_3), un poderoso oxidante capaz de reaccionar con casi todos los metales y muchos compuestos orgánicos.

Los efectos de los NO_x en la salud humana son numerosos los cuales pueden ser: irritación respiratoria, dolor de cabeza, enfisema pulmonar (reducción crónica de la función pulmonar), disminución de la defensa pulmonar, edema pulmonar, irritación de los ojos, pérdida del apetito y corrosión dentaria.

Causan en el medio ambiente el aumento de las deposiciones ácidas que contribuye a la formación de la lluvia ácida y puede causar graves daños a los materiales, la vegetación, los ecosistemas terrestres y acuáticos y, a la larga, las poblaciones humanas. Además, tanto el NO como el NO_2 intervienen en el agotamiento de la capa de ozono estratosférico.

13.6 DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

El dióxido de carbono es un gas incoloro que se forma durante la combustión de cualquier material que contenga carbono.

Se desconoce si el CO₂ tiene efectos directos graves en la salud. Sin embargo, son numerosos los efectos sanitarios indirectos del cambio climático.

El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero y una de las causas fundamentales del cambio climático inducido por el ser humano.

13.7 CIANURO

A nivel químico, el cianuro es el término general para los productos químicos que contienen un grupo ciano (triple enlace carbono y nitrógeno con la fórmula química CN) que ocurren naturalmente.

El proceso de lixiviación (separación de metales en la minería) con cianuro, produce daños ambientales a largo o a corto plazo. A largo plazo debido a los desechos de este compuesto inyectados en las escombreras, la movilización de metales pesados o la generación de drenajes ácidos. A corto plazo, debido a accidentes que pueden producirse durante las operaciones o derrames que pueden filtrarse a napas o cauces de agua en forma impredecible.

El cianuro es tóxico en grandes dosis y está estrictamente regulado, en grandes cantidades impide que el cuerpo pueda aprovechar el oxígeno, causando una asfixia que puede ser mortal para los seres humanos y animales sin un rápido tratamiento de primeros auxilios.

13.8 ÁCIDO SULFÚRICO

El ácido sulfúrico es un líquido viscoso, de densidad 1,83 g/ml, transparente e incoloro cuando se encuentra en estado puro, y de color marrón cuando contiene impurezas. En frío reacciona con todos los metales y en caliente su reactividad se intensifica. Tiene gran afinidad por el agua y es por esta razón que extrae el agua de las materias orgánicas, carbonizándolas.

El ácido sulfúrico se mezcla con el agua y causa problemas para el medio ambiente, ya que elimina la vida vegetal. Si los organismos silvestres consumen estas aguas ácidas, pueden sufrir enfermedades o incluso morir, en algunos casos. En general, el ácido se mezcla con el agua debido al desecho inadecuado de esta sustancia, pero

También puede ser transmitido por el aire que proviene de las fábricas. Este aire con ácido sulfúrico lo pueden inhalar los animales y los seres humanos, y puede generar el desarrollo de lluvia ácida si lo absorben las nubes de lluvia.

La naturaleza corrosiva del ácido sulfúrico causa irritación y quemaduras en la piel. Según la cantidad de ácido al que se exponga la piel, las quemaduras pueden alcanzar el tercer grado de gravedad. La exposición prolongada produce dermatitis o descamación constante e irritación de la piel. Las quemaduras generan otras infecciones, ya que la piel es la primera defensa contra las bacterias y los virus.

14 IMPACTOS AMBIENTALES POR ETAPAS MINERAS.

Las actividades mineras comprenden diversas etapas, cada una de las cuales conlleva impactos ambientales particulares. En un sentido amplio, estas etapas serían las siguientes:

- Prospección y exploración de yacimientos
- desarrollo y preparación de las minas
- explotación de las minas
- tratamiento de los minerales obtenidos en instalaciones respectivas con el objetivo de obtener productos comerciables.

15. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Causados por la minería a cielo abierto (MCA) en su fase de explotación son los siguientes:

15.1 AFECTACIÓN DE LA SUPERFICIE

La MCA devasta la superficie, modifica severamente la morfología del terreno, apila y deja al descubierto grandes cantidades de material estéril, produce la destrucción de áreas cultivadas y de otros patrimonios superficiales, puede alterar cursos de aguas y formar grandes lagunas para el material descartado.

15.2 AFECTACIÓN DEL ENTORNO EN GENERAL

La MCA transforma radicalmente el entorno, pierde su posible atracción escénica y se ve afectado por el ruido producido en las distintas operaciones, como por ejemplo en la trituración y en la molienda, en la generación de energía, en el transporte y en la carga y descarga de minerales y de material estéril sobrante de la mina y del ingenio.

15.3 CONTAMINACIÓN DEL AIRE

El aire puede contaminarse con impurezas sólidas, por ejemplo, polvo y combustibles tóxicos o inertes, capaces de penetrar hasta los pulmones, provenientes de diversas fases del proceso. También puede contaminarse el aire con vapores o gases de cianuros, mercurio, dióxido de azufre contenidos en gases residuales, procesos de combustión incompleta o emanaciones de charcos o lagunas de aguas no circulantes con materia orgánica en descomposición.

15.4 AFECTACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

Los residuos sólidos finos provenientes del área de explotación pueden dar lugar a una elevación de la capa de sedimentos en los ríos de la zona. Diques y lagunas de oxidación mal construidas o mal mantenidos, o inadecuado manejo, almacenamiento o transporte de insumos (como combustibles, lubricantes, reactivos químicos y residuos líquidos) pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales.

15.5 AFECTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS O FREÁTICAS

Aguas contaminadas con aceite usado, con reactivos, con sales minerales provenientes de las pilas o botaderos de productos sólidos residuales de los procesos de tratamiento, así como aguas de lluvia contaminadas con contenidos de dichos botaderos, o aguas provenientes de pilas o diques de colas, o aguas de proceso contaminadas, pueden llegar a las aguas subterráneas. Además, puede haber un descenso en los niveles de estas aguas subterráneas cuando son fuente de abastecimiento de agua fresca para operaciones de tratamiento de minerales.

15.6 AFECTACIÓN DE LOS SUELOS

La MCA implica la eliminación del suelo en el área de explotación, y produce un resecamiento del suelo en la zona circundante, así como una disminución del rendimiento agrícola y agropecuario. También suele provocar hundimientos y la formación de pantanos en caso de que el nivel de las aguas subterráneas vuelva a subir. Además, provoca la inhabilitación de suelos por apilamiento de material sobrante.

15.7 IMPACTO SOBRE LA FLORA

La MCA implica la eliminación de la vegetación en el área de las operaciones mineras, así como una destrucción parcial o una modificación de la flora en el área circunvecina, debido a la alteración del nivel freático. También puede provocar una presión sobre los bosques existentes en el área, que pueden verse destruidos por el proceso de explotación o por la expectativa de que éste tenga lugar.

15.8 IMPACTO SOBRE LA FAUNA

La fauna se ve perturbada y/o ahuyentada por el ruido y la contaminación del aire y del agua, la elevación del nivel de sedimentos en los ríos. Además, la erosión de los amontonamientos de residuos estériles puede afectar particularmente la vida acuática. Puede darse también envenenamiento por reactivos residuales contenidos en aguas provenientes de la zona de explotación.

15.9 IMPACTO SOBRE LAS POBLACIONES

La MCA puede provocar conflictos por derechos de utilización de la tierra, dar lugar al surgimiento descontrolado de asentamientos humanos ocasionando una problemática social y destruir áreas de potencial turístico. Puede provocar una disminución en el rendimiento de las labores de pescadores y agricultores debido a envenenamiento y cambios en el curso de los ríos debido a la elevación de nivel por sedimentación. Por otra parte, la MCA puede provocar un impacto económico negativo por el desplazamiento de otras actividades económicas locales actuales y /o futuras.

15.10 CAMBIOS EN EL MICROCLIMA

La MCA puede causar cambios en el microclima y puede provocar una multiplicación de agentes patógenos en charcos y áreas cubiertas por aguas estancadas.

15.11 IMPACTO ESCÉNICO POSTERIOR A LA EXPLOTACIÓN

La MCA deja profundos cráteres en el paisaje. Su eliminación puede conllevar costos tan elevados que puedan impedir la explotación misma.

16. EVALUACION DE CADENAS PRODUCTIVAS

La forma en la que se evaluaron las cadenas productivas del cobre es en base a la cantidad de energía que distintos contaminantes presentes en la extracción del mineral ejercen sobre el medio ambiente.

Para elaborar una cadena primeramente se investigó las características físicas y químicas de cada yacimiento, esto permite identificar el método de minado y de beneficio que utilizaremos para crear la cadena. En general los yacimientos que se encuentran más cercanos a la corteza terrestre se explotan de manera superficial y el método subterráneo se emplea cuando la cantidad de material estéril sobre el yacimiento es tal que los costos de su remoción hacen inviable un proyecto minero a cielo abierto. Así mismo los minerales de cobre más cercanos a la superficie son óxidos y para extraer el cobre se aplican diversos métodos de lixiviación, por otra parte, los minerales que se encuentran más profundos se denominan sulfuros y su principal método de beneficio es por flotación.

Cada método de beneficio tiene un porcentaje de recuperación en el caso de la investigación realizada establecimos un promedio en cada método 65% para el método por flotación y 90% para el método por lixiviación.

Con la ayuda de las tablas de la tesis de Moreno-Zazueta evaluaremos la cantidad de energía que emiten los distintos contaminantes presentes en cada cadena, estas tablas están dadas por la cantidad de energía emitida para producir un kilogramo de Cobre por tonelada removida.

Ya que los yacimientos presentan distintas leyes tenemos que ajustar estos valores para cada cadena que se genere; esto es hacer una equivalencia en cuanto a la cantidad de energía emitida por contaminante para producir 1 kilogramo de Cobre, pero no necesariamente en una tonelada sino en la cantidad de material que se remueve particularmente para esa cadena.

Las Tablas 6.6, 6.8, 6.10 y 7.3 de la tesis de Moreno-Zazueta son las que utilizaremos para evaluar cada cadena con ellas se hará una comparativa de los resultados que se obtengan al crear cada cadena.

A continuación, se presenta un ejemplo detallado de la creación de una cadena productiva del Cobre.

Con la ley de cada yacimiento calcularemos cuantos kilogramos de cobre se tienen por tonelada, después se multiplicará por el factor de recuperación dependiendo del método de beneficio empleado que serán los kilogramos reales de cobre que se obtienen por tonelada.

Por ejemplo, en la cadena CuPUF, tenemos un yacimiento pórfido cuprífero que se explota por método subterráneo y su método de beneficio es por flotación. Este yacimiento cuenta con una ley promedio de 0.99 % y una relación de descapote de 0.9: 1. Como se dijo anteriormente calcularemos los kilogramos de cobre por tonelada,

$$\frac{X\%}{100} \times 1000 = X \quad \Rightarrow \quad \text{Ecuación 1}$$

Esto se hace dividiendo el 0.99% que es la ley del yacimiento entre 100 para eliminar el porcentaje; después los convertiremos a kilos para ello es necesario multiplicar por 1000 y el resultado es 9.9 kilogramos por tonelada.

Al ser un sulfuro su método de beneficio requiere un proceso de flotación con un porcentaje de recuperación promedio del 65%; entonces el resultado anterior (9.9 kg) se multiplicará por 65% (0.65) dando un total de 6.4 kg por tonelada removida.

$$\text{Kilogramos de Cobre recuperados} = X \times (\text{Porcentaje de recuperación})/100$$

$$\Rightarrow \quad \text{Ecuación 2}$$

Lo que a nosotros nos interesa es conocer la cantidad de material removido por kilogramo de cobre. Ahora utilizando una regla de tres simples calcularemos cuantos kg de material se remueven para obtener un kg de cobre; se multiplica 1 kg de cobre por 1 Tonelada que esto equivale a 1000 y después se divide entre 6.5 kg obteniendo un total de 155.4 kg de material estéril.

$$\text{Material estéril} = \frac{1000}{\text{kilogramos de cobre recuperados}} \quad \Rightarrow \quad \text{Ecuación 3}$$

Tabla 1. 3 Kilogramos de materiales utilizados para obtener una tonelada de mineral o estéril en función del método de explotación y el método de beneficio.

METODO	PROCESO	OPERACIÓN UNITARIA	MATERIALES (Kg por tonelada movida)															
			AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS					
METODO DE EXPLOTACION	PROSPECCIÓN E INFRAESTRUC- TURA	Obras de Exploración	12	0.0302	0.004													
		Obras de Infra-estructura	12	0.0338	0.018				0.18									
		Suma	24	0.0640	0.022				0.18									
	MINADO SUPERFICIAL	Barrenación y voladura	0.2	0.5505		0.04		0.25										
		Rezagado y Cargado		0.2196	0.009		0.009											
		Transporte a Planta	1.4	0.0986			0.0012											
		Suma	1.6	0.8688	0.009	0.04	0.0102	0.25										
	MINADO SUBTERRANEO	Barrenación y voladura	6.2	0.1250		0.07		0.322										
		Rezagado y Cargado		0.1715	0.009		0.0589											
		Transporte a Planta		0.0540			0.0222											
		Suma	6.2	0.3565	0.009	0.07	0.0811	0.322										
	METODO DE BENEFICIO	REDUCCION DE TAMAÑO	Trituración			0.3359												
Molienda			500		0.7979													
Suma			500		1.1338													
PROCESOS DE CONCENTRACION		Flotación	240						4.54		1.22						0.159	
		Lixiviación Dinámica	240						2.54				0.21					
		Lixiviación por percolación	600						2.54	16.2		0.23						
		gravimetría	300		0.8562													
		Clasificación y lavado	400		0.5896													
		Separación magnética			0.2589													

Fuente: elaboración propia a partir de datos estadísticos de minas en operación.

Tabla extraída de la tesis: Valoración de las cadenas productivas de la minería metálica global, usando herramientas innovadoras de gestión ambiental (Moreno-Zazueta) 2007

En la tabla 1.1 se indican los kg por material removido de diferentes insumos presentes en el ciclo de vida de cada cadena, por ejemplo: el agua, diésel, acero de desgaste, acero de barrenación, explosivos, cal, entre otros.

Estos energéticos están presentes en varias etapas de las cadenas, ya sea de explotación que se divide en subterránea y superficial o en el método de beneficio, por ejemplo: flotación y lixiviación.

Para obtener los kilogramos de energéticos que se consumen en determinada cadena, es necesario sumar los valores de la tabla 6.6 para cada material.

Ejemplo: para sacar el agua se suman los 24 kg de prospección e infraestructura + 6.2 kg del método subterráneo + 500 kg de reducción de tamaño + 240 kg del método de flotación, en total: 770.2kg por tonelada movida.

El material removido para este yacimiento fue de 155.4kg. Los valores encontrados en la tabla están calculados por tonelada de material removido, en nuestro caso, nos interesa la cantidad que se consume en 155.4kg de material estéril que corresponden al ejemplo que estamos utilizando, para esto volveremos a utilizar una regla de tres simple donde se multiplica, 155.4kg por 770.2kg entre 1000kg, que en total nos da un valor de 119.7kg de agua.

Este paso se repetirá sucesivamente para cada material energético.

Una vez terminado el paso anterior se procederá a ver la tabla 1.2, en ella se indica el consumo energético por toneladas procesadas, que se utilizan tanto en los procesos que se generan por el método de explotación y beneficio.

En este paso se suman los procesos, por ejemplo:

Prospección 327 + minado subterráneo 30,711 + reducción de tamaño 50,222 + procesos de concentración 7200 = 88,460 kJ/ton.

Tabla 1. 4 Consumo Energético por tonelada procesada.

METODO	PROCESO	OPERACIÓN UNITARIA	CONSUMO ENERGETICO Kj/ton
METODO DE EXPLOTACION	PROSPECCIÓN	Obras de Exploración	104
		Obras de Infraestructura	223
	MINADO SUPERFICIAL	Barrenación y voladura	2200
		Rezagado y Cargado	3642
		Transporte a Planta	120
	MINADO SUBTERRÁNEO	Barrenación y voladura	3877
		Rezagado y Cargado	6750
		Transporte a Planta (incluye manteo)	20084
	METODO DE BENEFICIO	REDUCCIÓN DE TAMAÑO	Trituración
Molienda			41500
PROCESOS DE CONCENTRACIÓN		Flotación	7200
		Lixiviación Dinámica	5220
		Lixiviación por percolación	1011
		gravimetría	5415
		Clasificación y lavado	3780
		Separación magnética	3780

Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos de unidades mineras en operación. Valoración de las cadenas productivas de la minería metálica global, usando herramientas innovadoras de gestión ambiental (Moreno-Zazueta) 2007.

I contar con 88,460 kj/ton, tenemos que calcular cuántos kj tenemos en 155.4 kg de material estéril, el cual será dado por una regla de tres simple: $(155.4\text{kg} \times 88,460 \text{ kj/ton})/1000 \text{ kg} = 13,756.70 \text{ kj}$.

Al haber terminado los pasos anteriores, seguimos con la tabla 1.3 donde se calcularán las emisiones generadas en la fabricación y utilización de diversos materiales utilizados en las actividades mineras.

Tabla 1. 5 Valoración de las cadenas productivas de la minería metálica global

	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
Diese I	2.14E-09				0.0029 2	0.00079 3	0.430 8	0.00078 9	1.07E-05	0.0029 7	0.00040 4	0.11428 3		0.00051 8

Tabla extraída de la tesis: Valoración de las cadenas productivas de la minería metálica global, usando herramientas innovadoras de gestión ambiental (Moreno-Zazueta) 2007.

Se multiplicarán los consumos por las emisiones. Por ejemplo: consumo de diésel $0.058 \times 2.14 \times 10^{-9}$ emisiones de compuestos nitrogenados $= 1.24 \times 10^{-10}$

El mismo procedimiento se realizará para cada consumo. Al terminar el paso anterior tendremos una tabla con el resultado de cada consumo por emisión:

Compuestos Nitrogenados	Sólidos en Suspensión	Cianuro	Acido Sulfúrico	NO _x	VOC	CO ₂	CO
6.56E-03	6.06E-06	1.00E-06	5.53E-04	5.48E-03	3.77E-04	2.76E+00	8.21E-03
N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables	Materia Estéril (roca)	
4.41E-05	3.78E-03	8.92E-02	1.03E+01	5.95E-05	1.20E-01	155+02	

Al concluir este paso seguiremos con la tabla 1.4

Tabla 1. 6 Emisiones generadas en la fabricación y utilización de diversos materiales utilizados en las actividades mineras.

MATERIAL	EMISIONES GENERADAS POR SU FABRICACION Y SU POSTERIOR UTILIZACION EN LOS PROCESOS DE LAS ACTIVIDADES MINERAS(KG EMITIDOS POR KG DE MATERIAL UTILIZADO)													
	AL AGUA				A LA ATMOSFERA						AL SUELO			
	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendingidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NO _x	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
Neumáticos	4.84E-11				0.00502	6.23E-09	4.256	0.0005254	0.0002814	0.017798	0.002458	0.1932571	0.004283	0.1329
Cal					0.0000327	8.06E-07	0.0039	1.439E-06	6.08E-07	6.56E-06	0.072	0.00001444	1.42E-08	2.19E-07
Acero desgate	3.17E-08	7.73E-08	0.000059	0.00326	0.0082	2.47E-06	2.901	0.031	0.000037	0.00849	0.01588	0.12120075	0.00001463	0.4212759
Acero barrenación	2.83E-08	6.90E-08	0.0000527	0.002857	0.00808	2.20E-06	2.671	0.0318	0.000035	0.00801	0.0141	0.09931956	0.00001786	0.4224142
NaOH	3.17E-07				0.0000568	7.49E-07	0.0075	2.489E-06	0.000053	6.86E-07	0.095	0.000075	2.92E-08	2.7E-07
H ₂ SO ₄					2.60E-06	1.74E-06	0.0235	8.10E-06	7.63E-07	4.98E-03	1.37E-06			
Diesel	2.14E-09				0.00292	0.000793	0.4308	0.000789	1.07E-05	0.00297	0.000404	0.114283		0.000518
Otros reactivos		0.000275			0.0099	0.011813	1.226	0.00055		0.00984	0.00338	0.0642		
Producción de Energía	8.44E-06		2.12E-08		0.25139	0.00571	176.291	0.04025	2.24E-03	0.13648	0.00868	839.23322	0.0008045	3.831301
Explosivos	0.095				0.008			0.034		0.001	0.36			

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de NPI
 nota: las emisiones de la energía son para producir 1000000 kj(moreno-Zazueta) 2007.

