

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN BASE A
LA NORMA ISO 14064-1:2018 EN LA PLANTA
CONCENTRADORA DE MINERALES DE LA CORPORACIÓN
MINERA TOMA LA MANO S.A., DISTRITO DE TICAPAMPA,
PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH,
2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. HUAYANEY CORDOVA, NATALYA BRIGGITH

ASESOR:

Dr. Ing. TUYA CASTILLO, ELADIO GUILLERMO

Huaraz, Ancash, Perú

Noviembre, 2022





"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los miembros del Jurado Evaluador de Tesis, en pleno que suscriben, reunidos a los veintinueve días de noviembre del dos mil veintidós, en el Auditorium de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), de conformidad a la normatividad vigente condujeron el acto académico público de sustentación y defensa de la tesis "**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN BASE A LA NORMA ISO 14064-1:2018 EN LA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERALES DE LA CORPORACIÓN MINERA TOMA LA MANO S.A., DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH, 2021**" que presentó NATALYA BRIGGITH HUAYANEY CORDOVA para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Después de haber atendido la sustentación y defensa oral, y haber escuchado las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

Con el calificativo de: CATORCE (14)

En consecuencia, **HUAYANEY CORDOVA NATALYA BRIGGITH**, queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM), el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 29 de noviembre 2022

Dr. PRUDENCIO CELSO HIDALGOCAMARENA
Presidente
Jurado de sustentación

Dra. BHENY JANETT TUYA CERNA
Primer miembro
Jurado de sustentación

Ing. FRIDA MONICA CABALLERO BEDRIÑANA
Segundo miembro
Jurado de sustentación

Dr. ELADIO GUILLERMO TUYA CASTILLO
Asesor de tesista

DEDICATORIA

A mis padres Juan y Lourdes, por su constante apoyo, su esfuerzo incansable, motivación sin frenos y su amor inconmensurable, a ellos es a quienes les debo todo, por quienes lucho día a día, a quienes cuando están en mis sueños siento que puedo coger las estrellas, volar y brillar solo si estoy con ellos, a quienes pongo en todos mis rezos y que en mi máximo deseo son los que no quiero que me falten nunca, como la popular paradoja del alquimista en busca del elixir de vida.

A mi hermana Gaby, la vida que llegó a mi vida para hacerla feliz, mi alma gemela, mi más grande admiradora, mi más preciada amiga, por nunca dejarme sola, soñar junto conmigo que las cosas se pueden lograr, ayudarme a romper las reglas y hacer de nuestras vidas amena e interesante, por nunca cansarse de mi en mis peores momentos, quien es mi cómplice de aventuras, mi regalo perfecto de Dios, gracias por enseñarme tanto, pero sobre todo que los hermanos nunca se abandonan.

A mi hermana mayor Emi, quien me enseñó el camino de la vida, mi guía y consejera, por querer lo mejor para mí, por enseñarme que la mejor arma que tenemos para enfrentarle a la vida es el estudio, Por protegerme, cuidarme, creer siempre en mí y mostrarme el ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

A mi angelito Luna quien cuida de mi desde el cielo, por su incansable trabajo de acompañarme en mis noches más amargas, por demostrarme su amor hasta en su último suspiro.

A mi mejor amiga Gloria Castañeda Solís, por escucharme inagotablemente en difíciles horarios, los incuestionables pasajes de la vida y la ciencia. Por enseñarme a ser perseverante, soñadora y luchadora, pero sobre todo que las cosas con esfuerzo se pueden lograr. Como olvidar su mágico tip de cargar siempre una agenda y anotar todos los pendientes.

AGRADECIMIENTOS

El camino no ha sido fácil, pero Dios estuvo en todo momento, por su amor infinito y bondad, en estas líneas reflejo mi gratitud y extenso agradecimiento a él.

A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, por impartir cátedras integrales, con enfoque holístico.

A mi Asesor Dr. Eladio Castillo Tuya, por la admirable y retadora labor de la educación pública, por la paciencia y su importante orientación

Al Ing. Eberth Emerson Antúnez Huerta por ser parte del equipo técnico que impulso esta investigación, por su paciencia durante el proceso de aprendizaje.

A la Corporación Minera Toma la Mano S.A.C., por abrirnos las puertas de sus instalaciones, brindarnos información valiosa e importante, y coadyuvar en el desarrollo de la presente investigación.

A los miembros del Jurado calificador: Dr. Prudencio Celso Hidalgo Camarena, Dra. Bheny Janett Tuya Cerna, Ing. Frida Mónica Caballero Bedriñana, por sus aportes, recomendaciones que fortalecieron el presente trabajo de investigación.

RESUMEN

La investigación busca estimar la huella de carbono en la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A, dedicada al procesamiento de minerales polimetálicos (Cu, Zn y Pb), a través de diferentes procesos, hasta obtener concentrado de minerales, utilizando grandes cantidades de energía eléctrica y combustibles fósiles en el funcionamiento de las maquinarias como vehículos, equipos, etc., siendo un gran emisor de N₂O, CO₂ y CH₄, a la atmósfera, a su vez, estas en conjunto forman parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Se estimó la huella de carbono de la planta concentradora Toma La Mano, mediante la metodología establecida en la norma ISO 14064-1:2018, estas especificaciones cuentan con orientaciones, a nivel de organización corporativa, para la cuantificación de las emisiones de GEI. El tipo de investigación fue descriptivo y cuantitativo y diseño no experimental, el cual consistió en la aplicación de técnicas de investigación a través del análisis documental y la observación directa en campo.

Así mismo, se muestran que las principales fuentes de emisión de GEI, en la planta concentradora Toma La Mano son producto del consumo de energía eléctrica, combustible, insumos químicos, papel, agua y la generación de residuos sólidos.

Finalmente, al estimar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, en la planta concentradora Toma La Mano, se obtuvo un total de 41,189.24 Tn CO₂-eq, para el año 2021, de los cuales por consumo de energía eléctrica se obtuvo 40,988.20 Tn CO₂-eq, representando el 99.51% del total de emisiones de GEI.

Palabras clave: Huella de carbono, emisiones de gases de efecto invernadero, CO₂-eq, energía eléctrica, planta procesadora de minerales.

ABSTRACT

The mineral concentrator plant of Corporation Minera Toma La Mano S.A., dedicated to the processing of polymetallic minerals (Cu, Zn and Pb), through different processes to obtain concentrates of these metals, uses large amounts of electricity and fossil fuels for the use and operation of machinery such as vehicles and equipment, being a major emitter of N₂O, CO₂ and CH₄ into the atmosphere, in turn, these together are part of the emissions of Greenhouse Gases (GHG).

This research was descriptive and quantitative, which consisted of the application of research techniques through documentary analysis and direct observation in the field, the carbon footprint of the Toma la Mano Concentrator Plant was estimated, using the methodology established in ISO 14064-1:2018, these specifications have guidelines, at the corporate organization level, for the quantification of GHG emissions.

The main results of this research show that the main sources of GHG emissions at the Toma la Mano Concentrator Plant are the result of the consumption of electricity, fuel, chemical inputs and the generation of solid waste, and a total of 41,189.24 Tn CO₂-eq was estimated for the year 2021, representing a high value of GHG emissions associated with electricity consumption, which represents 99.51% of the total GHG emissions generated.

Finally, it is concluded that the amount of GHG emissions at the Toma La Mano Concentrator Plant was estimated, obtaining a result of 41,189.24 Tn CO₂-eq, for the year 2021, with the highest GHG emissions due to electricity consumption with a value of 40,988.20 Tn CO₂-eq.

Keywords: Carbon footprint, Greenhouse gas emissions, equivalent carbon dioxide, electric power, Mineral Processing Plant.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE	ix
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE GRÁFICOS	xv
LISTA DE DIAGRAMAS	xvi
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Hipótesis	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Justificación	5
1.6. Variables	6
1.6.1. Variable independiente	6
1.6.2. Variable dependiente	6
1.7. Limitaciones de la investigación	6
1.8. Descripción del ámbito de investigación	6
1.8.1. Temperatura	6
1.8.2. Precipitación	7
1.8.3. Humedad relativa	8
1.8.4. Viento	9
1.8.5. Flora en el área de estudio	11
1.8.6. Fauna en el área de estudio	11
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	13
2.1. Antecedentes	13
2.1.1. Antecedentes internacionales	13
2.1.2. Antecedentes nacionales	14
2.1.3. Antecedentes locales	15
2.2. Base teórica	16