Tabla 1. 7 Factores aplicados a las categorías de impacto para la evaluación del Análisis de Ciclo de Vida de los recursos naturales (Metodología Ecopoints - 97)

Sustancias de Referencia	Factor de Ponderación	Categoría de Impacto	Factor de Normalización y Evaluación
Residuos sólidos peligrosos	0.2	Daño a los humanos por toxicidad	100
Cianuro	0.5		
VOC	0.3		
Residuos sólidos totales	0.4	Daño a los ecosistemas	2,5
Cianuro	0.2		
Compuestos nitrogenados	0.4		
NOx	0.2	Eutrofización Acuática	2,5
Óxido nítrico	0.2		
Compuestos nitrogenados	0.6		
Polvo	0.2	Eutrofización terrestre	0,5
Residuos sólidos totales	0.4		
NOx	0.4		
Área Afectada	1	El espacio natural utilizado	0,5
Polvo	0.3	Niebla de verano / oxidación fotoquímica de la atmósfera	2,5
VOC	0.7		
% de recurso utilizado	1	Recursos naturales utilizados	0,5
SO ₂	0.3	Afectación de la capa de ozono	100
CO	0.1		
VOC	0.6		
CO	0.3	Efecto Invernadero	2,5
CO ₂	0.7		
NOx	0.2	Acidificación del medio	10
SO ₂	0.5		
H ₂ SO ₄	0.3		

Fuente: modificada de BUWAL, 1998

Tabla extraída de la tesis: Valoración de las cadenas productivas de la minería metálica global, usando herramientas innovadoras de gestión ambiental (Moreno-Zazueta) 2007.

Se multiplicarán los valores de las emisiones calculadas en la tabla anterior correspondientes a las sustancias de referencia para cada categoría de impacto obtenemos el valor de dicha categoría (Agua, aire, suelo) por ejemplo: para el daño a los humanos por toxicidad: $(5.95E-05 \times 0.2) + (1.00E-06 \times .05) + (3.77E-04 \times 0.3) = 1.244E-04$

Este valor se multiplica por el correspondiente valor de normalización, 100 en nuestro caso, $100 \times 1.244E-04 = 0.01244$, el cual se sumará con los obtenidos de las otras categorías de impacto, dándonos como resultado: 244.6294016

Aplicando esta metodología, es posible obtener los eco-puntos correspondientes a cada cadena productiva.

Las tablas utilizadas para la evaluación de las cadenas productivas son un factor de gran importancia para el cálculo de estas, por ello debemos tener el conocimiento de cómo se utiliza la información contenida.

En la tabla 1.3 se utiliza para indicar la cantidad de energéticos por kg que se consumen por cada cadena, en ella tenemos diferentes tablas, las cuales se definen por método de explotación y método de beneficio. Cada una se divide en partes, el método de explotación se divide en tres procesos que son: prospección e infraestructura, minado superficial y minado subterráneo. La tabla de prospección e infraestructura se utilizará en cada cadena productiva que se quiera generar, ya que es un paso que se utiliza en cualquier tipo de explotación, esta cuenta con tres operaciones unitarias las cuales son: obras de exploración, obras de infraestructura y la suma de las dos. Las tablas de minado superficial y minado subterráneo se escogerán dependiendo del método que utilice el yacimiento de interés, además cada uno de los procesos está acompañado de una operación unitaria (barrenación y voladura, rezagado y cargado, transporte a planta).

La tabla de método de beneficio se divide en dos procesos: reducción de tamaño y procesos de concentración. De estas dos tablas para todas las cadenas se utilizará el proceso de reducción de tamaño que generalmente se utiliza en la mayoría de los métodos de beneficio, y la tabla de procesos de concentración dependerá de, como su nombre lo indica, del proceso de concentración que se utilice para el mineral de interés.

Todas las tablas de operación unitaria cuentan con materiales que se utilizan en la operación de cada una de ellas, estos materiales están manejados en kg por tonelada movida, esto quiere decir que se utiliza un kilogramo de un material de la tabla por cada tonelada de mineral o estéril en función del método de explotación y el método de

beneficio. Cada material cuenta con un valor el cual se suma dependiendo del proceso que se utilice tanto en método de explotación y en método de beneficio.

Por ejemplo, en el proceso de prospección e infraestructura utilizando el material de agua se suman las dos operaciones $12 + 12 = 24$. En el proceso de minado (dependiendo de cuál utilices se realiza el mismo procedimiento y en los métodos de beneficio se hará el mismo paso.

La tabla 1.3 que como su nombre lo dice nos indica el consumo de energético que se realiza por tonelada procesada de mineral o estéril. Esta tabla cuenta con dos métodos: método de explotación y método de beneficio, cada uno se divide en sus respectivos procesos. Para el método de explotación se tienen tres procesos: prospección, minado superficial y minado subterráneo, al igual que la tabla anterior el proceso de prospección se utiliza para cada cadena a generar, cada uno de los procesos tienen tablas secundarias en las cuales se indica cada operación unitaria que se realiza en cada proceso. Para la prospección: obras de exploración e infraestructura, y para minado superficial y subterráneo: barrenación y voladura, rezagado y cargado y transporte a planta. Al igual que en la tabla 1.1 dependiendo del tipo de minado a realizar se escogerá el adecuado.

El método de beneficio se divide también en dos procesos: reducción de tamaño y procesos de concentración. Cada uno se divide en operaciones unitarias. La reducción de tamaño se utilizará al igual para cada cadena y en el proceso de concentración se utilizará la operación unitaria que se requiera para el método de beneficio. Cada operación unitaria tiene un valor de consumo energético el cual está dado por K_j/ton , el valor de cada operación unitaria a utilizar se sumará, con eso obtendremos el consumo energético.

La tabla 1.6 se utiliza para calcular las emisiones generadas en la fabricación y de diversos materiales utilizados en las actividades mineras. En esta tabla se cuenta con las emisiones generadas (tablas horizontales) por cada material utilizado en el proceso de explotación (tablas verticales).

La tabla 1.7 Nos indica en que categoría de impacto va cada sustancia de referencia o en otras palabras, que sustancias de referencia (emisiones) generan un impacto en el medio ambiente y de qué forma lo hacen.

Por ejemplo, la categoría de impacto “daño a los humanos por toxicidad” la generan los residuos sólidos peligrosos, cianuro y VOC, (emisiones generadas en la explotación del mineral de interés). Cada sustancia contiene un factor de ponderación el

cual se multiplica por las sustancias de referencia de cada categoría (agua, aire, suelo), después se suman todos los resultados y se multiplican por el factor de normalización.

El mismo paso se realizará con cada categoría de impacto y al final que se tengan todos los factores de normalización se sumaran y se dará un total el cual nos generara nuestros eco-puntos.

Los eco-puntos nos indican que cadena nos beneficia más, ya que la cadena que contenga menos eco-puntos será la que menos emisiones o daño genere al medio ambiente.

Tabla 1. 8 Factores aplicados a las categorías de impacto para la evolución del Análisis del Ciclo de Vida de los recursos naturales (Metodología Ecopoints 97)

Sustancias de Referencia	Factor de Ponderación	Categoría de Impacto	Factor de Normalización y Evaluación
Residuos sólidos peligrosos	0.2	Daño a los humanos por toxicidad	100
Cianuro	0.5		
VOC	0.3		
Residuos sólidos totales	0.4	Daño a los ecosistemas	2.5
Cianuro	0.2		
Compuestos nitrogenados	0.4		
NOx	0.2	Eutrofización Acuática	2.5
Oxido nitroso	0.2		
Compuestos nitrogenados	0.6		
Polvo	0.2	Eutrofización terrestre	0.5
Residuos sólidos totales	0.4		
NOx	0.4		
Área Afectada	1	El espacio natural utilizado	0.5
Polvo	0.3	Niebla de verano / oxidación fotoquímica de la atmósfera	2.5
VOC	0.7		
% de recurso utilizado	1	Recursos naturales utilizados	0.5
SO ₂	0.3	Afectación de la capa de ozono	100
CO	0.1		
VOC	0.6		
CO	0.3	Efecto Invernadero	2.5
CO ₂	0.7		
NOx	0.2	Acidificación del medio	10
SO ₂	0.5		
H ₂ SO ₄	0.3		

Fuente: modificada de BUWAL, 1998

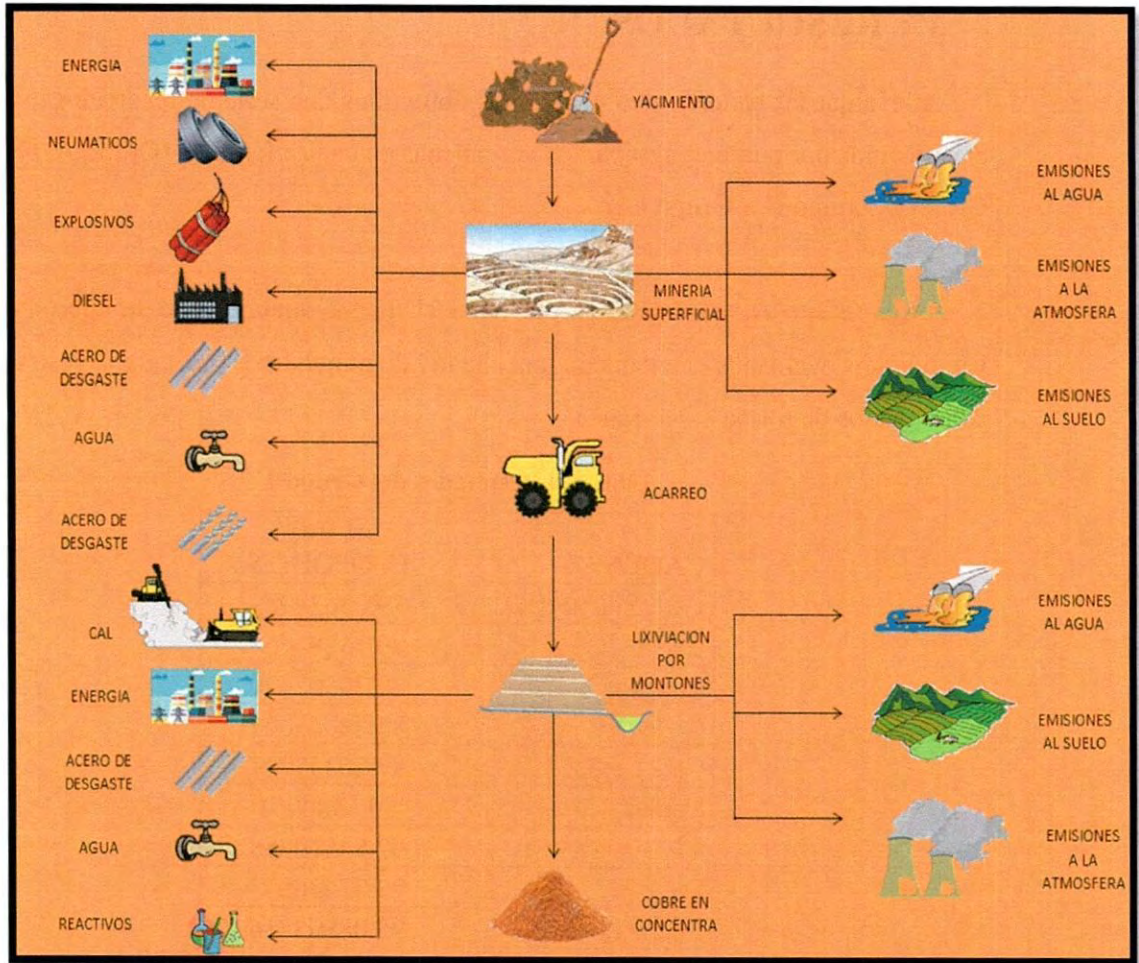


Figura 1. 8 Ejemplo de Cadena Productiva del Cobre

17. RESULTADOS.

Al evaluar las cadenas que generamos obtuvimos una serie de resultados los cuales clasificamos por puntaje; agrupamos las cadenas en cuatro familias (Grupo A, Grupo B, Grupo C, Grupo D y Grupo E).

El Grupo A se caracteriza por tener el menor puntaje, esto se debe a que los yacimientos evaluados cuentan con una alta ley de mineral por tonelada y en su mayoría son minados de forma subterránea.

Tabla 1. 9 Resultados del Grupo A

CADENAS	0-100 ECOPOINTS
Cadena CuPiUF	79.03634989
Cadena CuVULd	79.75284468
Cadena CuVSLd	80.79302429
Cadena CuVUL	86.44365627
Cadena CuEUF	87.00357747
Cadena CuEULd	89.6504951
Cadena CuVSF	92.84510758
Cadena CuESLd	93.27436057
Cadena CuEUL	95.08893756

En el grupo B los yacimientos en su mayoría de tipo magmáticos y pirometasomáticos, cuentan con una ley promedio de 1.5-2%. Otra característica de este grupo es que en su mayoría su método de minado es de forma superficial.

Tabla 1. 10 Resultados del Grupo B

CADENAS	100-150 ECOPOINTS
Cadena CuESL	101.5113471
Cadena CuPiUL	113.7100492
Cadena CuPiULd	114.0105713
Cadena CuPiSLd	117.1712091
Cadena CuPiSL	118.9580234
Cadena CuMSLd	133.826095
Cadena CuMSLd	136.1217626
Cadena CuMSL	137.8125085
Cadena CuMSL	143.8452598
Cadena CuPiSF	147.5146659

El grupo C que va de los 150 a los 200 ecopuntos cuenta solo con tres cadenas. Estas cadenas tienen en común la característica de que su método de beneficio es por flotación.

Tabla 1. 11 Resultados del Grupo C

CADENAS	150-200 ECOPOINTS
Cadena CuMSF	179.7648862
Cadena CuMUF	186.7353779
Cadena CuESF	192.0296329

El grupo D cuenta con un alto puntaje debido a las bajas leyes promedio de los yacimientos que son pórfidos cupríferos y carbonatitas que van de 0.5-0.8%. Otra característica en común se da en su método de beneficio, los cuales son lixiviación o lixiviación dinámica.

Tabla 1. 12 Resultados del Grupo D

CADENAS	200-300 ECOPOINTS
Cadena CuPUF	223.6054016
Cadena CuPUL	233.2079078
Cadena CuCULd	250.876842
Cadena CuCSL	257.3543794
Cadena CuCSLd	268.8894623
Cadena CuCUL	276.4610392

El grupo E es el que cuenta con el mayor puntaje. Se caracteriza por tener yacimientos de baja ley (pórfidos cupríferos y carbonatitas), a excepción de uno, su método de minado es de manera superficial, y su método de beneficio es por flotación.

Tabla 1. 13 Resultados del Grupo E

CADENAS	300-400 ECOPOINTS
Cadena CuPSF	301.1170759
Cadena CuPSL	324.3440902
Cadena CuCSF	330.5143794
Cadena CuCUF	332.549926

18. CONCLUSIÓN

La evaluación de las cadenas productivas del cobre se realizó mediante la aplicación de Análisis de Ciclo de Vida. Los resultados de cada cadena nos hacen generar una atención especial en aquellos productos o actividades que generan mayor emisión y de los cuales se puede realizar una investigación más detallada.

Los resultados obtenidos se agruparon en base a la cantidad de ecopoints obtenidos por cada cadena. En total agrupamos los resultados en cinco grupos. Grupo A, Grupo B, Grupo C, Grupo D y Grupo E con un total de 32 cadenas evaluadas.

El grupo A fue el grupo con menor puntaje (menos de 100 ecopoints) debido principalmente a que los yacimientos evaluados presentan una ley promedio alta en comparación a los de los otros grupos y en su mayoría son explotados de manera subterránea.

La cadena con mejor puntaje de este grupo, fue CuPiUF, siendo un yacimiento pirometasomático, con método de minado subterráneo y método de beneficio por flotación.

El grupo E fue el de mayor puntaje principalmente debido a que los yacimientos evaluados presentan leyes bajas, lo que motiva un gran movimiento másico.

La cadena con el peor puntaje fue CuCUF; ésta cadena se formó con un yacimiento de carbonatitas, método de minado subterráneo y método de beneficio por flotación.

Al comparar estos los grupos encontramos ciertos factores fundamentales para desarrollar cadenas productivas del cobre que consuman la menor cantidad posible de energía. Los yacimientos de alta ley, como lo son los vulcanogénicos, estratiformes y pirometasomáticos son los más óptimos desde el punto de vista ambiental, para la extracción del cobre. Otra sugerencia es que el método de minado sea subterráneo, debido a que al mover menos material estéril por kilogramo de mineral se consume menos energía en el proceso; y utilizar como método de beneficio la lixiviación al tener un porcentaje de recuperación más alto que el de flotación.

La mayoría de los yacimientos presentes en el territorio mexicano son pórfidos cupríferos, que presentan bajas leyes por lo que generan cadenas productivas con alto puntaje en Ecopoints con la metodología aplicada en el presente trabajo. Otro inconveniente es que estos yacimientos por lo general están muy cerca de la superficie y

se extraen de manera superficial generando un mayor movimiento de tierra y un mayor consumo energético.

Debido a lo anterior, siendo estrictos en la aplicación de los resultados, tales yacimientos no deberían explotarse, sin embargo esto sería impráctico, por lo que la recomendación sería que es necesario mejorar las tecnologías de los procesos de minado y extracción del metal, además de desarrollar e implementar estrategias para el cuidado de los medio ambientes más eficaces.

19. BIBLIOGRAFIA

- NOA agencia de publicidad y noticias. Minería a cielo abierto: El cianuro y la contaminación que provoca en napas de agua, la Rioja Argentina, 18/07/2016
- Lisardo Bello García, Roberto Rosal, Hermisio Sastre Andrés, Fernando C. Diez Sáenz. Los VOC y el medio ambiente. Ingeniería Química. ISSN 0210-2064, N. 3113, 1995, págs. 181-187.
- Rafael Castro Delgado, Pedro Ignacio Arcos González, Tatiana Cuartas Álvarez. Desastres e intoxicación por monóxido de carbono. Emergencias: Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias. ISSN 1137-6821, Vol. 23, No 4, 2011, págs. 335-336
- Antonio Moreno Jiménez, Rosa Cañada Torrecilla. Justicia ambiental y contaminación atmosférica por dióxido de azufre en Madrid. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, ISSN 0212-9426, No. 44, 2007, págs. 301-324.
- J. Cordonnier, L. Legenti, M. Rizet, R. Cabridenc, F. Carbonier. El plomo en el medio ambiente. IMU: Ingeniería municipal, ISSN 0213-795X, No. 215-2006, págs., 43-48.
- Jesús Blanco Álvarez, Pedro Ávila García. El control de emisiones de óxidos de nitrógeno Ingeniería Química, ISSN 0210-2064, No. 267, 1991, págs. 103-111
- James Russell. Aumentan las emisiones de dióxido de carbono. World Watch, ISSN 1136-8586, No 30, 2009, págs. 21
- Alma Deloya Martínez. Tratamiento de desechos del cianuro por biorremediación. Tecnología en Marcha, ISSN 0379-3962, ISSN-E 2215-3241, Vol. 25, No. 2, 2012, págs. 61-72.
- María Gallardo Gómez. Cianuro. MoleQla: revista de Ciencia de la Universidad Pablo de Olavide, ISSN-e 2173-0903, No. 2, 2011, págs. 33.
- Antonio Rafael Ruiz González. Ácido Sulfúrico. MoleQla: revista de Ciencia de la Universidad Pablo de Olavide, ISSN-e 2173-0903, No. 4, 2011, págs. 21-23.
- Nicole Martínez M. Tesis Lixiviación por Agitación. Págs. 2
- INEGI. Estadística de la industria minero metalúrgica, pag.1-2. 2016.

- AECO-AT para el Frente Nacional de Oposición a la Minería de Oro a Cielo Abierto, Costa Rica, que es la minería a cielo abierto, pag.1.
- yacimientos de cobre más importantes del mundo, Kemp House, London - United Kingdom, 2017
- JULIO LIRA SEGURA, 10 minas de cobre más grandes del mundo, 2016
- “El Sector Minero en México: Diagnóstico, Prospectiva y Estrategia”. ITAM, Centro de Estudios de Competitividad. Septiembre de 2004.
- Van der Heyden Damien y Camacho Patricia. “Guía Metodológica para el Análisis de Cadenas Productivas”. Editor Plataforma RURALTER, Segunda Edición. Quito, Ecuador. 200.

20. ANEXOS

TABLA 1 CADENA CuMUF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NO _x	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	9.8 4E-11	0	0	0	0.00 0134 32	0.00 0036 478	0.01 981 68	0.00 0036 294	4.92 E-07	0.00 0136 62	0.00 0018 584	0.00 525 702	0	0.00 0023 828
ACERO DESGASTE	4.0 9E-09	9.9 7E-09	7.6 11E-07	0.00 042 054	0.00 1057 8	3.19 E-07	0.37 422 9	0.00 3999	0.00 0004 773	0.00 1095 21	0.00 2048 52	0.01 563 49	1.88 727E-06	0.05 4344 591
ACERO BARRERACION	2.2 0E-10	5.3 6E-10	4.0 9E-08	2.22 E-05	6.28 E-05	1.71 E-08	2.08 E-02	2.47 E-04	2.72 E-07	6.22 E-05	1.10 E-04	7.72 E-04	1.39 E-07	3.28 E-03
NEUMATICOS	4.3 6E-13	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	4.52 E-05	5.61 E-11	3.83 E-02	4.73 E-06	2.54 E-07	1.60 E-04	2.21 E-05	1.74 E-03	3.86 E-05	1.20 E-03
EXPLOSIVOS	5.2 9E-03	0	0.0 0E+00	0	4.46 E-04	0	0.00 E+00	0.00 1893 8	0.00 E+00	0.00 0055 7	2.01 E-02	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.64 939E-06	4.06 546E-07	0.00 196 716	7.25 832E-07	3.06 675E-07	3.30 886E-06	0.03 6316 8	7.28 35E-06	7.16 248E-09	1.10 464E-07
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	4.3 0E-08	0	0.0 0E+00	0	7.70 E-07	1.01 49E-07	1.02 E-03	3.37 26E-07	7.18 E-06	9.29 53E-08	1.29 E-02	1.01 63E-05	3.96 E-09	3.65 85E-08
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	4.8 4E-06	0.0 0E+00	0.00 E+00	1.74 E-04	2.08 E-04	2.16 E-02	9.68 E-06	0.00 E+00	1.73 E-04	5.95 E-05	1.13 E-03	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccion de Energia	8.3 0E-08	0	2.0 8E-10	0	2.47 E-03	5.61 224E-05	1.73 E+00	0.00 0395 609	2.20 E-05	0.00 1341 433	8.53 E-05	8.24 864 708	7.91 E-06	0.03 7657 053
TOTAL	5.2 9E-03	4.8 5E-06	8.0 2E-07	4.43 E-04	4.39 E-03	3.01 E-04	2.21 E+00	6.59 E-03	3.53 E-05	3.03 E-03	7.16 E-02	8.27 E+00	4.85 E-05	9.65 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											Producción de energía (Kj)
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	
CuMUF	111.11	85.57	0.046	0.129	7.77E-03	9.01E-03	0.0557	0.5044	0	0.1355	0	1.76E-02	9828.79

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
5.29E-03	4.85E-06	8.02E-07	4.43E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
4.39E-03	3.01E-04	2.21E+00	6.59E-03	3.53E-05	3.03E-03	7.16E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
8.27E+00	4.85E-05	9.65E-02	1.10E+02	80	80

TABLA 2 Resultados de la cadena CuMUF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.01005139
residuos sólidos peligrosos	9.7069E-06
cianuro	4.0113E-07
VOC	9.0406E-05
Daño a los ecosistemas	118.485045
Residuos sólidos totales	47.3919012
cianuro	1.6045E-07
compuestos nitrogenados	0.00211665
eutrofización acuática	0.01015172
Nox	0.00087865
óxido nitroso	7.0591E-06
compuestos nitrogenados	0.00317498
eutrofización terrestre	23.7039878
polvo	0.01431698
residuos sólidos totales	47.3919012
Nox	0.0017573
Niebla de verano y oxidación.	0.05421605
polvo	0.02147547
VOC	0.00021095
afectación a la capa de ozono	0.17479824
SO2	0.00090844
CO	0.00065873
VOC	0.00018081
efecto invernadero	3.8732004
CO	0.00197618
CO2	1.54730398
acidificación del medio	0.02392723
Nox	0.00087865
SO2	0.00151407
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.4
% de recurso utilizado	40
TOTAL	186.7353779

TABLA 3 CADENA CuPiUF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	2.70E-11	0	0	0	3.68358E-05	1.00037E-05	0.00543454	9.95324E-06	1.35E-07	3.74666E-05	5.09646E-06	0.00144168	0	6.53457E-06
ACERO DESGASTE	1.11E-09	2.71E-09	2.065E-07	0.0001141	0.000287	8.65E-08	0.101535	0.001085	0.00001295	0.00029715	0.0005558	0.00424203	5.1205E-07	0.014744657
ACERO BARRENACION	5.94E-11	1.45E-10	1.11E-08	6.00E-06	1.70E-05	4.62E-09	5.61E-03	6.68E-05	7.35E-08	1.68E-05	2.96E-05	2.09E-04	3.75E-08	8.87E-04
NEUMATICOS	1.18E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.22E-05	1.52E-11	1.04E-02	1.28E-06	6.85E-08	4.33E-05	5.98E-06	4.70E-04	1.04E-05	3.23E-04
EXPLOSIVOS	1.43E-03	0	0.00E+00	0	1.20E-04	0	0.00E+00	0.00051204	0.00E+00	0.00001506	5.42E-03	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	4.45374E-07	1.09777E-07	0.00053118	1.95992E-07	8.28096E-08	8.93472E-07	0.0098064	1.9667E-06	1.93404E-09	2.98278E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	1.16E-08	0	0.00E+00	0	2.08E-07	2.74134E-08	2.75E-04	9.10974E-08	1.94E-06	2.51076E-08	3.48E-03	2.745E-06	1.07E-09	9.882E-09
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	1.31E-06	0.00E+00	0.00E+00	4.72E-05	5.63E-05	5.85E-03	2.62E-06	0.00E+00	4.69E-05	1.61E-05	3.06E-04	0.00E+00	0.00E+00
Produccion de Energia	2.24E-08	0	5.63E-11	0	6.67E-04	1.51532E-05	4.68E-01	0.000106815	5.94E-06	0.000362191	2.30E-05	2.22715712	2.13E-06	0.010167507
TOTAL	1.43E-03	1.31E-06	2.18E-07	1.20E-04	1.19E-03	8.17E-05	5.97E-01	1.78E-03	9.54E-06	8.20E-04	1.93E-02	2.23E+00	1.31E-05	2.61E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuPiUF	30	23.106	0.012615	0.035	2.10E-03	2.43E-03	0.01506	0.1362	0	0.0366	0	4.77E-03	2653.8

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.43E-03	1.31E-06	2.18E-07	1.20E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.19E-03	8.17E-05	5.97E-01	1.78E-03	9.54E-06	8.20E-04	1.93E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material esteril (rocas).	area afectad	% de recurso utilizado
2.23E+00	1.31E-05	2.61E-02	2.90E+01	80	80

TABLA 4 Resultados de la cadena CuPiUF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00272498
residuos sólidos peligrosos	2.6216E-06
cianuro	1.0881E-07
VOC	2.4519E-05
Daño a los ecosistemas	31.2614036
Residuos sólidos totales	12.5039891
cianuro	4.3525E-08
compuestos nitrogenados	0.00057229
eutrofización acuática	0.00274513
Nox	0.0002377
óxido nitroso	1.9078E-06
compuestos nitrogenados	0.00085844
eutrofización terrestre	6.25416633
polvo	0.00386813
residuos sólidos totales	12.5039891
Nox	0.00047541
Niebla de verano y oxidación.	0.01464851
polvo	0.00580219
VOC	5.7212E-05
afectación a la capa de ozono	0.04734703
SO2	0.00024595
CO	0.00017848
VOC	4.9039E-05
efecto invernadero	1.04683801
CO	0.00053543
CO2	0.41819977
acidificación del medio	0.00647626
Nox	0.0002377
SO2	0.00040992
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.4
% de recurso utilizado	40
TOTAL	79.03634989

TABLA 5 CADENA CuEUF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	3.2 4E-11	0	0	0	4.42 03E-05	1.20 044E-05	0.00 6521 45	1.19 439E-05	1.62 E-07	4.49 599E-05	6.11 575E-06	0.00 1730 02	0	7.84 148E-06
ACERO DESGAST E	1.3 3E-09	3.2 5E-09	2.47 8E-07	0.00 0136 92	0.00 0344 4	1.04 E-07	0.12 1842	0.00 1302	0.00 0001 554	0.00 0356 58	0.00 0666 96	0.00 5090 43	6.14 46E-07	0.01 7693 588
ACERO BARREN ACION	7.1 3E-11	1.7 4E-10	1.33 E-08	7.20 E-06	2.04 E-05	5.54 E-09	6.73 E-03	8.01 E-05	8.82 E-08	2.02 E-05	3.55 E-05	2.50 E-04	4.50 E-08	1.06 E-03
NEUMATI COS	1.4 1E-13	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	1.47 E-05	1.82 E-11	1.24 E-02	1.53 E-06	8.22 E-08	5.20 E-05	7.18 E-06	5.64 E-04	1.25 E-05	3.88 E-04
EXPLOSI VOS	1.7 1E-03	0	0.00 E+00	0	1.44 E-04	0	0.00 E+00	0.00 0612	0.00 E+00	0.00 0018	6.48 E-03	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	5.34 318E-07	1.31 7E-07	0.00 0637 26	2.35 133E-07	9.93 472E-08	1.07 19E-06	0.01 1764 8	2.35 95E-06	2.32 028E-09	3.57 846E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	1.3 9E-08	0	0.00 E+00	0	2.50 E-07	3.29 56E-08	3.30 E-04	1.09 516E-07	2.33 E-06	3.01 84E-08	4.18 E-03	0.00 0003 3	1.28 E-09	1.18 8E-08
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	1.5 8E-06	0.00 E+00	0.00 E+00	5.67 E-05	6.77 E-05	7.02 E-03	3.15 E-06	0.00 E+00	5.64 E-05	1.94 E-05	3.68 E-04	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccion de Energia	2.6 9E-08	0	6.75 E-11	0	8.01 E-04	1.81 838E-05	5.61 E-01	0.00 0128 179	7.13 E-06	0.00 0434 629	2.76 E-05	2.67 2588 54	2.56 E-06	2201 008
TOTAL	1.7 1E-03	1.5 8E-06	2.61 E-07	1.44 E-04	1.43 E-03	9.82 E-05	7.17 E-01	2.14 E-03	1.15 E-05	9.84 E-04	2.32 E-02	2.68 E+00 0	1.57 E-05	3.14 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuEUF	30	27.72	0.015138	0.042	2.52E-03	2.92E-03	0.018	0.1634	0	0.044	0	5.73E-03	3184.56

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.71E-03	1.58E-06	2.61E-07	1.44E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.43E-03	9.82E-05	7.17E-01	2.14E-03	1.15E-05	9.84E-04	2.32E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.68E+00	1.57E-05	3.14E-02	3.50E+01	80	80

TABLA 6 Resultados de la cadena CuEUF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00327217
residuos sólidos peligrosos	3.1459E-06
cianuro	1.3057E-07
VOC	2.9445E-05
Daño a los ecosistemas	37.7136779
Residuos sólidos totales	15.0847871
cianuro	5.223E-08
compuestos nitrogenados	0.00068402
eutrofización acuática	0.00328364
Nox	0.00028514
óxido nitroso	2.2902E-06
compuestos nitrogenados	0.00102603
eutrofización terrestre	7.54499745
polvo	0.00463752
residuos sólidos totales	15.0847871
Nox	0.00057028
niebla de verano y oxidación.	0.01756246
polvo	0.00695628
VOC	6.8706E-05
afectación a la capa de ozono	0.05679599
SO2	0.00029514
CO	0.00021393
VOC	5.889E-05
efecto invernadero	1.25621743
CO	0.00064179
CO2	0.50184519
acidificación del medio	0.00777041
Nox	0.00028514
SO2	0.0004919
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.4
% de recurso utilizado	40
TOTAL	87.00357747

TABLA 7 CADENA CuCSLd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	3.45E-10	0	0	0	0.000470996	0.000127911	0.06948804	0.000127266	1.73E-06	0.000479061	6.51652E-05	0.01843385	0	8.35534E-05
ACERO DESGASTE	6.39E-09	1.56E-08	1.18885E-06	0.00065689	0.0016523	4.98E-07	0.5845515	0.0062465	7.45E-06	0.001710735	0.00319982	0.02442195	2.94795E-06	0.084887094
ACERO BARRERACION	1.96E-10	4.77E-10	3.65E-08	1.98E-05	5.59E-05	1.52E-08	1.85E-02	2.20E-04	2.42E-07	5.54E-05	9.76E-05	6.87E-04	1.24E-07	2.92E-03
NEUMATICOS	8.52E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.84E-06	1.10E-11	7.49E-03	9.25E-07	4.95E-08	3.13E-05	4.33E-06	3.40E-04	7.54E-06	2.34E-04
EXPLOSIVOS	7.07E-03	0	0.00E+00	0	5.95E-04	0	0.00E+00	0.0025296	0.00E+00	0.0000744	2.68E-02	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.4388E-06	3.5464E-07	0.001716	6.3316E-07	2.67E-07	2.8864E-06	0.03168	6.3536E-06	6.248E-09	9.636E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Producción de Energía	9.01E-08	0	2.26E-10	0	2.68E-03	6.09799E-05	1.88E+00	0.00042985	2.39E-05	0.001457538	9.27E-05	8.96259117	8.59E-06	0.040916379
TOTAL	7.07E-03	1.61E-08	1.23E-06	6.77E-04	5.47E-03	1.90E-04	2.56E+00	9.55E-03	3.37E-05	3.81E-03	6.19E-02	9.01E+00	1.92E-05	1.29E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuCSLd	173	28.65	0.1613	0.2015	6.92E-03	1.76E-03	0.0744	0.44	0	0	0.0363	0.00E+00	10679.5

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
7.07E-03	1.61E-08	1.23E-06	6.77E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
5.47E-03	1.90E-04	2.56E+00	9.55E-03	3.37E-05	3.81E-03	6.19E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	area afectad	% de recurso utilizado
9.01E+00	1.92E-05	1.29E-01	1.72E+02	90	100

TABLA 8 Resultados de la cadena CuCSLd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00613818
residuos sólidos peligrosos	3.8415E-06
cianuro	6.1277E-07
VOC	5.6928E-05
Daño a los ecosistemas	181.142613
Residuos sólidos totales	72.4542176
cianuro	2.4511E-07
compuestos nitrogenados	0.00282724
eutrofización acuática	0.01335368
Nox	0.00109388
óxido nitroso	6.7325E-06
compuestos nitrogenados	0.00424086
eutrofización terrestre	36.2343951
polvo	0.01238472
residuos sólidos totales	72.4542176
Nox	0.00218776
Niebla de verano y oxidación.	0.04677476
polvo	0.01857707
VOC	0.00013283
afectación a la capa de ozono	0.22127503
SO2	0.00114341
CO	0.00095548
VOC	0.00011386
efecto invernadero	4.49491714
CO	0.00286645
CO2	1.79510041
acidificación del medio	0.02999568
Nox	0.00109388
SO2	0.00190569
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.5
% de recurso utilizado	50
TOTAL	267.6894623

TABLA 9 CADENA CuPSF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	4.0 2E-10	0	0	0	0.00 0548 96	0.00 0149 084	0.0 809 904	0.00 0148 332	2.01 E-06	0.00 0558 36	0.00 0075 952	0.02 148 52	0	0.00 0097 384
ACERO DESGAS TE	7.4 6E-09	1.8 2E-08	1.38 827E-06	0.00 076 708	0.00 1929 46	5.81 E-07	0.6 826 053	0.00 7294 3	8.70 61E-06	0.00 1997 697	0.00 3736 564	0.02 851 854	3.44 244E-06	0.09 9126 219
ACERO BARREN ACION	2.2 9E-10	5.5 8E-10	4.26 E-08	2.31 E-05	6.53 E-05	1.78 E-08	2.1 6E-02	2.57 E-04	2.83 E-07	6.47 E-05	1.14 E-04	8.03 E-04	1.44 E-07	3.41 E-03
NEUMAT ICOS	9.9 7E-14	0.0 0E+00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	1.03 E-05	1.28 E-11	8.7 7E-03	1.08 E-06	5.80 E-08	3.67 E-05	5.06 E-06	3.98 E-04	8.82 E-06	2.74 E-04
EXPLOSI VOS	8.1 7E-03	0	0.00 E+0 0	0	6.88 E-04	0	0.0 0E+00	0.00 2924	0.00 E+0 0	0.00 0086	3.10 E-02	0	0.00 E+0 0	0
CAL	0	0	0	0	2.99 859E-06	7.39 102E-07	0.0 035 763	1.31 956E-06	5.57 536E-07	6.01 552E-06	0.06 6024	1.32 41E-05	1.30 214E-08	2.00 823E-07
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	7.8 1E-08	0	0.00 E+0 0	0	1.40 E-06	1.84 554E-07	1.8 5E-03	6.13 29E-07	1.31 E-05	1.69 03E-07	2.34 E-02	0.00 001 848	7.19 E-09	6.65 28E-08
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	8.8 0E-06	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	3.17 E-04	3.78 E-04	3.9 2E-02	1.76 E-05	0.00 E+0 0	3.15 E-04	1.08 E-04	2.05 E-03	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0
Producció n de Energía	1.0 9E-07	0	2.73 E-10	0	3.24 E-03	7.35 655E-05	2.2 7E+00	0.00 0518 566	2.89 E-05	0.00 1758 358	1.12 E-04	10.8 123 703	1.04 E-05	0.04 9361 065
TOTAL	8.1 7E-03	8.8 2E-06	1.43 E-06	7.90 E-04	6.80 E-03	6.02 E-04	3.1 1E+00	1.12 E-02	5.35 E-05	4.82 E-03	1.25 E-01	1.09 E+0 1	2.28 E-05	1.52 E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Producción de energía (Kj)
CuPSF	202.22	154.66	0.188	0.2353	8.08E-03	2.06E-03	0.086	0.917	0	0.2464	0	3.20E-02	12883.63

AGUA		
solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
8.82E-06	1.43E-06	7.90E-04

ATMOSFERA					
VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
6.02E-04	3.11E+00	1.12E-02	5.35E-05	4.82E-03	1.25E-01

SUELO				
Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.28E-05	1.52E-01	2.01E+02	80	100

TABLA 10 Resultados de la cadena CuPSF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.0185931
residuos sólidos peligrosos	4.559E-06
cianuro	7.1556E-07
VOC	0.00018066
Daño a los ecosistemas	212.246126
Residuos sólidos totales	84.8951821
cianuro	2.8622E-07
compuestos nitrogenados	0.00326808
eutrofización acuática	0.01568309
Nox	0.00136041
óxido nitroso	1.0707E-05
compuestos nitrogenados	0.00490212
eutrofización terrestre	42.4614058
polvo	0.0249087
residuos sólidos totales	84.8951821
Nox	0.00272082
Niebla de verano y oxidación.	0.09446145
polvo	0.03736305
VOC	0.00042153
afectación a la capa de ozono	0.29244478
SO2	0.00144686
CO	0.00111628
VOC	0.00036131
efecto invernadero	5.45064292
CO	0.00334883
CO2	2.17690834
acidificación del medio	0.03771844
Nox	0.00136041
SO2	0.00241143
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Area afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.5
% de recurso utilizado	50
TOTAL	301.1170759