2.2.1.	Contaminación del aire	16
2.2.1.1.	Contaminantes primarios	16
2.2.1.2.	Contaminantes secundarios	16
2.2.2.	Clima	16
2.2.2.1.	Variabilidad climática	17
2.2.3.	Atmósfera	17
2.2.3.1.	Perfil térmico de la atmósfera	18
2.2.4.	Inventario de uso de recursos y emisiones	19
2.2.4.1.	Consumo de electricidad	19
2.2.4.2.	Consumo de combustibles fósiles	20
2.2.4.3.	Priorización en el recogenido de datos	20
2.2.5.	Efecto Invernadero	20
2.2.5.1.	Gases de efecto invernadero	21
2.2.5.2.	Clasificación de los gases de efecto invernadero	21
2.2.5.3.	Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero	23
2.2.6.	Modelo de dispersión – Gaussiano	24
2.2.7.	El cambio climático y la huella de carbono	28
2.2.8.	Huella de carbono	28
2.2.8.1.	Principales metodologías de medición de la huella de carbono	29
2.2.8.2.	Metodología para estimar emisiones y remociones de GEI	30
2.2.8.3.	Ventajas del cálculo de la huella de carbono	31
2.2.8.4.	Huella de carbono corporativa	31
2.2.8.5.	Límites operativos: alcances	32
2.2.8.6.	Plan de mejora	32
2.2.9.	Norma ISO 14064-1:2018	33
2.2.9.1.	Alcances de la norma ISO 14064-1:2018	33
2.2.9.2.	Principios de la norma ISO 14064-1:2018	33
2.2.9.3.	Límites de la organización	34
2.2.9.4.	Selección y establecimiento del año base	34
2.2.9.5.	Emisiones y remociones directas de GEI	35
2.2.9.6.	Emisiones indirectas de GEI	35
2.2.9.7.	Selección y recopilación de datos utilizados para la cuantificación	35
2.2.9.8.	Selección o desarrollo del modelo de cuantificación de GEI	36
2.2.9.9.	Cálculo de las emisiones y remociones de GEI	36
2.2.9.10.	Consideraciones para el cálculo de las emisiones de GEI	36
2.2.10.	Planta concentradora de minerales	38
2.2.11.	Concentración de minerales	38
2.2.11.1.	Chancado	38
2.2.11.2.	Molienda	36
2.2.11.3.	Concentración por flotación	39

2.2.12. Modelo de dispersión Gaussiano	39
2.3. Definición de términos básicos	40
CAPITULO III	
MARCO METODOLOGICO	42
3.1. Tipo de investigación	42
3.2. Diseño de investigación	43
3.3. Métodos o técnicas	44
3.3.1. Métodos	44
3.3.2. Técnicas	45
3.4. Población y muestra	45
3.4.1. Población	45
3.4.2. Muestra	46
3.5. Instrumentos validados de recolección de datos	46
3.5.1. Cuantificación de la huella de carbono	46
3.5.2. Obtención de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)	46
3.5.3. Conversión de datos de emisión (CO ₂ -eq)	47
3.6. Procesamiento y análisis estadístico de la información	47
3.6.1. Obtención de emisiones de GEI	48
CAPITULO IV	
RESULTADOS	51
4.1. Procesos implementados en la planta concentradora de la Corporación Minera Toma La Mano S.A.	51
4.1.1. Pesaje, recepción y acopio de minerales	51
4.1.2. Chancado	51
4.1.3. Molienda y clasificación	52
4.1.4. Flotación	53
4.1.5. Sección de eliminación de agua – filtrado de concentrados	55
4.1.6. Disposición de relaves	56
4.2. Fuentes y suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) identificados en la planta concentradora de minerales Toma La Mano.	61
4.2.1. Las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI)	61
4.2.2. Suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI):	67
4.3. Las características de las fuentes y suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) son	68
4.3.1. Descripción de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI)	68
4.3.2. Descripción de los suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI):	69
4.4. Se estimó la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) en base a los lineamientos establecidos en la norma ISO 14064-1:2018, que genera la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano.	69
4.4.1. Delimitación de límites organizacionales	69

4.4.2.	Delimitación de límites operacionales	70
4.4.3.	Selección del año base	71
4.4.4.	Identificación de emisiones directas	71
4.4.5.	Identificación de emisiones indirectas	75
4.4.6.	Identificación de otras emisiones indirectas	76
4.4.7.	Cuantificación	77
4.5.	Propuestas de mejoras tecnológicas en los diferentes procesos	85
4.5.1.	Implementación de mejoras tecnológicas en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano	85
4.5.2.	Ecoeficiencia	86
4.5.3.	La sostenibilidad	86
4.5.4.	Energías renovables	87
4.5.5.	Reforestación	87
CAPITULO V		
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		89
5.1.	Procesos implementados en la planta concentradora Toma La Mano	89
5.2.	Fuentes y suministro de emisión de gases de efecto invernadero (GEI)	90
5.3.	Estimación de la huella de carbono en la planta concentradora	90
CAPITULO VI		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		92
6.1.	Conclusiones	92
6.2.	Recomendaciones	93
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA		94
ANEXOS		98
Anexo 1.	MAPA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA TOMA LA MANO	
Anexo 2.	DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE	
Anexo 3.	DATOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
Anexo 4.	DATOS DE CONSUMO DE AGUA	
Anexo 5.	CÁLCULOS DE DISPERSIÓN DE GASES – MODELO GAUSSIANO	
Anexo 6.	CÁLCULOS PARA DETERMINAR LA HUELLA DE CARBONO	
Anexo 7.	PANEL FOTOGRÁFICO	