TABLA 11 CADENA CuPSLd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	4.26E-10	0	0	0	0.00058108	0.000157807	0.0857292	0.000157011	2.13E-06	0.00059103	0.000080396	0.02274232	0	0.000103082
ACERO DESGASTE	7.89E-09	1.92E-08	1.4691E-06	0.00081174	0.0020418	6.15E-07	0.722349	0.000719	0.0000092	0.00211401	0.00095412	0.03017899	3.64287E-06	0.104897699
ACERO BARRANCION	4.22E-10	1.03E-09	7.85E-08	4.26E-05	1.20E-04	3.28E-08	3.98E-02	4.74E-04	5.22E-07	1.19E-04	2.10E-04	1.48E-03	2.66E-07	6.29E-03
NEUMATICOS	1.06E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-05	1.36E-11	9.28E-03	1.15E-06	6.13E-08	3.88E-05	5.36E-06	4.21E-04	9.34E-06	2.90E-04
EXPLOSIVOS	8.73E-03	0	0.00E+00	0	7.35E-04	0	0.00E+00	0.0031246	0.00E+00	0.0000919	3.31E-02	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.7658E-06	4.3524E-07	0.002106	7.7706E-07	3.2832E-07	3.5424E-06	0.03888	7.7976E-06	7.668E-09	1.1826E-07
H2SO4	0	0	0	0	0.000008996	6.0204E-06	0.08131	0.000028026	2.63998E-06	0.0172308	4.7402E-06	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Producción de Energía	1.04E-07	0	2.61E-10	0	3.09E-03	7.0255E-05	2.17E+00	0.000495236	2.76E-05	0.00167925	1.07E-04	10.3259255	9.90E-06	0.047140328
TOTAL	8.73E-03	2.03E-08	1.55E-06	8.54E-04	6.59E-03	2.35E-04	3.11E+00	1.20E-02	4.25E-05	2.19E-02	7.63E-02	1.04E+01	2.32E-05	1.59E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL/MOVIDO PAR PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Producción de energía (Kj)
CuPSL d	213.9	240 .76	0.19 9	0.24 9	1.49E -02	2.18 E-03	0.09 19	0.54	3.46	0	0.49	0.00 E+00	12304

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
8.73E-03	2.03E-08	1.55E-06	8.54E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
6.58E-03	2.29E-04	3.03E+00	1.20E-02	3.98E-05	4.64E-03	7.63E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.04E+0 1	2.32E-05	1.59E-01	2.13E+02	100	100

TABLA 12 Resultados de la cadena CuPSLd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00741481
residuos sólidos peligrosos	4.6304E-06
cianuro	7.7394E-07
VOC	6.8744E-05
Daño a los ecosistemas	223.448235
Residuos sólidos totales	89.3758015
cianuro	3.0958E-07
compuestos nitrogenados	0.00349225
eutrofización acuática	0.01640797
Nox	0.00131686
óxido nitroso	7.9629E-06
compuestos nitrogenados	0.00523837
eutrofización terrestre	44.6968497
polvo	0.01526415
residuos sólidos totales	89.3758015
Nox	0.00263371
niebla de verano y oxidación.	0.05764158
polvo	0.02289623
VOC	0.0001604
afectación a la capa de ozono	0.27260108
SO2	0.00139136
CO	0.00119716
VOC	0.00013749
efecto invernadero	5.30858182
CO	0.00359148
CO2	2.11984125
acidificación del medio	0.03635797
Nox	0.00131686
SO2	0.00231894
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	50
Área afectada	50
Recursos naturales utilizados	0.5
% de recurso utilizado	50
TOTAL	324.3440902

TABLA 13 CADENA CuPULd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.32 E-10	0	0	0	0.00 0180 456	4.900 74E-05	0.02 6623 44	4.87 602 E-05	6.61E -07	0.0 001 835 46	2.496 72E-05	0.0 070 626 9	0	3.20 124 E-05
ACERO DESGASTE	5.43 E-09	1.32 E-08	1.01 008 E-06	0.0 005 581 1	0.00 1403 84	4.23E -07	0.49 6651 2	0.00 5307 2	6.334 4E-06	0.0 014 534 88	0.002 71865 6	0.0 207 495 7	2.50 466 E-06	0.07 2122 434
ACERO BARRERACION	2.89 E-10	7.04 E-10	5.38 E-08	2.9 1E-05	8.24 E-05	2.24E -08	2.72 E-02	3.24 E-04	3.57E -07	8.1 7E-05	1.44E -04	1.0 1E-03	1.82 E-07	4.31 E-03
NEUMATICOS	5.76 E-13	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.0 0E +00	5.97 E-05	7.41E -11	5.06 E-02	6.25 E-06	3.35E -07	2.1 2E-04	2.93E -05	2.3 0E-03	5.10 E-05	1.58 E-03
EXPLOSIVOS	7.01 E-03	0	0.00 E+0 0	0	5.90 E-04	0	0.00 E+0 0	0.00 2509 2	0.00E +00	0.0 000 738	2.66E -02	0	0.00 E+0 0	0
CAL	0	0	0	0	1.20 99E-07	2.982 2E-08	0.00 0144 3	5.32 43E-08	2.249 6E-08	2.4 272 E-07	0.002 664	5.3 428 E-07	5.25 4E-10	8.10 3E-09
H2SO4	0	0	0	0	0.00 0006 188	4.141 2E-06	0.05 593	0.00 0019 278	1.815 94E-06	0.0 118 524	3.260 6E-06	0	0	0
NaOH	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00E +00	0	0.00E +00	0	0.00 E+0 0	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	0.00E +00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00E +00	0.0 0E +00	0.00E +00	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0
Producción de Energía	1.02 E-07	0	2.56 E-10	0	3.04 E-03	6.907 96E-05	2.13 E+0 0	0.00 0486 945	2.71E -05	0.0 016 511 35	1.05E -04	10. 153 043 5	9.73 E-06	0.04 6351 079
TOTAL	7.01 E-03	1.39 E-08	1.06 E-06	5.8 7E-04	5.36 E-03	1.23E -04	2.79 E+0 0	8.70 E-03	3.66E -05	1.5 5E-02	3.23E -02	1.0 2E +01	6.34 E-05	1.24 E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG. DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Producción de energía (Kj)
CuPUL d	147.05	16 6.1 9	0.061 8	0.171 2	1.02E -02	1.19E -02	0.073 8	0.03 7	2.3 8	0 0	0.03 3	0.00E+0 0	1209 8

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
7.01E-03	1.39E-08	1.06E-06	5.87E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
5.36E-03	1.19E-04	2.73E+00	8.68E-03	3.48E-05	3.66E-03	3.23E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.02E+0 1	6.34E-05	1.24E-01	1.46E+02	80	100

TABLA 14 Resultados de la cadena CuPULd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00487783
residuos sólidos peligrosos	1.2678E-05
cianuro	5.3205E-07
VOC	3.5569E-05
Daño a los ecosistemas	156.36564
Residuos sólidos totales	62.5434513
cianuro	2.1282E-07
compuestos nitrogenados	0.00280444
eutrofización acuática	0.01321321
Nox	0.00107166
óxido nitroso	6.9619E-06
compuestos nitrogenados	0.00420666
eutrofización terrestre	31.2760227
polvo	0.00645074
residuos sólidos totales	62.5434513
Nox	0.00214331
Niebla de verano y oxidación.	0.02439776
polvo	0.00967611
VOC	8.2994E-05
afectación a la capa de ozono	0.20361273
SO2	0.00109671
CO	0.00086828
VOC	7.1137E-05
efecto invernadero	4.79114868
CO	0.00260483
CO2	1.91385464
acidificación del medio	0.02899512
Nox	0.00107166
SO2	0.00182785
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.5
% de recurso utilizado	50
TOTAL	233.2079078

TABLA 15 CADENA CuPUF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.24 E-10	0	0	0	0.00 0169 36	0.000 0459 94	0.02 498 64	0.000 04576 2	6.21E -07	0.000 1722 6	0.000 02343 2	0.00 6628 41	0	0.000 0300 44
ACERO DESGASTE	5.10 E-09	1.2 4E-08	9.4 99E -07	0.00 0524 86	0.00 1320 2	3.98 E-07	0.46 706 1	0.004 991	0.000 00595 7	0.001 3668 9	0.002 55668	0.01 9513 32	2.355 43E-06	0.067 8254 2
ACERO BARRANCA	2.75 E-10	6.7 1E-10	5.1 2E-08	2.78 E-05	7.85 E-05	2.14 E-08	2.60 E-02	3.09E -04	3.40E -07	7.79E -05	1.37E -04	9.65 E-04	1.74E -07	4.11E -03
NEUMATICOS	5.32 E-13	0.0 0E +00	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	5.52 E-05	6.85 E-11	4.68 E-02	5.78E -06	3.10E -07	1.96E -04	2.70E -05	2.13 E-03	4.71E -05	1.46E -03
EXPLOSIVOS	6.56 E-03	0	0.0 0E +00	0	5.52 E-04	0	0.00 E+0 0	0.002 346	0.00E +00	0.000 069	2.48E -02	0	0.00E +00	0
CAL	0	0	0	0	2.06 01E-06	5.077 8E-07	0.00 245 7	9.065 7E-07	3.830 4E-07	4.132 8E-06	0.045 36	9.09 72E-06	8.946 E-09	1.379 7E-07
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	5.36 E-08	0	0.0 0E +00	0	9.60 E-07	1.265 81E-07	1.27 E-03	4.206 41E-07	8.96E -06	1.159 34E-07	1.61E -02	1.26 75E-05	4.93E -09	4.563 E-08
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00 E+0 0	6.0 5E-06	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	2.18 E-04	2.60 E-04	2.70 E-02	1.21E -05	0.00E +00	2.16E -04	7.44E -05	1.41 E-03	0.00E +00	0.00E +00
Produccion de Energia	1.04 E-07	0	2.6 0E-10	0	3.09 E-03	7.014 92E-05	2.17 E+0 0	0.000 49448 4	2.75E -05	0.001 6767	1.07E -04	10.3 1024 87	9.88E -06	0.047 0687 59
TOTAL	6.56 E-03	6.0 6E-06	1.0 0E-06	5.53 E-04	5.48 E-03	3.77 E-04	2.76 E+0 0	8.21E -03	4.41E -05	3.78E -03	8.92E -02	1.03 E+01	5.95E -05	1.20E -01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Producción de energía (Kj)
CuPUF	138.88	106.96	0.058	0.161	9.72E-03	1.10E-02	0.069	0.63	0	0.169	0	2.20E-02	12285.32

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
6.56E-03	6.06E-06	1.00E-06	5.53E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
0.005484544	0.000377083	2.761313368	0.008205549	4.40865E-05	0.003779214	0.0891802

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.03E+01	5.95E-05	1.20E-01	1.38E+02	80	80

TABLA 16 Resultados de la cadena CuPUF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.01255334
residuos sólidos peligrosos	1.1908E-05
cianuro	5.0069E-07
VOC	0.00011312
Daño a los ecosistemas	148.348023
Residuos sólidos totales	59.336587
cianuro	2.0028E-07
compuestos nitrogenados	0.00262207
eutrofización acuática	0.01259706
Nox	0.00109691
óxido nitroso	8.8173E-06
compuestos nitrogenados	0.0039331
eutrofización terrestre	29.6783084
polvo	0.01783604
residuos sólidos totales	59.336587
Nox	0.00219382
Niebla de verano y oxidación.	0.06754504
polvo	0.02675406
VOC	0.00026396
afectación a la capa de ozono	0.21805688
SO2	0.00113376
CO	0.00082055
VOC	0.00022625
efecto invernadero	4.83845256
CO	0.00246166
CO2	1.93291936
acidificación del medio	0.02986516
Nox	0.00109691
SO2	0.00188961
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.4
% de recurso utilizado	40
TOTAL	223.6054016

TABLA 17 CADENA CuMSL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.48E-09	0	0	0	0.0020148	0.00054717	0.297252	0.00054441	7.38E-06	0.0020493	0.00027876	0.07885527	0	0.00035742
ACERO DESGASTE	2.73E-09	6.65E-09	5.074E-07	0.00028036	0.0007052	2.12E-07	0.249486	0.002666	0.000003182	0.00073014	0.00136568	0.01042326	1.25818E-06	0.036229727
ACERO BARRERACION	8.49E-11	2.07E-10	1.58E-08	8.57E-06	2.42E-05	6.60E-09	8.01E-03	9.54E-05	1.05E-07	2.40E-05	4.23E-05	2.98E-04	5.36E-08	1.27E-03
NEUMATICOS	3.65E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.79E-06	4.70E-12	3.21E-03	3.97E-07	2.12E-08	1.34E-05	1.86E-06	1.46E-04	3.23E-06	1.00E-04
EXPLOSIVOS	3.02E-03	0	0.00E+00	0	2.54E-04	0	0.00E+00	0.0010812	0.00E+00	0.0000318	1.14E-02	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	6.15087E-07	1.51609E-07	0.00073359	2.70676E-07	1.14365E-07	1.23394E-06	0.0135432	2.7162E-06	2.67102E-09	4.11939E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Producción de energía	3.60E-08	0	9.03E-11	0	1.07E-03	2.43283E-05	7.51E-01	0.000171491	9.54E-06	0.000581494	3.70E-05	3.57567902	3.43E-06	0.016323833
TOTAL	3.02E-03	6.85E-09	6.85E-09	2.89E-04	4.07E-03	5.72E-04	1.31E+00	4.56E-03	2.03E-05	3.43E-03	2.67E-02	3.67E+00	7.98E-06	5.43E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Producción de energía (Kj)
CuMS L	74.0 7	83.3 7	0.6 9	0.08 6	3.00E -03	7.55E -04	0.031 8	0.188 1	1.99 9	0	0.0170 3	0	4260.6 5

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
6.85E-09	6.85E-09	6.85E-09	2.89E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
4.07E-03	5.72E-04	1.31E+00	4.56E-03	2.03E-05	3.43E-03	2.67E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
3.67E+0 0	7.98E-06	5.43E-02	7.41E+01	95	90

TABLA 18 Resultados de la cadena CuMSL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.01731593
residuos sólidos peligrosos	1.5952E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	0.00017156
Daño a los ecosistemas	77.7896907
Residuos sólidos totales	31.1158763
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	2.7419E-09
eutrofización acuática	0.00204725
Nox	0.00081483
óxido nitroso	4.0699E-06
compuestos nitrogenados	4.1129E-09
eutrofización terrestre	15.5614246
polvo	0.00534336
residuos sólidos totales	31.1158763
Nox	0.00162965
Niebla de verano y oxidación.	0.02103835
polvo	0.00801503
VOC	0.00040031
afectación a la capa de ozono	0.18284687
SO2	0.00102943
CO	0.00045592
VOC	0.00034312
efecto invernadero	2.29559058
CO	0.00136775
CO2	0.91686848
acidificación del medio	0.02530543
Nox	0.00081483
SO2	0.00171572
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	47.5
Área afectada	47.5
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	143.8452598

TABLA 19 CADENA CuMUL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.5 8E-10	0	0	0	0.00 0215 496	5.85 234E -05	0.03 179 304	5.82 282E -05	7.90 E-07	0.00 0219 186	2.98 152E -05	0.00 843 409	0	3.82 284E -05
ACERO DESGAS TE	2.7 3E-09	6.6 6E-09	5.08 58E -07	0.00 028 101	0.00 0706 84	2.13 E-07	0.25 006 62	0.00 2672 2	3.18 94E-06	0.00 0731 838	0.00 1368 856	0.01 044 75	1.26 111E -06	0.03 6313 983
ACERO BARREN ACION	1.4 7E-10	3.5 7E-10	2.73 E-08	1.48 E-05	4.19 E-05	1.14 E-08	1.38 E-02	1.65 E-04	1.81 E-07	4.15 E-05	7.30 E-05	5.14 E-04	9.25 E-08	2.19 E-03
NEUMAT ICOS	2.9 0E-13	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	3.01 E-05	3.74 E-11	2.55 E-02	3.15 E-06	1.69 E-07	1.07 E-04	1.47 E-05	1.16 E-03	2.57 E-05	7.97 E-04
EXPLOSI VOS	3.5 2E-03	0	0.00 E+00	0	2.97 E-04	0	0.00 E+00	0.00 1261 4	0.00 E+00	0.00 0037 1	1.34 E-02	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	6.15 087E -07	1.51 609E -07	0.00 073 359	2.70 676E -07	1.14 365E -07	1.23 394E -06	0.01 3543 2	2.71 62E-06	2.67 102E -09	4.11 939E -08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00
Producció n de energía	4.9 2E-08	0	1.24 E-10	0	1.47 E-03	3.33 196E -05	1.03 E+00	0.00 0234 871	1.31 E-05	0.00 0796 402	5.07 E-05	4.89 717 761	4.69 E-06	0.02 2356 791
TOTAL	3.5 2E-03	7.0 2E-09	6.85 E-09	2.96 E-04	2.76 E-03	9.22 E-05	1.35 E+00	4.39 E-03	1.75 E-05	1.93 E-03	2.84 E-02	4.92 E+00	3.17 E-05	6.17 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Producción de energía (Kj)
CuMU L	74.0 7	83.7 1	0.073 8	0.086 2	5.18E-03	6.00E-03	0.037 1	0.188 1	1.99 9	0	0.01 7	0.00E+0 0	5835. 3

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
3.52E-03	7.02E-09	6.85E-09	2.96E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
2.76E-03	9.22E-05	1.35E+00	4.39E-03	1.75E-05	1.93E-03	2.84E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
4.92E+0 0	3.17E-05	6.17E-02	7.41E+01	80	85

TABLA 20 Resultados de la cadena CuMUL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00340189
residuos sólidos peligrosos	6.3498E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	2.7666E-05
Daño a los ecosistemas	79.0529868
Residuos sólidos totales	31.6197849
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00140982
eutrofización acuática	0.00667492
Nox	0.00055173
óxido nitroso	3.5029E-06
compuestos nitrogenados	0.00211473
eutrofización terrestre	15.8132878
polvo	0.00568726
residuos sólidos totales	31.6197849
Nox	0.00110346
Niebla de verano y oxidación.	0.02148861
polvo	0.00853089
VOC	6.4553E-05
afectación a la capa de ozono	0.10750278
SO2	0.00058021
CO	0.00043948
VOC	5.5331E-05
efecto invernadero	2.36697823
CO	0.00131845
CO2	0.94547284
acidificación del medio	0.01518752
Nox	0.00055173
SO2	0.00096702
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Area afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.425
% de recurso utilizado	42.5
TOTAL	137.8125085

TABLA 21 CADENA CuMSF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	2.05 E-10	0	0	0	0.000279152	7.58108E-05	0.04118448	7.54284E-05	1.02E-06	0.000283932	3.86224E-05	0.01092545	0	4.95208E-05
ACERO DESGASTE	3.78 E-09	9.23 E-09	7.0446E-07	0.00038924	0.0097908	2.95E-07	0.3463794	0.0037014	4.4178E-06	0.001013706	0.001896072	0.01447137	1.74682E-06	0.050300342
ACERO BARRERACION	1.16 E-10	2.83 E-10	2.16E-08	1.17E-05	3.31E-05	9.02E-09	1.10E-02	1.30E-04	1.44E-07	3.28E-05	5.78E-05	4.07E-04	7.32E-08	1.73E-03
NEUMATICOS	5.03 E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.22E-06	6.48E-12	4.43E-03	5.46E-07	2.93E-08	1.85E-05	2.56E-06	2.01E-04	4.45E-06	1.38E-04
EXPLOSIVOS	4.19 E-03	0	0.00E+00	0	3.53E-04	0	0.00E+00	0.0014994	0.00E+00	0.0000441	1.59E-02	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.52251E-06	3.75274E-07	0.00181584	6.69998E-07	2.83085E-07	3.05434E-06	0.0335232	6.7233E-06	6.61152E-09	1.01966E-07
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	3.97 E-08	0	0.00E+00	0	7.11E-07	9.36999E-08	9.38E-04	3.11374E-07	6.63E-06	8.58186E-08	1.19E-02	9.3825E-06	3.65E-09	3.3777E-08
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	4.48E-06	0.00E+00	0.00E+00	1.61E-04	1.93E-04	2.00E-02	8.97E-06	0.00E+00	1.60E-04	5.51E-05	1.05E-03	0.00E+00	0.00E+00
Producción de Energía	4.92 E-08	0	1.24E-10	0	1.47E-03	3.33196E-05	1.03E+00	0.000234871	1.31E-05	0.000796402	5.07E-05	4.89717761	4.69E-06	0.022356791
TOTAL	4.19 E-03	4.49 E-06	6.85E-09	4.01 E-04	3.28E-03	3.02E-04	1.45E+00	5.65E-03	2.56E-05	2.35E-03	6.34E-02	4.92E+00	1.10E-05	7.46E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)												
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)	
CuMSF	102.564	78.522	0.0956	0.1194	4.10E-03	1.04E-03	0.0441	0.4656	0	0.1251	0	1.63E-02	5835.3	

AGUA				
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión		cianuro	ácido sulfúrico
4.19E-03	4.49E-06		6.85E-09	4.01E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
3.28E-03	3.02E-04	1.45E+00	5.65E-03	2.56E-05	2.35E-03	6.34E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
4.92E+00	1.10E-05	7.46E-02	1.03E+02	95	80

TABLA 22 Resultados de la cadena CuMSF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00929358
residuos sólidos peligrosos	2.1958E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	9.0737E-05
Daño a los ecosistemas	107.567023
Residuos sólidos totales	43.0251332
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00167584
eutrofización acuática	0.00793715
Nox	0.00065598
óxido nitroso	5.1196E-06
compuestos nitrogenados	0.00251376
eutrofización terrestre	21.5195611
polvo	0.0126769
residuos sólidos totales	43.0251332
Nox	0.00131197
Niebla de verano y oxidación.	0.04806768
polvo	0.01901535
VOC	0.00021172
afectación a la capa de ozono	0.14525772
SO2	0.00070591
CO	0.0005652
VOC	0.00018147
efecto invernadero	2.54942145
CO	0.00169559
CO2	1.01807299
acidificación del medio	0.01832495
Nox	0.00065598
SO2	0.00117651
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	47.5
Área afectada	47.5
Recursos naturales utilizados	0.4
% de recurso utilizado	40
TOTAL	179.7648862

TABLA 23 CADENA CuMSLd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.4 0E-10	0	0	0	0.00 0190 968	5.18 622E -05	0.02 817 432	5.16 006E -05	7.00 E-07	0.00 0194 238	2.64 216E -05	0.00 747 411	0	3.38 772E -05
ACERO DESGAS TE	3.0 3E-09	7.3 9E-09	5.64 04E -07	0.00 031 166	0.00 0783 92	2.36 E-07	0.27 733 56	0.00 2963 6	3.53 72E- 06	0.00 0811 644	0.00 1518 128	0.01 158 679	1.39 863E -06	0.04 0273 976
ACERO BARREN ACION	7.9 2E-11	1.9 3E-10	1.48 E- 08	8.00 E-06	2.26 E-05	6.16 E-09	7.48 E-03	8.90 E-05	9.80 E-08	2.24 E-05	3.95 E-05	2.78 E-04	5.00 E-08	1.18 E-03
NEUMAT ICOS	3.4 4E-14	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	3.56 E-06	4.42 E-12	3.02 E-03	3.73 E-07	2.00 E-08	1.26 E-05	1.75 E-06	1.37 E-04	3.04 E-06	9.44 E-05
EXPLOSI VOS	2.8 6E-03	0	0.00 E+0 0	0	2.41 E-04	0	0.00 E+0 0	0.00 1023 4	0.00 E+0 0	0.00 0030 1	1.08 E-02	0	0.00 E+0 0	0
CAL	0	0	0	0	5.82 714E -07	1.43 629E -07	0.00 069 498	2.56 43E- 07	1.08 346E -07	1.16 899E -06	0.01 2830 4	2.57 32E- 06	2.53 044E -09	3.90 258E -08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E +00	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E +00	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0
Producció n de energía	3.6 6E-08	0	9.18 E- 11	0	1.09 E-03	2.47 338E -05	7.64 E-01	0.00 0174 349	9.70 E-06	0.00 0591 185	3.76 E-05	3.63 527 297	3.48 E-06	0.01 6595 893
TOTAL	2.8 6E-03	7.5 8E-09	6.85 E- 09	3.20 E-04	2.33 E-03	7.70 E-05	1.08 E+0 0	4.30 E-03	1.42 E-05	1.66 E-03	2.53 E-02	3.65 E+0 0	7.98 E-06	5.82 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuMSLd	70.17	53.72	0.0654	0.0956	2.80E-03	7.10E-04	0.0301	0.1782	0	0	0.0147	0.00E+00	4331.66

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
2.86E-03	7.58E-09	6.85E-09	3.20E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
2.33E-03	7.70E-05	1.08E+00	4.30E-03	1.42E-05	1.66E-03	2.53E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
3.65E+00	7.98E-06	5.82E-02	7.02E+01	90	85

TABLA 24 Resultados de cadena CuMSLd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00246934
residuos sólidos peligrosos	1.5954E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	2.3095E-05
Daño a los ecosistemas	73.8858002
Residuos sólidos totales	29.5531763
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00114382
eutrofización acuática	0.00546209
Nox	0.00046628
óxido nitroso	2.8332E-06
compuestos nitrogenados	0.00171572
eutrofización terrestre	14.7795834
polvo	0.00505795
residuos sólidos totales	29.5531763
Nox	0.00093256
Niebla de verano y oxidación.	0.01910205
polvo	0.00758693
VOC	5.3887E-05
afectación a la capa de ozono	0.09754712
SO2	0.00049902
CO	0.00043026
VOC	4.6189E-05
efecto invernadero	1.8938187
CO	0.00129079
CO2	0.75623669
acidificación del medio	0.01297979
Nox	0.00046628
SO2	0.0008317
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.425
% de recurso utilizado	42.5
TOTAL	136.1217626

TABLA 25 CADENA CuMULd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NO _x	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	6.3 1E-11	0	0	0	0.00 0086 14	2.33 935E -05	0.01 270 86	2.32 755E -05	3.16 E-07	0.00 0087 615	0.00 0011 918	0.00 337 135	0	0.00 0015 281
ACERO DESGAS TE	2.5 4E-09	6.1 9E-09	4.72 59E-07	0.00 026 113	0.00 0656 82	1.98 E-07	0.23 237 01	0.00 2483 1	2.96 37E-06	0.00 0680 049	0.00 1271 988	0.00 970 818	1.17 186E-06	0.03 3744 2
ACERO BARREN ACION	1.3 9E-10	3.3 9E-10	2.59 E-08	1.40 E-05	3.97 E-05	1.08 E-08	1.31 E-02	1.56 E-04	1.72 E-07	3.93 E-05	6.92 E-05	4.88 E-04	8.77 E-08	2.07 E-03
NEUMAT ICOS	2.7 5E-13	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	2.86 E-05	3.54 E-11	2.42 E-02	2.99 E-06	1.60 E-07	1.01 E-04	1.40 E-05	1.10 E-03	2.44 E-05	7.56 E-04
EXPLOSI VOS	3.0 6E-02	0	0.00 E+00	0	2.58 E-03	0	0.00 E+00	0.01 0948	0.00 E+00	0.00 0322	1.16 E-01	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.15 104E-07	2.83 712E-08	0.00 013 728	5.06 528E-08	2.14 016E-08	2.30 912E-07	0.00 2534 4	5.08 29E-07	4.99 84E-10	7.70 88E-09
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00
Producció n de energía	5.2 4E-08	0	1.32 E-10	0	1.56 E-03	3.54 513E-05	1.09 E+00	0.00 0249 898	1.39 E-05	0.00 0847 355	5.39 E-05	5.21 049 694	4.99 E-06	0.02 3787 169
TOTAL	3.0 6E-02	6.5 3E-09	6.85 E-09	2.75 E-04	4.95 E-03	5.91 E-05	1.38 E+00	1.39 E-02	1.75 E-05	2.08 E-03	1.20 E-01	5.23 E+00	3.06 E-05	6.04 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuMUL d	70.1 7	54.04 4	0.029 5	0.080 1	4.91E -03	5.69E -03	0.32 2	0.035 2	0	0	0.014 7	0.00E+0 0	6208.6 4

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
3.06E-02	6.53E-09	6.85E-09	2.75E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
4.95E-03	5.91E-05	1.38E+00	1.39E-02	1.75E-05	2.08E-03	1.20E-01

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	area afectad	% de recurso utilizado
5.23E+0 0	3.06E-05	6.04E-02	7.02E+01	80	90

TABLA 26 Resultados de la cadena CuMULd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.0023853
residuos sólidos peligrosos	6.125E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	1.7725E-05
Daño a los ecosistemas	75.4861619
Residuos sólidos totales	30.1822287
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.01223602
eutrofización acuática	0.0483679
Nox	0.00098962
oxido nitroso	3.508E-06
compuestos nitrogenados	0.01835403
eutrofización terrestre	15.1040915
polvo	0.02397508
residuos sólidos totales	30.1822287
Nox	0.00197924
niebla de verano y oxidación.	0.09000995
polvo	0.03596262
VOC	4.1357E-05
afectación a la capa de ozono	0.20451492
SO2	0.00062335
CO	0.00138635
VOC	3.5449E-05
efecto invernadero	2.42027811
CO	0.00415904
CO2	0.96395221
acidificación del medio	0.02028545
Nox	0.00098962
SO2	0.00103892
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	133.826095

TABLA 27 CADENA CuPiUL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	4.99E-11	0	0	0	0.00068036	1.84769E-05	0.01003764	1.83837E-05	2.49E-07	0.000069201	9.4132E-06	0.00266279	0	1.20694E-05
ACERO DESGASTE	2.05E-09	5.00E-09	3.8173E-07	0.00021092	0.00053054	1.60E-07	0.1876947	0.0020057	2.3939E-06	0.000549303	0.001027436	0.00784169	9.46561E-07	0.027256551
ACERO BARRENACION	1.10E-10	2.68E-10	2.04E-08	1.11E-05	3.14E-05	8.54E-09	1.04E-02	1.23E-04	1.36E-07	3.11E-05	5.47E-05	3.85E-04	6.93E-08	1.64E-03
NEUMATICOS	2.18E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.26E-05	2.80E-11	1.92E-02	2.36E-06	1.27E-07	8.01E-05	1.11E-05	8.70E-04	1.93E-05	5.98E-04
EXPLOSIVOS	2.64E-03	0	0.00E+00	0	2.22E-04	0	0.00E+00	0.0009452	0.00E+00	0.0000278	1.00E-02	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	4.6107E-07	1.13646E-07	0.0005499	2.02899E-07	8.5728E-08	9.2496E-07	0.010152	2.036E-06	2.0022E-09	3.0879E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Produccion de Energia	3.86E-08	0	9.69E-11	0	1.15E-03	2.60956E-05	8.06E-01	183949	1.02E-05	0.000623734	3.97E-05	3.8354217	3.68E-06	0.01750962
TOTAL	2.64E-03	5.27E-09	6.85E-09	2.22E-04	2.02E-03	4.49E-05	1.03E+00	3.28E-03	1.32E-05	1.38E-03	2.13E-02	3.85E+00	2.40E-05	4.70E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	producción de energía (Kj)
CuPiU L	55.55	62 .7 8	0.02 33	0.06 47	3.88E -03	4.50 E-03	0.02 78	0.14 1	0.89 99	0	0.01 277	0.00 E+00	4570. 15

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
2.64E-03	5.27E-09	6.85E-09	2.22E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
2.02E-03	4.49E-05	1.03E+00	3.28E-03	1.32E-05	1.38E-03	2.13E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
3.85E+0 0	2.40E-05	4.70E-02	5.56E+01	80	90

R. T180329

TABLA 28 Resultados de cadena CuPiUL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00182534
residuos sólidos peligrosos	4.7936E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	1.3456E-05
Daño a los ecosistemas	59.4468635
Residuos sólidos totales	23.777689
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00105642
eutrofización acuática	0.00498031
Nox	0.00040485
óxido nitroso	2.6457E-06
compuestos nitrogenados	0.00158462
eutrofización terrestre	11.8913796
polvo	0.00426046
residuos sólidos totales	23.777689
Nox	0.00080971
Niebla de verano y oxidación.	0.01605521
polvo	0.00639069
VOC	3.1398E-05
afectación a la capa de ozono	0.07694709
SO2	0.00041464
CO	0.00032792
VOC	2.6913E-05
efecto invernadero	1.81103895
CO	0.00098376
CO2	0.72343182
acidificación del medio	0.0109592
Nox	0.00040485
SO2	0.00069107
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	113.7100492

TABLA 29 CADENA CuPiSE

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.5 4E-10	0	0	0	0.00 0209 51	5.68 978E -05	0.03 090 99	5.66 108E -05	7.68 E-07	0.00 0213 098	0.00 0028 987	0.00 819 981	0	3.71 665E -05
ACERO DESGAS TE	2.8 4E-09	6.9 2E-09	5.28 05E -07	0.00 029 177	0.00 0733 9	2.21 E-07	0.25 963 95	0.00 2774 5	3.31 15E-06	0.00 0759 855	0.00 1421 26	0.01 084 747	1.30 939E -06	0.03 7704 193
ACERO BARREN ACION	8.4 9E-11	2.0 7E-10	1.58 E-08	8.57 E-06	2.42 E-05	6.60 E-09	8.01 E-03	9.54 E-05	1.05 E-07	2.40 E-05	4.23 E-05	2.98 E-04	5.36 E-08	1.27 E-03
NEUMAT ICOS	3.7 8E-14	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	3.92 E-06	4.86 E-12	3.32 E-03	4.10 E-07	2.19 E-08	1.39 E-05	1.92 E-06	1.51 E-04	3.34 E-06	1.04 E-04
EXPLOSI VOS	3.1 4E-03	0	0.00 E+00	0	2.64 E-04	0	0.00 E+00	0.00 1122	0.00 E+00	0.00 0033	1.19 E-02	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.14 123E -06	2.81 294E -07	0.00 136 11	5.02 211E -07	2.12 192E -07	2.28 944E -06	0.02 5128	5.03 96E-06	4.95 58E-09	7.64 31E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	2.9 7E-08	0	0.00 E+00	0	5.33 E-07	7.02 562E -08	7.04 E-04	2.33 468E -07	4.97 E-06	6.43 468E -08	8.91 E-03	7.03 5E-06	2.74 E-09	2.53 26E-08
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	3.3 6E-06	0.00 E+00	0.00 E+00	1.21 E-04	1.44 E-04	1.50 E-02	6.73 E-06	0.00 E+00	1.20 E-04	4.13 E-05	7.85 E-04	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccio n de Energia	4.1 4E-08	0	1.04 E-10	0	1.23 E-03	2.79 827E -05	8.64 E-01	0.00 0197 251	1.10 E-05	0.00 0668 841	4.25 E-05	4.11 278 828	3.94 E-06	0.01 8775 865
TOTAL	3.1 4E-03	3.3 7E-06	6.85 E-09	3.00 E-04	2.59 E-03	2.30 E-04	1.18 E+00	4.25 E-03	2.04 E-05	1.84 E-03	4.75 E-02	4.13 E+00	8.65 E-06	5.79 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuPiSE	76.92	58.889	0.07175	0.0895	3.00E-03	7.80E-04	0.033	0.349	0	0.0938	0	1.22E-02	4900.65

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
3.14E-03	3.37E-06	6.85E-09	3.00E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
2.59E-03	2.30E-04	1.18E+00	4.25E-03	2.04E-05	1.84E-03	4.75E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
4.13E+00	8.65E-06	5.79E-02	7.69E+01	95	85

TABLA 30 Resultados de la cadena CuPiSF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.0070714
residuos sólidos peligrosos	1.7308E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	6.898E-05
Daño a los ecosistemas	81.1141135
Residuos sólidos totales	32.4443914
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00125403
eutrofización acuática	0.00600794
Nox	0.00051806
óxido nitroso	4.0734E-06
compuestos nitrogenados	0.00188104
eutrofización terrestre	16.2274635
polvo	0.00949947
residuos sólidos totales	32.4443914
Nox	0.00103612
Niebla de verano y oxidación.	0.03602539
polvo	0.0142492
VOC	0.00016095
afectación a la capa de ozono	0.11139438
SO2	0.00055062
CO	0.00042536
VOC	0.00013796
efecto invernadero	2.07323224
CO	0.00127609
CO2	0.8280168
acidificación del medio	0.0143576
Nox	0.00051806
SO2	0.0009177
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	47.5
Área afectada	47.5
Recursos naturales utilizados	0.425
% de recurso utilizado	42.5
TOTAL	147.5146659

TABLA 31 CADENA CuPiSL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.1 1E-10	0	0	0	0.00 0151 256	4.10 774E-05	0.02 2315 44	4.08 702E-05	5.54 E-07	0.00 0153 846	2.09 272E-05	0.00 5919 86	0	2.68 324E-05
ACERO DESGASTE	5.3 9E-11	1.3 1E-10	1.00 3E-08	5.54 2E-06	0.00 0013 94	4.20 E-09	4931 7	0.00 0052 7	6.29 E-08	0.00 0014 433	0.00 0026 996	0.00 0206 04	2.48 71E-08	0.00 0716 169
ACERO BARRENACION	6.2 3E-11	1.5 2E-10	1.16 E-08	6.29 E-06	1.78 E-05	4.84 E-09	5.88 E-03	7.00 E-05	7.70 E-08	1.76 E-05	3.10 E-05	2.19 E-04	3.93 E-08	9.29 E-04
NEUMATICOS	2.7 1E-14	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	2.81 E-06	3.49 E-12	2.38 E-03	2.94 E-07	1.58 E-08	9.97 E-06	1.38 E-06	1.08 E-04	2.40 E-06	7.44 E-05
EXPLOSIVOS	2.2 7E-03	0	0.00 E+00	0	1.91 E-04	0	0.00 E+00	0.00 0811 92	0.00 E+00	0.00 0023 88	8.60 E-03	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	4.61 07E-08	1.13 646E-08	0.00 0054 99	2.02 899E-08	8.57 28E-09	9.24 96E-08	0.00 1015 2	2.03 6E-07	2.00 22E-10	3.08 79E-09
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00
producción de energía	2.7 0E-08	0	6.77 E-11	0	8.03 E-04	1.82 454E-05	5.63 E-01	0.00 0128 612	7.16 E-06	0.00 0436 1	2.77 E-05	2.68 1635 48	2.57 E-06	0.01 2242 309
TOTAL	2.2 7E-03	2.8 3E-10	6.85 E-09	1.18 E-05	1.18 E-03	5.93 E-05	5.99 E-01	1.10 E-03	7.88 E-06	6.56 E-04	9.72 E-03	2.69 E+00	5.03 E-06	1.40 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuPiSL	55.55	62.52	0.0518	0.0017	2.20E-03	5.60E-04	0.02388	0.0141	0.8999	0	0.01277	0.00E+00	3195.34

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
2.27E-03	2.83E-10	6.85E-09	1.18E-05

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.18E-03	5.93E-05	5.99E-01	1.10E-03	7.88E-06	6.56E-04	9.72E-03

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectada	% de recurso utilizado
2.69E+00	5.03E-06	1.40E-02	5.56E+01	95	90

TABLA 32 CADENA CuPiSL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00188131
residuos sólidos peligrosos	1.0067E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	1.7803E-05
Daño a los ecosistemas	58.254351
Residuos sólidos totales	23.300833
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00090745
eutrofización acuática	0.00399695
Nox	0.00023603
óxido nitroso	1.5752E-06
compuestos nitrogenados	0.00136118
eutrofización terrestre	11.6516245
polvo	0.00194401
residuos sólidos totales	23.300833
Nox	0.00047206
Niebla de verano y oxidación.	0.00739389
polvo	0.00291602
VOC	4.154E-05
afectación a la capa de ozono	0.03428257
SO2	0.00019678
CO	0.00011044
VOC	3.5606E-05
efecto invernadero	1.04885319
CO	0.00033131
CO2	0.41920996
acidificación del medio	0.00563999
Nox	0.00023603
SO2	0.00032797
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	47.5
Área afectada	47.5
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	118.9580234