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.	
Tabla 01	Temperatura Media Mensual (°C) – Estación Recuay	7
Tabla 02	Precipitación Total Mensual (mm) – Estación Recuay	8
Tabla 03	Humedad Relativa Media Mensual (%) – Estación Recuay	9
Tabla 04	Dirección y Velocidad Media del viento (m/s) – Estación Recuay	10
Tabla 05	Flora identificada	11
Tabla 06	Fauna identificada	11
Tabla 07	Composición de la atmosfera	18
Tabla 08	Biocombustibles en el Perú	37
Tabla 09	Componentes sección chancado	52
Tabla 10	Componentes sección molienda y clasificación	53
Tabla 11	Componentes sección de flotación	54
Tabla 12	Eliminación de agua y filtrado de concentrados	56
Tabla 13	Componentes sección de disposición de relaves	57
Tabla 14	Consumo de combustible en la planta procesadora Toma La Mano – 2021	61
Tabla 15	Consumo de energía eléctrica en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	62
Tabla 16	Consumo de agua en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	63
Tabla 17	Consumo de insumos químicos en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	64
Tabla 18	Consumo de papel en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	65
Tabla 19	Generación de residuos sólidos en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	66
Tabla 20	Fuerza laboral – etapa operativa	67
Tabla 21	Determinación de los límites operacionales	70
Tabla 22	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de combustible	77
Tabla 23	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de energía eléctrica	78
Tabla 24	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de agua	79

Tabla 25	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de Hidróxido de Calcio al 65%	80
Tabla 26	Emisiones totales de CO ₂ -eq por Generación de residuos sólidos no aprovechables	81
Tabla 27	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de papel	82
Tabla 28	Emisiones totales de CO ₂ -eq de la planta concentradora Toma La Mano	83

LISTA DE GRÁFICOS

CONTENIDO	Pág.	
Gráfico 01	Temperatura Media Mensual (°C) – Estación Recuay	7
Gráfico 02	Precipitación Total Mensual (mm) – Estación Recuay	8
Gráfico 03	Humedad Relativa Media Mensual (%) – Estación Recuay	9
Gráfico 04	Rosa de viento (m/s) – Estación Recuay	10
Gráfico 05	Perfil térmico de la atmósfera	19
Gráfico 06	Modelo de dispersión del óxido nitroso	24
Gráfico 07	Modelo de dispersión del metano	25
Gráfico 08	Modelo de dispersión del dióxido de carbono (CO ₂)	27
Gráfico 09	Emisiones según alcance	29
Gráfico 10	Pasos generales para el cálculo de la huella de carbono	29
Gráfico 11	Ecuación básica para el cálculo de las emisiones de GEI	30
Gráfico 12	Delimitación de límites operativos – huella de carbono corporativo	32
Gráfico 13	Metodología para el cálculo de la huella de carbono	43
Gráfico 14	Análisis del sistema en la planta Toma la Mano	44
Gráfico 15	Obtención de la emisión de GEI	47
Gráfico 16	Conversión de datos de emisión	47
Gráfico 17	Consumo de combustible en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	62
Gráfico 18	Consumo de energía eléctrica en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	63
Gráfico 19	Consumo de agua en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	64
Gráfico 20	Consumo de insumos químicos en la planta de procesamiento Toma La Mano- 2021	65
Gráfico 21	Consumo de papel en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021	66
Gráfico 22	Generación de residuos sólidos en la planta de procesamiento Toma La Mano- 2021	67
Gráfico 23	Diagrama de los límites organizacionales	70
Gráfico 24	Cantidad de combustible consumido en el año 2021	72
Gráfico 25	Consumo de energía eléctrica en el año 2021	73
Gráfico 26	Consumo de agua en el año 2021	74
Gráfico 27	Consumo de insumos químicos en el año 2021	75
Gráfico 28	Generación de residuos sólidos en el año 2021	76
Gráfico 29	Consumo de papel en el año 2021	77