TABLA 33 CADENA CuPiSLd

Materia l	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NO _x	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.1E-10	0	0	0	0.000151256	4.10774E-05	0.02231544	4.08702E-05	5.54E-07	0.000153846	2.09272E-05	0.00591986	0	2.68324E-05
ACERO DESGASTE	2.05E-09	5.00E-09	3.8173E-07	0.00021092	0.00053054	1.60E-07	0.1876947	0.0020057	2.3939E-06	0.000549303	0.001027436	0.00784169	9.46561E-07	0.027256551
ACERO BARRERACION	6.28E-11	1.53E-10	1.17E-08	6.34E-06	1.79E-05	4.88E-09	5.93E-03	7.06E-05	7.77E-08	1.78E-05	3.13E-05	2.20E-04	3.96E-08	9.38E-04
NEUMÁTICOS	2.74E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.84E-06	3.53E-12	2.41E-03	2.97E-07	1.59E-08	1.01E-05	1.39E-06	1.09E-04	2.42E-06	7.52E-05
EXPLOSIVOS	1.41E-03	0	0.00E+00	0	1.19E-04	0	0.00E+00	0.00050592	0.00E+00	0.00001488	5.36E-03	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	4.6107E-07	1.13646E-07	0.0005499	2.02899E-07	8.5728E-08	9.2496E-07	0.010152	2.036E-06	2.0022E-09	3.0879E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
producción de energía	2.89E-08	0	7.27E-11	0	8.62E-04	1.95805E-05	6.05E-01	0.000138024	7.68E-06	0.000468011	2.98E-05	2.87786247	2.76E-06	0.013138133
TOTAL	1.41E-03	5.15E-09	6.85E-09	2.17E-04	1.68E-03	6.09E-05	8.23E-01	2.76E-03	1.08E-05	1.21E-03	1.66E-02	2.89E+00	6.17E-06	4.14E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuPiSLd	55.55	42.53	0.0518	0.0647	2.22E-03	5.66E-04	0.01488	0.141	0	0	0.01166	0.00E+00	3429.157

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.41E-03	5.15E-09	6.85E-09	2.17E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.68E-03	6.09E-05	8.23E-01	2.76E-03	1.08E-05	1.21E-03	1.66E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.89E+00	6.17E-06	4.14E-02	5.56E+01	90	90

TABLA 34 Resultados de cadena CuPiSLd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00195185
residuos sólidos peligrosos	1.2342E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	1.8281E-05
Daño a los ecosistemas	58.4848103
Residuos sólidos totales	23.3933587
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00056545
eutrofización acuática	0.00296792
Nox	0.00033683
óxido nitroso	2.1618E-06
compuestos nitrogenados	0.00084818
eutrofización terrestre	11.6986781
polvo	0.00332392
residuos sólidos totales	23.3933587
Nox	0.00067365
Niebla de verano y oxidación.	#¡REF!
polvo	0.00498589
afectación a la capa de ozono	0.06771691
SO2	0.00036445
CO	0.00027616
VOC	3.6562E-05
efecto invernadero	1.44307033
CO	0.00082848
CO2	0.57639965
acidificación del medio	0.00944237
Nox	0.00033683
SO2	0.00060741
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	117.1712091

TABLA 35 CADENA CuPiULd

Materi	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	4.99E-11	0	0	0	0.000068036	1.84769E-05	0.01003764	1.83837E-05	2.49E-07	0.000069201	9.4132E-06	0.00266279	0	1.20694E-05
ACERO DESGASTE	2.05E-09	5.00E-09	3.8173E-07	0.00021092	0.00053054	1.60E-07	0.1876947	0.0020057	2.3939E-06	0.000549303	0.001027436	0.00784169	9.46561E-07	0.027256551
ACERO BARRERACION	1.10E-10	2.68E-10	2.04E-08	1.11E-05	3.14E-05	8.54E-09	1.04E-02	1.23E-04	1.36E-07	3.11E-05	5.47E-05	3.85E-04	6.93E-08	1.64E-03
NEUMÁTICOS	2.18E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.26E-05	2.80E-11	1.92E-02	2.36E-06	1.27E-07	8.01E-05	1.11E-05	8.70E-04	1.93E-05	5.98E-04
EXPLÓSIVOS	1.69E-03	0	0.00E+00	0	1.42E-04	0	0.00E+00	0.0006052	0.00E+00	0.0000178	6.41E-03	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	4.6107E-07	1.13646E-07	0.0005499	2.02899E-07	8.5728E-08	9.2496E-07	0.010152	2.036E-06	2.0022E-09	3.0879E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
producción de energía	4.05E-08	0	1.02E-10	0	1.21E-03	2.74306E-05	8.47E-01	0.000193359	1.08E-05	0.000655644	4.17E-05	4.03164282	3.86E-06	0.018405417
TOTAL	1.69E-03	5.27E-09	6.85E-09	2.22E-04	2.00E-03	4.62E-05	1.07E+00	2.95E-03	1.38E-05	1.40E-03	1.77E-02	4.04E+00	2.42E-05	4.79E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	producción de energía (Kj)
CuPiUL d	55.5 5	42.7 8	0.023 3	0.064 7	3.88E -03	4.50E -03	0.017 8	0.14 1	0	0	0.0116 6	0.00E+0 0	4803.9 6

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.69E-03	5.27E-09	6.85E-09	2.22E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
2.00E-03	4.62E-05	1.07E+00	2.95E-03	1.38E-05	1.40E-03	1.77E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
4.04E+0 0	2.42E-05	4.79E-02	5.56E+01	80	90

TABLA 36 Resultados de cadena CuPiULd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00186915
residuos sólidos peligrosos	4.8312E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	1.3857E-05
Daño a los ecosistemas	59.6430306
Residuos sólidos totales	23.8565358
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00067642
eutrofización acuática	0.00354496
Nox	0.00040061
óxido nitroso	2.7504E-06
compuestos nitrogenados	0.00101463
eutrofización terrestre	11.930439
polvo	0.00354086
residuos sólidos totales	23.8565358
Nox	0.00080122
Niebla de verano y oxidación.	0.01335907
polvo	0.00531129
VOC	3.2333E-05
afectación a la capa de ozono	0.07437861
SO2	0.00042121
CO	0.00029486
VOC	2.7714E-05
efecto invernadero	1.88292355
CO	0.00088458
CO2	0.75228484
acidificación del medio	0.01102631
Nox	0.00040061
SO2	0.00070202
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	114.0105713

TABLA 37 CADENA CuESF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.0 2E-10	0	0	0	0.00 0139 576	3.79 054E -05	0.02 059 224	3.77 142E -05	5.11 E-07	0.00 0141 966	1.93 112E -05	0.00 546 273	0	2.47 604E -05
ACERO DESGAS TE	1.8 9E-09	4.6 1E-09	3.52 23E-07	0.00 019 462	0.00 0489 54	1.47 E-07	0.17 318 97	0.00 1850 7	2.20 89E-06	0.00 0506 853	0.00 0948 036	0.00 723 568	8.73 411E -07	0.02 5150 171
ACERO BARREN ACION	5.6 6E-11	1.3 8E-10	1.05 E-08	5.71 E-06	1.62 E-05	4.40 E-09	5.34 E-03	6.36 E-05	7.00 E-08	1.60 E-05	2.82 E-05	1.99 E-04	3.57 E-08	8.45 E-04
NEUMAT ICOS	2.5 2E-14	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	2.61 E-06	3.24 E-12	2.21 E-03	2.73 E-07	1.46 E-08	9.25 E-06	1.28 E-06	1.00 E-04	2.23 E-06	6.91 E-05
EXPLOSI VOS	2.0 9E-03	0	0.00 E+00	0	1.76 E-04	0	0.00 E+00	0.00 0748	0.00 E+00	0.00 0022	7.92 E-03	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	7.61 256E -07	1.87 637E -07	0.00 090 792	3.34 999E -07	1.41 542E -07	1.52 717E -06	0.01 6761 6	3.36 16E-06	3.30 576E -09	5.09 832E -08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	1.9 8E-08	0	0.00 E+00	0	3.55 E-07	4.68 125E -08	4.69 E-04	1.55 563E -07	3.31 E-06	4.28 75E-08	5.94 E-03	4.68 75E-06	1.83 E-09	1.68 75E-08
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	2.2 4E-06	0.00 E+00	0.00 E+00	8.07 E-05	9.63 E-05	9.99 E-03	4.48 E-06	0.00 E+00	8.02 E-05	2.75 E-05	5.23 E-04	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccio n de Energia	5.3 8E-07	0	1.35 E-09	0	1.60 E-02	0.00 0363 79	1.12 E+01	0.00 2564 368	1.43 E-04	0.00 8695 277	5.53 E-04	53.4 683 877	5.13 E-05	0.24 4096 018
TOTAL	2.0 9E-03	2.2 5E-06	6.85 E-09	2.00 E-04	1.69 E-02	4.98 E-04	1.14 E+01	5.27 E-03	1.49 E-04	9.47 E-03	3.22 E-02	5.35 E+01	5.44 E-05	2.70 E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuESF	51.28	39.26	0.0478	0.0597	2.00E-03	5.20E-04	0.022	0.2328	0	0.0625	0	8.15E-03	63711

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
2.09E-03	2.25E-06	6.85E-09	2.00E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.69E-02	4.98E-04	1.14E+01	5.27E-03	1.49E-04	9.47E-03	3.22E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
5.35E+01	5.44E-05	2.70E-01	5.13E+01	90	90

TABLA 38 Resultados de cadena CuESF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.01603901
residuos sólidos peligrosos	1.0879E-05
cianuro	3.4274E-09
VOC	0.00014951
Daño a los ecosistemas	105.034246
Residuos sólidos totales	42.0128623
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00083622
eutrofización acuática	0.01167132
Nox	0.0033844
óxido nitroso	2.9794E-05
compuestos nitrogenados	0.00125434
eutrofización terrestre	21.0130352
polvo	0.0064393
residuos sólidos totales	42.0128623
Nox	0.0067688
Niebla de verano y oxidación.	0.02501949
polvo	0.00965895
VOC	0.00034885
afectación a la capa de ozono	0.36679185
SO2	0.00284194
CO	0.00052696
VOC	0.00029901
efecto invernadero	20.0316199
CO	0.00158089
CO2	8.01106707
acidificación del medio	0.08120968
Nox	0.0033844
SO2	0.00473657
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	192.0296329

TABLA 39 CADENA CuESL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	8.3 0E-11	0	0	0	0.00 0113 296	3.07 684E -05	0.01 671 504	3.06 132E -05	4.15 E-07	0.00 0115 236	1.56 752E -05	0.00 443 418	0	2.00 984E -05
ACERO DESGAS TE	1.5 4E-09	3.7 5E-09	2.86 15E-07	0.00 015 811	0.00 0397 7	1.20 E-07	0.14 069 85	0.00 1503 5	1.79 45E-06	0.00 0411 765	0.00 0770 18	0.00 587 824	7.09 555E -07	0.02 0431 881
ACERO BARREN ACION	4.7 0E-11	1.1 5E-10	8.75 E-09	4.74 E-06	1.34 E-05	3.65 E-09	4.43 E-03	5.28 E-05	5.81 E-08	1.33 E-05	2.34 E-05	1.65 E-04	2.96 E-08	7.01 E-04
NEUMAT ICOS	2.0 5E-14	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	2.13 E-06	2.64 E-12	1.80 E-03	2.23 E-07	1.19 E-08	7.55 E-06	1.04 E-06	8.19 E-05	1.82 E-06	5.63 E-05
EXPLOSI VOS	1.7 0E-03	0	0.00 E+00	0	1.43 E-04	0	0.00 E+00	0.00 0608 94	0.00 E+00	0.00 0017 91	6.45 E-03	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	3.45 966E -07	8.52 748E -08	0.00 041 262	1.52 246E -07	6.43 264E -08	6.94 048E -07	0.00 7617 6	1.52 78E-06	1.50 236E -09	2.31 702E -08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00
producció n de energía	2.0 2E-08	0	5.08 E-11	0	6.02 E-04	1.36 832E -05	4.22 E-01	9.64 535E -05	5.37 E-06	0.00 0327 055	2.08 E-05	2.01 110 492	1.93 E-06	0.00 9181 176
TOTAL	1.7 0E-03	3.8 6E-09	6.85 E-09	1.63 E-04	1.27 E-03	4.47 E-05	5.87 E-01	2.29 E-03	7.71 E-06	8.94 E-04	1.49 E-02	2.02 E+00	4.48 E-06	3.04 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuESL	41.66	46.899	0.0388	0.0485	1.66E-03	4.24E-04	0.01791	0.1058	0.6748	0	0.0095818	0.00E+00	2396.36

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.70E-03	3.86E-09	6.85E-09	1.63E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.27E-03	4.47E-05	5.87E-01	2.29E-03	7.71E-06	8.94E-04	1.49E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.02E+00	4.48E-06	3.04E-02	4.17E+01	95	90

TABLA 40 Resultados de cadena CuESL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00142984
residuos sólidos peligrosos	8.9691E-07
cianuro	3.4274E-09
VOC	1.3398E-05
Daño a los ecosistemas	43.7137624
Residuos sólidos totales	17.4848244
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00068059
eutrofización acuática	0.00319236
Nox	0.00025452
óxido nitroso	1.5424E-06
compuestos nitrogenados	0.00102088
eutrofización terrestre	8.74415633
polvo	0.00297926
residuos sólidos totales	17.4848244
Nox	0.00050903
Niebla de verano y oxidación.	0.01125038
polvo	0.00446889
VOC	3.1262E-05
afectación a la capa de ozono	0.05241141
SO2	0.00026805
CO	0.00022927
VOC	2.6796E-05
efecto invernadero	1.02813172
CO	0.0006878
CO2	0.41056489
acidificación del medio	0.00701268
Nox	0.00025452
SO2	0.00044675
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	47.5
Área afectada	47.5
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	101.5113471

TABLA 41 CADENA CuESLd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	7.3 8E-11	0	0	0	0.00 0100 74	2.73 585E -05	0.01 486 26	2.72 205 E- 05	3.6 9E- 07	0.000 1024 65	0.000 0139 38	0.00 3942 76	0	0.000 0178 71
ACERO DESGAST E	1.3 7E- 09	3.3 3E- 09	2.5 429 E- 07	0.00 0140 51	0.00 0353 42	1.06 E-07	0.12 503 31	0.00 133 61	1.5 947 E- 06	0.000 3659 19	0.000 6844 28	0.00 5223 75	6.30 553E -07	0.018 1569 91
ACERO BARREN ACION	4.1 9E- 11	1.0 2E- 10	7.8 0E- 09	4.23 E-06	1.20 E-05	3.26 E-09	3.95 E- 03	4.71 E- 05	5.1 8E- 08	1.19 E-05	2.09 E-05	1.47 E-04	2.64 E-08	6.25 E-04
NEUMATI COS	1.8 2E- 14	0.0 0E+ 00	0.0 0E+ 00	0.00 E+0 0	1.89 E-06	2.35 E-12	1.60 E- 03	1.98 E- 07	1.0 6E- 08	6.71 E-06	9.27 E-07	7.29 E-05	1.61 E-06	5.01 E-05
EXPLOSI VOS	1.5 1E- 03	0	0.0 0E+ 00	0	1.27 E-04	0	0.00 E+0 0	0.00 054 06	0.0 0E+ 00	0.000 0159	5.72 E-03	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	3.07 38E- 07	7.57 64E- 08	0.00 036 66	1.35 266 E- 07	5.7 152 E- 08	6.166 4E- 07	0.006 768	1.35 74E- 06	1.33 48E- 09	2.058 6E- 08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+ 00	0	0.0 0E+ 00	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.0 0E+ 00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+ 00	0.0 0E+ 00	0.0 0E+ 00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.0 0E+ 00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+0 0	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccion de Energia	1.9 3E- 08	0	4.8 5E- 11	0	5.75 E-04	1.30 549E -05	4.03 E- 01	9.20 248 E- 05	5.1 2E- 06	0.000 3120 38	1.98 E-05	1.91 8764 09	1.84 E-06	0.008 7596 18
TOTAL	1.5 1E- 03	3.4 3E- 09	6.8 5E- 09	1.45 E-04	1.17 E-03	4.06 E-05	5.49 E- 01	2.04 E- 03	7.2 0E- 06	8.16 E-04	1.32 E-02	1.93 E+0 0	4.11 E-06	2.76 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	producción de energía (Kj)
CuESLd	37.037	28.355	0.0345	0.0431	1.48E-03	3.77E-04	0.0159	0.094	0	0	0.00777	0.00E+00	2286.33

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.51E-03	3.43E-09	6.85E-09	1.45E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.17E-03	4.06E-05	5.49E-01	2.04E-03	7.20E-06	8.16E-04	1.32E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.93E+00	4.11E-06	2.76E-02	3.70E+01	90	90

TABLA 42 Resultados de CADENA CuESLd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00130056
residuos sólidos peligrosos	8.2247E-07
cianuro	3.4274E-09
VOC	1.218E-05
Daño a los ecosistemas	38.9942762
Residuos sólidos totales	15.5971063
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00060421
eutrofización acuática	0.00285452
Nox	0.00023406
óxido nitroso	1.441E-06
compuestos nitrogenados	0.00090631
eutrofización terrestre	7.8001104
polvo	0.0026464
residuos sólidos totales	15.5971063
Nox	0.00046811
Niebla de verano y oxidación.	0.00999505
polvo	0.0039696
VOC	2.8419E-05
afectación a la capa de ozono	0.04733447
SO2	0.00024465
CO	0.00020433
VOC	2.4359E-05
efecto invernadero	0.96207127
CO	0.000613
CO2	0.38421551
acidificación del medio	0.00641808
Nox	0.00023406
SO2	0.00040775
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	93.27436057

TABLA 43 CADENA CuEUL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	3.75E-11	0	0	0	0.0000511	1.38775E-05	0.007539	1.38075E-05	1.87E-07	0.000051975	0.0000707	0.00199995	0	0.00009065
ACERO DESGASTE	3.68E-11	8.97E-11	6.844E-09	3.7816E-06	0.00009512	2.87E-09	0.00336516	0.00003596	4.292E-08	9.8484E-06	1.84208E-05	0.00014059	1.69708E-08	0.00048868
ACERO BARRERACION	8.24E-11	2.01E-10	1.53E-08	8.31E-06	2.35E-05	6.40E-09	7.77E-03	9.25E-05	1.02E-07	2.33E-05	4.10E-05	2.89E-04	5.20E-08	1.23E-03
NEUMATICOS	1.63E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.69E-05	2.10E-11	1.43E-02	1.77E-06	9.48E-08	6.00E-05	8.28E-06	6.51E-04	1.44E-05	4.48E-04
EXPLOSIVOS	1.99E-03	0	0.00E+00	0	1.67E-04	0	0.00E+00	0.0007106	0.00E+00	0.0000209	7.52E-03	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	3.45966E-07	8.52748E-08	0.00041262	1.52246E-07	6.43264E-08	6.94048E-07	0.0076176	1.5278E-06	1.50236E-09	2.31702E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Produccion de Energia	2.89E-08	0	7.27E-11	0	8.62E-04	1.95705E-05	6.04E-01	0.000137953	7.68E-06	0.000467773	2.97E-05	2.87639633	2.76E-06	0.013131439
TOTAL	1.99E-03	2.90E-10	6.85E-09	1.21E-05	1.13E-03	3.35E-05	6.38E-01	9.93E-04	8.17E-06	6.34E-04	1.52E-02	2.88E+00	1.73E-05	1.53E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	producción de energía (Kj)
CuEUL	41.66	47.084	0.0175	0.00116	2.91E-03	3.37E-03	0.0209	0.1058	0.6748	0	0.0095	0.00E+00	3427.41

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.99E-03	2.90E-10	6.85E-09	1.21E-05

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.13E-03	3.35E-05	6.38E-01	9.93E-04	8.17E-06	6.34E-04	1.52E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.88E+00	1.73E-05	1.53E-02	4.17E+01	80	90

TABLA 44 Resultados de cadena CuEUL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00135185
residuos sólidos peligrosos	3.4523E-06
Cianuro	3.4274E-09
VOC	1.0063E-05
Daño a los ecosistemas	44.5567878
Residuos sólidos totales	17.8219209
Cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00079421
eutrofización acuática	0.00354748
Nox	0.00022604
óxido nitroso	1.6337E-06
compuestos nitrogenados	0.00119132
eutrofización terrestre	8.91271111
polvo	0.00304923
residuos sólidos totales	17.8219209
Nox	0.00045208
Niebla de verano y oxidación.	0.01149332
Polvo	0.00457385
VOC	2.348E-05
afectación a la capa de ozono	0.03097473
SO2	0.00019034
CO	9.9278E-05
VOC	2.0126E-05
efecto invernadero	1.11663847
CO	0.00029783
CO2	0.44635755
acidificación del medio	0.0054328
Nox	0.00022604
SO2	0.00031724
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	95.08893756

TABLA 45 CADENA CuEULd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	3.3 2E-11	0	0	0	0.00 004 526	1.22 915E -05	0.00 667 74	1.22 295E -05	1.66 E-07	0.00 0046 035	0.00 0006 262	0.00 177 139	0	0.00 0008 029
ACERO DESGAST E	1.6 1E-09	3.9 2E-09	2.99 13E-07	0.00 016 528	0.00 041 574	1.25 E-07	0.14 708 07	0.00 1571 7	1.87 59E-06	0.00 0430 443	0.00 0805 116	0.00 614 488	7.41 741E -07	0.02 1358 688
ACERO BARREN ACION	7.3 6E-11	1.7 9E-10	1.37 E-08	7.43 E-06	2.10 E-05	5.72 E-09	6.94 E-03	8.27 E-05	9.10 E-08	2.08 E-05	3.67 E-05	2.58 E-04	4.64 E-08	1.10 E-03
NEUMAT ICOS	9.0 0E-13	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	9.34 E-05	1.16 E-10	7.92 E-02	9.77 E-06	5.23 E-07	3.31 E-04	4.57 E-05	3.59 E-03	7.97 E-05	2.47 E-03
EXPLOSI VOS	1.7 7E-03	0	0.00 E+00	0	1.49 E-04	0	0.00 E+00	0.00 0632 4	0.00 E+00	0.00 0018 6	6.70 E-03	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	3.07 38E-07	7.57 64E-08	0.00 036 66	1.35 266E-07	5.71 52E-08	6.16 64E-07	0.00 6768	1.35 74E-06	1.33 48E-09	2.05 86E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00
producción de energía	2.7 0E-08	0	6.79 E-11	0	8.05 E-04	1.82 889E-05	5.65 E-01	0.00 0128 919	7.17 E-06	0.00 0437 14	2.78 E-05	2.68 803 043	2.58 E-06	0.01 2271 504
TOTAL	1.7 7E-03	4.1 0E-09	6.85 E-09	1.73 E-04	1.53 E-03	3.08 E-05	8.05 E-01	2.44 E-03	9.89 E-06	1.28 E-03	1.44 E-02	2.70 E+00	8.30 E-05	3.72 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	producción de energía (Kj)
CuEULd	37.037	28.52	0.0155	0.0507	2.60E-03	1.86E-02	0.0186	0.094	0	0	0.00777	0.00E+00	3202.96

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.77E-03	4.10E-09	6.85E-09	1.73E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.53E-03	3.08E-05	8.05E-01	2.44E-03	9.89E-06	1.28E-03	1.44E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.70E+00	8.30E-05	3.72E-02	3.70E+01	80	85

TABLA 46 Resultados de cadena CuEULd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00258456
residuos sólidos peligrosos	1.6606E-05
Cianuro	3.4274E-09
VOC	9.2362E-06
Daño a los ecosistemas	39.7688594
Residuos sólidos totales	15.9068369
Cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00070681
eutrofización acuática	0.00342033
Nox	0.00030594
óxido nitroso	1.9776E-06
compuestos nitrogenados	0.00106022
eutrofización terrestre	7.95516296
polvo	0.00287711
residuos sólidos totales	15.9068369
Nox	0.00061187
Niebla de verano y oxidación.	0.01084305
Polvo	0.00431567
VOC	2.1551E-05
afectación a la capa de ozono	0.0647667
SO2	0.00038541
CO	0.00024378
VOC	1.8472E-05
efecto invernadero	1.41037524
CO	0.00073135
CO2	0.56341874
acidificación del medio	0.00948288
Nox	0.00030594
SO2	0.00064235
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.425
% de recurso utilizado	42.5
TOTAL	89.6504951

TABLA 47 CADENA CuCSF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NO _x	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	4.3 9E-11	0	0	0	0.00 0059 86	1.62 565E -05	0.00 883 14	1.61 745E -05	2.19 E-07	0.00 0060 885	0.00 0008 282	0.00 234 28	0	0.00 0010 619
ACERO DESGAS TE	9.5 4E-09	2.3 3E-08	1.77 472E -06	0.00 098 061	0.00 2466 56	7.43 E-07	0.87 262 08	0.00 9324 8	1.11 296E -05	0.00 2553 792	0.00 4776 704	0.03 645 719	4.40 07E- 06	0.12 6719 791
ACERO BARREN ACION	2.4 9E-09	6.0 7E-09	4.64 E-07	2.51 E-04	7.11 E-04	1.94 E-07	2.35 E-01	2.80 E-03	3.08 E-06	7.05 E-04	1.24 E-03	8.74 E-03	1.57 E-06	3.72 E-02
NEUMAT ICOS	1.0 6E-13	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	1.10 E-05	1.37 E-11	9.36 E-03	1.16 E-06	6.19 E-08	3.92 E-05	5.41 E-06	4.25 E-04	9.42 E-06	2.92 E-04
EXPLOSI VOS	8.9 8E-03	0	0.00 E+0 0	0	7.56 E-04	0	0.00 E+0 0	0.00 3213	0.00 E+0 0	0.00 0094 5	3.40 E-02	0	0.00 E+0 0	0
CAL	0	0	0	0	3.26 281E -06	8.04 227E -07	0.00 389 142	1.43 583E -06	6.06 662E -07	6.54 557E -06	0.07 1841 6	1.44 08E -05	1.41 688E -08	2.18 518E -07
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	8.5 0E-08	0	0.00 E+0 0	0	1.52 E-06	2.00 807E -07	2.01 E-03	6.67 301E -07	1.42 E-05	1.83 917E -07	2.55 E-02	2.01 08E -05	7.83 E-09	7.23 87E- 08
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E +00	9.6 3E-06	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	3.47 E-04	4.13 E-04	4.29 E-02	1.93 E-05	0.00 E+0 0	3.44 E-04	1.18 E-04	2.25 E-03	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0
producció n de energía	1.1 8E-07	0	2.97 E-10	0	3.52 E-03	7.99 537E -05	2.47 E+0 0	0.00 0563 597	3.14 E-05	0.00 1911 048	1.22 E-04	11.7 512 792	1.13 E-05	0.05 3647 409
TOTAL	8.9 8E-03	9.6 5E-06	6.85 E-09	1.23 E-03	7.88 E-03	5.12 E-04	3.64 E+0 0	1.59 E-02	6.07 E-05	5.72 E-03	1.38 E-01	1.18 E+0 1	2.67 E-05	2.18 E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuCSF	219.78	168.26	0.0205	0.3008	8.80E-02	2.20E-03	0.0945	0.9978	0	0.2681	0	3.50E-02	14002.4

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
8.98E-03	9.65E-06	6.85E-09	1.23E-03

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
7.88E-03	5.12E-04	3.64E+00	1.59E-02	6.07E-05	5.72E-03	1.38E-01

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.18E+01	2.67E-05	2.18E-01	2.20E+02	90	80

TABLA 48 Resultados de Cadena CuCSF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.01588219
residuos sólidos peligrosos	5.3364E-06
Cianuro	3.4274E-09
VOC	0.00015348
Daño a los ecosistemas	231.808373
Residuos sólidos totales	92.7197583
Cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00359109
eutrofización acuática	0.01743484
Nox	0.00157517
óxido nitroso	1.2134E-05
compuestos nitrogenados	0.00538663
eutrofización terrestre	46.3752145
polvo	0.02752043
residuos sólidos totales	92.7197583
Nox	0.00315034
Niebla de verano y oxidación.	0.10409691
Polvo	0.04128064
VOC	0.00035812
afectación a la capa de ozono	0.3615429
SO2	0.00171462
CO	0.00159385
VOC	0.00030696
efecto invernadero	6.38750603
CO	0.00478154
CO2	2.55022087
acidificación del medio	0.04432865
Nox	0.00157517
SO2	0.00285769
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.4
% de recurso utilizado	40
TOTAL	330.5143794

TABLA 49 CADENA CuCSL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	3.17E-10	0	0	0	0.00043216	0.000117364	0.0637584	0.000116772	1.58E-06	0.00043956	0.000059792	0.01691388	0	0.000076664
ACERO DESGASTE	6.88E-09	1.68E-08	1.2803E-06	0.000742	0.0017794	5.36E-07	0.629517	0.006727	0.000008029	0.00184233	0.00344596	0.02630056	3.17471E-06	0.09141687
ACERO BARRERACION	1.78E-10	4.35E-10	3.32E-08	1.80E-05	5.09E-05	1.39E-08	1.68E-02	2.00E-04	2.21E-07	5.05E-05	8.88E-05	6.26E-04	1.13E-07	2.66E-03
NEUMATICOS	7.84E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.13E-06	1.01E-11	6.89E-03	8.51E-07	4.56E-08	2.88E-05	3.98E-06	3.13E-04	6.94E-06	2.15E-04
EXPLOSIVOS	3.09E-02	0	0.00E+00	0	2.60E-03	0	0.00E+00	0.0110602	0.00E+00	0.0003253	1.17E-01	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.31814E-06	3.24899E-07	0.00157209	5.80061E-07	2.45085E-07	2.64434E-06	0.0290232	5.8208E-06	5.72402E-09	8.82789E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Produccion de Energia	8.27E-08	0	2.08E-10	0	2.46E-03	5.59498E-05	1.73E+00	0.000394392	2.19E-05	0.001337307	8.51E-05	8.22327706	7.88E-06	0.037541233
TOTAL	3.09E-02	1.72E-08	6.85E-09	7.25E-04	7.34E-03	1.74E-04	2.45E+00	1.85E-02	3.21E-05	4.03E-03	1.50E-01	8.27E+00	1.81E-05	1.32E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuCSL	158.73	178.666	0.148	0.217	6.30E-03	1.62E-03	0.3253	0.4031	2.57	0	0.0333	0.00E+00	9798.56

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
8.98E-03	9.65E-06	6.85E-09	1.23E-03

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
7.88E-03	5.12E-04	3.64E+00	1.59E-02	6.07E-05	5.72E-03	1.38E-01

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.18E+01	2.67E-05	2.18E-01	1.59E+02	90	100

TABLA 50 Resultados de cadena CuCSL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.01588219
residuos sólidos peligrosos	5.3364E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	0.00015348
Daño a los ecosistemas	170.758373
Residuos sólidos totales	68.2997583
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00359109
eutrofización acuática	0.01743484
Nox	0.00157517
óxido nítrico	1.2134E-05
compuestos nitrogenados	0.00538663
eutrofización terrestre	34.1652145
polvo	0.02752043
residuos sólidos totales	68.2997583
Nox	0.00315034
niebla de verano y oxidación.	0.10409691
polvo	0.04128064
VOC	0.00035812
afectación a la capa de ozono	0.3615429
SO2	0.00171462
CO	0.00159385
VOC	0.00030696
efecto invernadero	6.38750603
CO	0.00478154
CO2	2.55022087
acidificación del medio	0.04432865
Nox	0.00157517
SO2	0.00285769
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.5
% de recurso utilizado	50
TOTAL	257.3543794

TABLA 51 CADENA CuCUL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.6 1E-10	0	0	0	0.00 0219	0.00 0059 475	0.03 231	0.00 0059 175	8.03 E-07	0.00 0222 75	0.00 003 03	0.00 857 123	0	0.00 0038 85
ACERO DESGASTE	7.7 3E-09	1.8 9E-08	1.43 96E-06	0.00 079 544	0.00 2000 8	6.03 E-07	0.70 784 4	0.00 7564	0.00 0009 028	0.00 2071 56	0.00 387 472	0.02 957 298	3.56 972E-06	0.10 2791 32
ACERO BARRENACION	3.5 4E-10	8.6 3E-10	6.59 E-08	3.57 E-05	1.01 E-04	2.75 E-08	3.34 E-02	3.98 E-04	4.38 E-07	1.00 E-04	1.76 E-04	1.24 E-03	2.23 E-07	5.28 E-03
NEUMATICOS	6.9 7E-13	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	7.23 E-05	8.97 E-11	6.13 E-02	7.57 E-06	4.05 E-07	2.56 E-04	3.54 E-05	2.78 E-03	6.17 E-05	1.91 E-03
EXPLOSIVOS	3.6 1E-02	0	0.00 E+00	0	3.04 E-03	0	0.00 E+00	0.01 292	0.00 E+00	0.00 038	1.37 E-01	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	1.48 131E-06	3.65 118E-07	0.00 176 67	6.51 867E-07	2.75 424E-07	2.97 168E-06	0.03 261 6	6.54 13E-06	6.43 26E-09	9.92 07E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccion de Energia	1.2 4E-07	0	3.11 E-10	0	3.69 E-03	8.38 864E-05	2.59 E+00	0.00 0591 318	3.29 E-05	0.00 2005 045	1.28 E-04	12.3 292 843	1.18 E-05	0.05 6286 141
TOTAL	3.6 1E-02	1.9 7E-08	6.85 E-09	8.31 E-04	9.13 E-03	1.44 E-04	3.43 E+00	2.15 E-02	4.39 E-05	5.04 E-03	1.74 E-01	1.24 E+01	7.73 E-05	1.66 E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA	MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	producción de energía (Kj)
CuCUL	178.57	201.57	0.075	0.244	1.25E-02	1.44E-02	0.38	0.453	2.9	0	0.041	0.00E+00	14691.13

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
3.61E-02	1.97E-08	6.85E-09	8.31E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO2	CO	N2O	SO2	Polvo
0.009127772	0.000144357	3.426508599	0.021540211	4.38568E-05	0.005038743	0.17366018

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.24E+01	7.73E-05	1.66E-01	1.79E+02	80	90

TABLA 52 CADENA CuCUL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00587692
residuos sólidos peligrosos	1.5459E-05
cianuro	3.4274E-09
VOC	4.3307E-05
Daño a los ecosistemas	191.143947
Residuos sólidos totales	76.4431388
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.01444005
eutrofización acuática	0.05873601
Nox	0.00182555
óxido nitroso	8.7714E-06
compuestos nitrogenados	0.02166008
eutrofización terrestre	38.240761
polvo	0.03473204
residuos sólidos totales	76.4431388
Nox	0.00365111
Niebla de verano y oxidación.	0.13049776
polvo	0.05209806
VOC	0.00010105
afectación a la capa de ozono	0.37522581
SO2	0.00151162
CO	0.00215402
VOC	8.6614E-05
efecto invernadero	6.01254521
CO	0.00646206
CO2	2.39855602
acidificación del medio	0.04344926
Nox	0.00182555
SO2	0.00251937
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	276.4610392

TABLA 53 CADENA CuCULd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.4 3E-10	0	0	0	0.00 0194 764	5.28 931E -05	0.02 873 436	5.26 263E -05	7.14 E-07	0.00 0198 099	2.69 468E -05	0.00 762 268	0	3.45 506E -05
ACERO DESGAS TE	6.8 8E-09	1.6 8E-08	1.28 03E -06	0.00 070 742	0.00 1779 4	5.36 E-07	0.62 951 7	0.00 6727	0.00 0008 029	0.00 1842 33	0.00 3445 96	0.02 630 056	3.17 471E -06	0.09 1416 87
ACERO BARREN ACION	3.1 4E-10	7.6 6E-10	5.85 E-08	3.17 E-05	8.97 E-05	2.44 E-08	2.96 E-02	3.53 E-04	3.89 E-07	8.89 E-05	1.57 E-04	1.10 E-03	1.98 E-07	4.69 E-03
NEUMAT ICOS	6.2 0E-13	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	6.43 E-05	7.97 E-11	5.45 E-02	6.73 E-06	3.60 E-07	2.28 E-04	3.15 E-05	2.47 E-03	5.48 E-05	1.70 E-03
EXPLOSI VOS	7.5 7E-03	0	0.00 E+0 0	0	6.37 E-04	0	0.00 E+0 0	0.00 2709 12	0.00 E+0 0	0.00 0079 68	2.87 E-02	0	0.00 E+0 0	0
CAL	0	0	0	0	1.31 781E -06	3.24 818E -07	0.00 157 17	5.79 917E -07	2.45 024E -07	2.64 368E -06	0.02 9016	5.81 93E- 06	5.72 26E- 09	8.82 57E- 08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E +00	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0	0.00 E+0 0	0
CIANUR O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E +00	0.0 0E +00	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0
Produccio n de Energia	1.1 6E-07	0	2.91 E-10	0	3.45 E-03	7.83 81E- 05	2.42 E+0 0	0.00 0552 511	3.07 E-05	0.00 1873 457	1.19 E-04	11.5 201 292	1.10 E-05	0.05 2592 154
TOTAL	7.5 7E-03	1.7 5E-08	6.85 E-09	7.39 E-04	6.22 E-03	1.32 E-04	3.16 E+0 0	1.04 E-02	4.05 E-05	4.31 E-03	6.15 E-02	1.16 E+0 1	6.92 E-05	1.50 E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	producción de energía (Kj)
CuCULd	158.73	122.25	0.0667	0.217	1.11E-02	1.28E-02	0.07968	0.403	0	0	0.0333	0.00E+00	13726.97

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
7.57E-03	1.75E-08	6.85E-09	7.39E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
6.22E-03	1.32E-04	3.16E+00	1.04E-02	4.05E-05	4.31E-03	6.15E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.16E+01	6.92E-05	1.50E-01	1.59E+02	80	90

TABLA 54 Resultados de cadena CuCULd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00535001
residuos sólidos peligrosos	1.3849E-05
cianuro	3.4274E-09
VOC	3.9648E-05
Daño a los ecosistemas	170.445707
Residuos sólidos totales	68.1752549
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00302789
eutrofización acuática	0.01448367
Nox	0.00124354
óxido nitroso	8.097E-06
compuestos nitrogenados	0.00454183
eutrofización terrestre	34.0950191
polvo	0.01229617
residuos sólidos totales	68.1752549
Nox	0.00248708
Niebla de verano y oxidación.	0.0463419
polvo	0.01844425
VOC	9.2512E-05
afectación a la capa de ozono	0.24133303
SO2	0.00129388
CO	0.00104015
VOC	7.9296E-05
efecto invernadero	5.54460731
CO	0.00312046
CO2	2.21472246
acidificación del medio	0.03400005
Nox	0.00124354
SO2	0.00215647
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.45
% de recurso utilizado	45
TOTAL	250.876842

TABLA 55 CADENA CuCUF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	1.9 8E-10	0	0	0	0.00 0269 808	7.32 732E-05	0.03 980 592	7.29 036E-05	9.89 E-07	0.00 0274 428	3.73 296E-05	0.01 055 975	0	4.78 632E-05
ACERO DESGASTE	9.5 4E-09	2.3 3E-08	1.77 531E-06	0.00 098 093	0.00 2467 38	7.43 E-07	0.87 291 09	0.00 9327 9	1.11 333E-05	0.00 2554 641	0.00 4778 292	0.03 646 931	4.40 217E-06	0.12 6761 918
ACERO BARRERACION	4.3 3E-10	1.0 6E-09	8.06 E-08	4.37 E-05	1.24 E-04	3.37 E-08	4.09 E-02	4.87 E-04	5.36 E-07	1.23 E-04	2.16 E-04	1.52 E-03	2.73 E-07	6.46 E-03
NEUMATICOS	8.6 2E-13	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	8.94 E-05	1.11 E-10	7.58 E-02	9.35 E-06	5.01 E-07	3.17 E-04	4.38 E-05	3.44 E-03	7.62 E-05	2.37 E-03
EXPLOSIVOS	1.0 5E-02	0	0.00 E+00	0	8.82 E-04	0	0.00 E+00	0.00 3750 2	0.00 E+00	0.00 0110 3	3.97 E-02	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	3.26 248E-06	8.04 146E-07	0.00 389 103	1.43 569E-06	6.06 602E-07	6.54 491E-06	0.07 1834 4	1.44 07E-05	1.41 673E-08	2.18 496E-07
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	8.5 0E-08	0	0.00 E+00	0	1.52 E-06	2.00 807E-07	2.01 E-03	6.67 301E-07	1.42 E-05	1.83 917E-07	2.55 E-02	2.01 08E-05	7.83 E-09	7.23 87E-08
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	9.6 3E-06	0.00 E+00	0.00 E+00	3.47 E-04	4.13 E-04	4.29 E-02	1.93 E-05	0.00 E+00	3.44 E-04	1.18 E-04	2.25 E-03	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccion de Energia	1.6 4E-07	0	4.12 E-10	0	4.89 E-03	0.00 0111 012	3.43 E+00	0.00 0782 53	4.35 E-05	0.00 2653- 407	1.69 E-04	16.3 161 457	1.56 E-05	0.07 4487 12
TOTAL	1.0 5E-02	9.6 5E-06	6.85 E-09	1.02 E-03	9.07 E-03	6.00 E-04	4.51 E+00	1.45 E-02	7.15 E-05	6.38 E-03	1.42 E-01	1.64 E+01	9.66 E-05	2.10 E-01

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL/MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)												
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)	
CuCUF	219.78	169.27 4	0.092 4	0.300 9	1.53E -02	1.78E -02	0.110 3	0.997 7	0	0.268 1	0	3.50E-02	1944 1.73	

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.05E-02	9.65E-06	6.85E-09	1.02E-03

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
9.07E-03	6.00E-04	4.51E+00	1.45E-02	7.15E-05	6.38E-03	1.42E-01

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	area afectad	% de recurso utilizado
1.64E+0 1	9.66E-05	2.10E-01	2.20E+02	80	85

TABLA 56 Resultados de la cadena CuCUF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.01991753
residuos sólidos peligrosos	1.9315E-05
cianuro	3.4274E-09
VOC	0.00017986
Daño a los ecosistemas	236.3711117
Residuos sólidos totales	94.5442553
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.0041915
eutrofización acuática	0.02028956
Nox	0.00181426
óxido nitroso	1.4305E-05
compuestos nitrogenados	0.00628726
eutrofización terrestre	47.2881793
polvo	0.02847481
residuos sólidos totales	94.5442553
Nox	0.00362852
Niebla de verano y oxidación.	0.10782971
polvo	0.04271222
VOC	0.00041967
afectación a la capa de ozono	0.37197701
SO2	0.00191498
CO	0.00144508
VOC	0.00035971
efecto invernadero	7.8955571
CO	0.00433523
CO2	3.15388761
acidificación del medio	0.05005893
Nox	0.00181426
SO2	0.00319163
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	40
Área afectada	40
Recursos naturales utilizados	0.425
% de recurso utilizado	42.5
TOTAL	332.549926

TABLA 57 CADENA CuVUL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	2.8 1E-11	0	0	0	3.83 688E-05	1.04 2E-05	0.00 566 071	1.03 675E-05	1.41 E-07	3.90 258E-05	5.30 856E-06	0.00 150 168	0	6.80 652E-06
ACERO DESGASTE	1.3 6E-09	3.3 1E-09	2.52 52E-07	0.00 013 953	0.00 0350 96	1.06 E-07	0.12 416 28	0.00 1326 8	1.58 36E-06	0.00 0363 372	0.00 0679 664	0.00 518 739	6.26 164E-07	0.01 8030 609
ACERO BARRERACION	6.2 0E-11	1.5 1E-10	1.15 E-08	6.26 E-06	1.77 E-05	4.82 E-09	5.85 E-03	6.96 E-05	7.67 E-08	1.75 E-05	3.09 E-05	2.18 E-04	3.91 E-08	9.25 E-04
NEUMATICOS	1.2 1E-13	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	1.26 E-05	1.56 E-11	1.06 E-02	1.31 E-06	7.04 E-08	4.45 E-05	6.15 E-06	4.83 E-04	1.07 E-05	3.32 E-04
EXPLOSIVOS	4.4 7E-03	0	0.00 E+00	0	3.76 E-04	0	0.00 E+00	0.00 1598	0.00 E+00	0.00 0047	1.69 E-02	0	0.00 E+00	0
CAL	0	0	0	0	2.61 6E-07	6.44 8E-08	0.00 031 2	1.15 12E-07	4.86 4E-08	5.24 8E-07	0.00 576	1.15 52E-06	1.13 6E-09	1.75 2E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.0 0E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0	0.00 E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.0 0E+00	0.0 0E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00	0.00 E+00
Produccion de Energia	2.0 0E-08	0	5.03 E-11	0	5.96 E-04	1.35 382E-05	4.18 E-01	9.54 315E-05	5.31 E-06	0.00 0323 59	2.06 E-05	1.98 979 679	1.91 E-06	0.00 9083 9
TOTAL	4.4 7E-03	3.4 6E-09	6.85 E-09	1.46 E-04	1.39 E-03	2.41 E-05	5.65 E-01	3.10 E-03	7.23 E-06	8.36 E-04	2.34 E-02	2.00 E+00	1.33 E-05	2.84 E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuVUL	31.25	35.32	0.01314	0.0428	2.19E-03	2.50E-03	0.047	0.08	0.5062	0	0.00718	0.00E+00	2370.97

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
4.47E-03	3.46E-09	6.85E-09	1.46E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.39E-03	2.41E-05	5.65E-01	3.10E-03	7.23E-06	8.36E-04	2.34E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.997187666	1.32814E-05	0.028378669	31.25	90	85

TABLA 58 Resultados de cadena CuVUL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00098997
residuos sólidos peligrosos	2.6563E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	7.24E-06
Daño a los ecosistemas	33.2800446
Residuos sólidos totales	13.3102318
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00178601
eutrofización acuática	0.00739708
Nox	0.00027837
óxido nítrico	1.4462E-06
compuestos nitrogenados	0.00267901
eutrofización terrestre	6.65773656
polvo	0.00468452
residuos sólidos totales	13.3102318
Nox	0.00055675
Niebla de verano y oxidación.	0.01760917
polvo	0.00702677
VOC	1.6893E-05
afectación a la capa de ozono	0.05753118
SO2	0.00025066
CO	0.00031017
VOC	1.448E-05
efecto invernadero	0.99038618
CO	0.0009305
CO2	0.39522397
acidificación del medio	0.00696149
Nox	0.00027837
SO2	0.00041777
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.425
% de recurso utilizado	42.5
TOTAL	86.44365627

TABLA 59 CADENA CuVUL

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendedos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	2.50E-11	0	0	0	3.41056E-05	9.26224E-06	0.00503174	9.21552E-06	1.25E-07	3.46896E-05	4.71872E-06	0.00133483	0	6.05024E-06
ACERO DESGASTE	1.20E-09	2.94E-09	2.242E-07	0.00012388	0.0003116	9.39E-08	0.110238	0.001178	0.000001406	0.00032262	0.00060344	0.00460563	5.5594E-07	0.016008484
ACERO BARRERACION	5.49E-11	1.34E-10	1.02E-08	5.54E-06	1.57E-05	4.27E-09	5.18E-03	6.17E-05	6.79E-08	1.55E-05	2.74E-05	1.93E-04	3.46E-08	8.19E-04
NEUMATICOS	1.09E-13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.13E-05	1.40E-11	9.58E-03	1.18E-06	6.33E-08	4.00E-05	5.53E-06	4.35E-04	9.64E-06	2.99E-04
EXPLOSIVOS	1.32E-03	0	0.00E+00	0	1.11E-04	0	0.00E+00	0.0004726	0.00E+00	0.0000139	5.00E-03	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	2.30535E-07	5.6823E-08	0.00027495	1.0145E-07	4.2864E-08	4.6248E-07	0.005076	1.018E-06	1.0011E-09	1.54395E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Produccion de Energia	2.03E-08	0	5.09E-11	0	6.04E-04	1.37178E-05	4.24E-01	9.6697E-05	5.38E-06	0.000327881	2.09E-05	2.01618228	1.93E-06	0.009204356
TOTAL	1.32E-03	3.07E-09	6.85E-09	1.29E-04	1.09E-03	2.31E-05	5.54E-01	1.82E-03	7.09E-06	7.55E-04	1.07E-02	2.02E+00	1.22E-05	2.63E-02

CLAVE DE IDENTIFICACION DE LA CADENA MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)												
	AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)	
CuVU L	27.7 8	21. 4	0.0116 8	0.03 8	1.94E -03	2.25E -03	0.013 9	0.070 5	0	0	0.00583 3	0.00E+0 0	2402.4 1

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspension	cianuro	ácido sulfúrico
1.32E-03	3.07E-09	6.85E-09	1.29E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.09E-03	2.31E-05	5.54E-01	1.82E-03	7.09E-06	7.55E-04	1.07E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.02E+0 0	1.22E-05	2.63E-02	2.78E+01	85	85

TABLA 60 Resultados de cadena CuVUL

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00093761
residuos sólidos peligrosos	2.4322E-06
cianuro	3.4274E-09
VOC	6.9405E-06
Daño a los ecosistemas	29.8304214
Residuos sólidos totales	11.9316403
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00052821
eutrofización acuática	0.00252835
Nox	0.00021761
óxido nitroso	1.4173E-06
compuestos nitrogenados	0.00079231
eutrofización terrestre	5.96711197
polvo	0.00214838
residuos sólidos totales	11.9316403
Nox	0.00043522
Niebla de verano y oxidación.	0.00809691
polvo	0.00322257
VOC	1.6194E-05
afectación a la capa de ozono	0.04223712
SO2	0.00022654
CO	0.00018195
VOC	1.3881E-05
efecto invernadero	0.97055958
CO	0.00054585
CO2	0.38767799
acidificación del medio	0.00595179
Nox	0.00021761
SO2	0.00037757
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	42.5
Área afectada	42.5
Recursos naturales utilizados	0.425
% de recurso utilizado	42.5
TOTAL	79.75284468

TABLA 61 CADENA CuVSLd

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NOx	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	5.54 E-11	0	0	0	7.5657 2E-05	2.0546 6E-05	0.0111 620 3	2.0443 E-05	2.77 E-07	7.69527 E-05	1.04676E-05	0.002961 07	0	1.34214E-05
ACERO DESGASTE	1.20 E-09	2.94 E-09	2.242 E-07	0.0001 238 8	0.0003 116	9.39E-08	0.1102 38	0.0011 78	0.000406	0.000322 62	0.0006034 4	0.004605 63	5.5594 E-07	0.016008 484
ACERO BARRENACION	3.14 E-11	7.66 E-11	5.85E-09	3.17E-06	8.97E-06	2.44E-09	2.96E-03	3.53E-05	3.89 E-08	8.89 E-06	1.57E-05	1.10 E-04	1.98E-08	4.69E-04
NEUMATICOS	1.36 E-14	0.00 E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+00	1.41E-06	1.74E-12	1.19E-03	1.47E-07	7.88 E-09	4.98 E-06	6.88E-07	5.41 E-05	1.20E-06	3.72E-05
EXPLOSIVOS	1.13 E-03	0	0.00E+0 0	0	9.52E-05	0	0.00E+0 0	0.0004 046	0.00E+0 0	0.000011 9	4.28E-03	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	2.3053 5E-07	5.6823 E-08	0.0002 749 5	1.0145 E-07	4.2864E-08	4.6248E-07	0.005076	1.018E-06	1.0011 E-09	1.54395E-08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	0.00 E+0 0	0	0.00E+0 0	0	0.00E+0 0	0	0.00E+0 0	0	0.00E+0 0	0	0.00E+00	0	0.00E+00	0
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00 E+0 0	0.00 E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+00	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+0 0	0.00E+00	0.00E+0 0	0.00E+00	0.00E+0 0
Produccion de Energia	1.45 E-08	0	3.64E-11	0	4.31E-04	9.7919 6E-06	3.02E-01	6.9023 9E-05	3.84 E-06	0.000234 047	1.49E-05	1.439184 26	1.38E-06	0.006570 221
TOTAL	1.13 E-03	3.01 E-09	6.85E-09	1.27E-04	9.24E-04	3.05E-05	4.28E-01	1.71E-03	5.61 E-06	6.60 E-04	1.00E-02	1.45E+0 0	3.16E-06	2.31E-02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL MOVIDO PARA PRODUCIR 1 KG DE METAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuVSLd	27.78	21.268	0.02591	0.038	1.11E-03	2.80E-04	0.0119	0.0705	0	0	0.0058	0.00E+00	1714.88

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión		cianuro
1.13E-03	3.01E-09		6.85E-09
			ácido sulfúrico
			1.27E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
9.24E-04	3.05E-05	4.28E-01	1.71E-03	5.61E-06	6.60E-04	1.00E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
1.45E+00	3.16E-06	2.31E-02	2.73E+01	90	100

TABLA 62 Resultados de la cadena CuVSLd

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00097821
residuos sólidos peligrosos	6.3113E-07
cianuro	3.4274E-09
VOC	9.1475E-06
Daño a los ecosistemas	28.7391482
Residuos sólidos totales	11.4952071
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00045221
eutrofización acuática	0.00216066
Nox	0.00018483
óxido nitroso	1.1228E-06
compuestos nitrogenados	0.00067831
eutrofización terrestre	5.74878889
polvo	0.00200103
residuos sólidos totales	11.4952071
Nox	0.00036967
Niebla de verano y oxidación.	0.00755721
polvo	0.00300154
VOC	2.1344E-05
afectación a la capa de ozono	0.03870133
SO2	0.00019796
CO	0.00017076
VOC	1.8295E-05
efecto invernadero	0.75054212
CO	0.00051228
CO2	0.29970456
acidificación del medio	0.00514761
Nox	0.00018483
SO2	0.00032993
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	45
Área afectada	45
Recursos naturales utilizados	0.5
% de recurso utilizado	50
TOTAL	80.79302429

TABLA 63 CADENA CuVSF

Material	Compuestos Nitrogenados	Sólidos Suspendidos	Cianuro	H ₂ SO ₄	NO _x	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo	Sólidos	Residuos peligrosos	Sólidos Reciclables
DIESEL	7.66E-11	0	0	0	0.00 010 453 6	2.83 894 E- 05	0.01 542 E- 264	2.82 462 E- 05	3.83 E- 07	0.00 0106 326	1.44 632E -05	0.00 409 133	0	1.85 444 E- 05
ACERO DESGASTE	1.67E-09	4.07E-09	3.103 4E-07	0.00 017 148	0.00 043 132	1.30 E- 07	0.15 259 26	0.00 163 06	1.94 62E -06	0.00 0446 574	0.00 0835 288	0.00 637 516	7.695 38E- 07	0.02 215 911 2
ACERO BARRERACION	4.33E-11	1.06E-10	8.06E-09	4.37 E- 06	1.24 E-05	3.37 E- 09	4.09 E- 03	4.87 E- 05	5.36 E- 08	1.23 E-05	2.16 E-05	1.52 E- 04	2.73E-08	6.46 E- 04
NEUMATICOS	1.89E-14	0.00E+00	0.00E+00	0.00 E+0 0	1.96 E-06	2.43 E- 12	1.66 E- 03	2.05 E- 07	1.10 E- 08	6.94 E-06	9.59 E-07	7.54 E- 05	1.67E-06	5.18 E- 05
EXPLOSIVOS	1.57E-03	0	0.00E+00	0	1.32 E-04	0	0.00 E+0 0	0.00 056 1	0.00 E+0 0	0.00 0016 5	5.94 E-03	0	0.00E+00	0
CAL	0	0	0	0	5.70 942 E-07	1.40 728 E- 07	0.00 068 094	2.51 249 E- 07	1.06 157 E- 07	1.14 538E -06	0.01 2571 2	2.52 12E -06	2.479 32E- 09	3.82 374 E- 08
H2SO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NaOH	1.49E-08	0	0.00E+00	0	2.66 E-07	3.51 281 E- 08	3.52 E- 04	1.16 734 E- 07	2.49 E- 06	3.21 734E -08	4.46 E-03	3.51 75E -06	1.37E-09	1.26 63E -08
CIANURO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	0.00E+00	1.68E-06	0.00E+00	0.00 E+0 0	6.05 E-05	7.22 E- 05	7.49 E- 03	3.36 E- 06	0.00 E+0 0	6.01 E-05	2.07 E-05	3.92 E- 04	0.00E+00	0.00 E+0 0
Produccion de Energia	2.07E-08	0	5.19E-11	0	6.16 E-04	1.39 913 E- 05	4.32 E- 01	9.86 254 E- 05	5.49 E- 06	0.00 0334 42	2.13 E-05	2.05 638 994	1.97E-06	0.00 938 791 3
TOTAL	1.57E-03	1.68E-06	6.85E-09	1.76 E- 04	1.36 E-03	1.15 E- 04	6.14 E- 01	2.37 E- 03	1.05 E- 05	9.84 E-04	2.39 E-02	2.07 E+0 0	4.44E-06	3.23 E- 02

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LA CADENA	KILOGRAMOS DE MATERIAL/MOVIDO PARAPRODUCIR 1 KG DEMETAL	KILOGRAMOS DE MATERIAL PARA OBTENER 1 KILOGRAMO DE METAL EN CONCENTRADO. (1)											
		AGUA	DIESEL	ACERO DESGASTE	ACERO BARRENACION	NEUMATICOS	EXPLOSIVOS	CAL	H ₂ SO ₄	NaOH	CIANURO	OTROS	Produccion de energia (Kj)
CuVSF	38.46	29.44	0.0358	0.0526	1.53E-03	3.90E-04	0.0165	0.1746	0	0.0469	0	6.11E-03	2450.32

AGUA			
Compuesto nitrogenado	solidos a suspensión	cianuro	ácido sulfúrico
1.57E-03	1.68E-06	6.85E-09	1.76E-04

ATMOSFERA						
Nox	VOC	CO ₂	CO	N ₂ O	SO ₂	Polvo
1.36E-03	1.15E-04	6.14E-01	2.37E-03	1.05E-05	9.84E-04	2.39E-02

SUELO					
Solidos	Residuos Peligrosos	Solidos Reciclables	Material estéril (rocas).	área afectad	% de recurso utilizado
2.07E+00	4.44E-06	3.23E-02	3.85E+01	85	100

TABLA 64 Resultados de la cadena CuVSF

Valoración del análisis de ciclo de vida de las cadenas productivas de metales	
Daño a los humanos por toxicidad	0.00353521
residuos sólidos peligrosos	8.8847E-07
cianuro	3.4274E-09
VOC	3.446E-05
Daño a los ecosistemas	40.5613178
Residuos sólidos totales	16.2239001
cianuro	1.371E-09
compuestos nitrogenados	0.00062701
eutrofización acuática	0.00303629
Nox	0.0002719
óxido nitroso	2.0949E-06
compuestos nitrogenados	0.00094052
eutrofización terrestre	8.11461004
polvo	0.00477618
residuos sólidos totales	16.2239001
Nox	0.0005438
Niebla de verano y oxidación.	0.0181117
polvo	0.00716427
VOC	8.0407E-05
afectación a la capa de ozono	0.06013211
SO2	0.00029529
CO	0.00023711
VOC	6.892E-05
efecto invernadero	1.07672388
CO	0.00071132
CO2	0.42997824
acidificación del medio	0.00764056
Nox	0.0002719
SO2	0.00049216
H2SO4	0
Espacio natural utilizado	42.5
Área afectada	42.5
Recursos naturales utilizados	0.5
% de recurso utilizado	50
TOTAL	92.84510758

TABLA 65 Resultados

NUMERO	CADENA	TOTAL
1	Cadena CuMvSL	78.8968477
2	Cadena CuPiUF	79.0363499
3	Cadena CuVULd	79.7528447
4	Cadena CuVSLd	80.7930243
5	Cadena CuVUL	86.4436563
6	Cadena CuEUF	87.0035775
7	Cadena CuEULd	89.6504951
8	Cadena CuMvUF	91.7903835
9	Cadena CuVSF	92.8451076
10	Cadena CuESLd	93.2743606
11	Cadena CuEUL	95.0889376
12	Cadena CuESL	101.511347
13	Cadena CuPiUL	113.710049
14	Cadena CuPiULd	114.010571
15	Cadena CuPiSLd	117.171209
16	Cadena CuPiSL	118.958023
17	Cadena CuMSLd	133.826095
18	Cadena CuMSLd	136.121763
19	Cadena CuMSL	137.812509
20	Cadena CuMSL	143.84526
21	Cadena CuPiSF	147.514666
22	Cadena CuMSF	179.764886
23	Cadena CuMUF	186.735378
24	Cadena CuESF	192.029633
25	Cadena CuPUF	223.605402
26	Cadena CuPUL	233.207908
27	Cadena CuCULd	250.876842
28	Cadena CuCSL	257.354379
29	Cadena CuCSLd	268.889462
30	Cadena CuCUL	276.461039
31	Cadena CuPSF	301.117076
32	Cadena CuPSL	324.34409
33	Cadena CuCSF	330.514379
34	Cadena CuCUF	332.549926