Gráfico 30	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de combustible	78
Gráfico 31	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de energía eléctrica	79
Gráfico 32	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de agua	80
Gráfico 33	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de Hidróxido de Calcio al 65%	81
Gráfico 34	Emisiones totales de CO ₂ -eq por generación de residuos sólidos no aprovechables	82
Gráfico 35	Emisiones totales de CO ₂ -eq por consumo de papel	83
Gráfico 36	Emisiones totales de CO ₂ -eq de la planta concentradora Toma La Mano	84

LISTA DE DIAGRAMAS

CONTENIDO		Pág.
Diagrama 01	Límites operacionales	59

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha impactado considerablemente al planeta debido a la actividad diaria del hombre, convirtiéndose en una amenaza para todos los seres humanos, pues no solo impactaría en el aspecto ambiental sino también a los aspectos sociales y económicos. Es fundamental el uso del combustible para la utilización y funcionamiento de las maquinarias como vehículos, siendo un gran emisor de CO₂ a la atmósfera, a su vez, el empleo de energía eléctrica por los aparatos eléctricos genera de igual modo emisiones de dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno, causado por la quema de combustible para la generación de energía, todas estas fuentes forman parte de las emisiones de gases de efecto invernadero. (Arias, 2020).

Esta problemática no es ajena en la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., el cual se encuentra ubicado en el departamento Ancash, provincia de Recuay, distrito de Ticapampa, accesible desde la ciudad de Huaraz a través de carretera asfaltada Huaraz - Cátac y Ticapampa – Buenos Aires, con 41.68 km de recorrido, quien a través de sus diferentes procesos para la obtención de minerales (zinc, plomo y cobre), consumió en el año 2021, en promedio mensual 290,930.08 KWh de energía eléctrica, el cual depende de la combustión de combustibles fósiles, generando el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y metano (CH₄), asimismo el consumo de combustibles, agua, papel, insumos químicos y la generación de residuos sólidos no aprovechables, contribuyeron a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Por lo que la investigación buscó estimar la huella de carbono, en la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., a través de los lineamientos y procedimientos estandarizados plasmados en la norma ISO 14064-1:2018 y las directrices de la Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, del

cual se obtuvo que en los procesos implementados en la planta concentradora Toma La Mano sus emisiones de gases de efecto invernadero fueron de 41,189.24 Tn CO₂-eq, para el año 2021, siendo la mayor emisión de GEI por el consumo de energía eléctrica, con un valor de 40,988.20 Tn CO₂-eq el cual representa el 99.51 % del total de emisiones de GEI generados en la planta, el consumo de combustible obtuvo 90.66 Tn CO₂-eq, el cual equivale al 0.22% del total de emisiones de GEI generados en la planta, el consumo de agua representó 1.44 Tn CO₂-eq que equivale al 0.003% del total de emisiones de GEI generados en la planta, los insumos químicos representaron 108.09 Tn CO₂-eq que equivale el 0.26% del total de emisiones de GEI generados en la planta, el consumo de papel representó el 0.31 Tn CO₂-eq que equivale al 0.001% del total de emisiones de GEI generados en la planta y la generación de residuos sólidos no aprovechables representó el 0.54 Tn CO₂-eq que equivale al 0.001% del total de emisiones de GEI generados en la planta.

Así mismo al estimar la huella de carbono en la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., es muy importante porque en base a los resultados obtenidos permite proponer alternativas sostenibles para su implementación y de esta manera provee diferentes beneficios que se hacen evidenciar con la disminución de costos operacionales, reducción de uso de energía, mejorar la gestión de residuos y recursos hídricos, alto compromiso ambiental, anticipación a regulaciones legales, mejora de la imagen de una empresa con los stakeholders (partes interesadas), alternativas tecnológicas sostenibles y convertirse en un elemento diferenciador. (Erazo, 2018).

La investigación se encuentra dividido en 07 capítulos, el primer capítulo abarca la introducción que incluye, los objetivos, hipótesis y variables de la investigación, el segundo capítulo se presenta el marco teórico que abarca los antecedentes, bases teóricas, definición de términos básicos, en el tercer capítulo se presenta el marco metodológico que abarca el tipo y diseño de investigación, métodos, técnicas, población, muestra, instrumentos de recolección de datos y el plan de procesamiento y análisis estadístico, en el cuarto capítulo se presenta los resultados obtenidos en la presente investigación, en el quinto capítulo se incluye la discusión de los resultados obtenidos, en el sexto capítulo se presenta las conclusiones derivadas de la investigación y en el séptimo capítulo se presenta las recomendaciones que se desprenden de la investigación.

1.1. Planteamiento del problema

La Planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., calificado como pequeño productor minero (PPM), se encuentra ubicado en el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, a una altura que varía entre los 3500 y 3700 msnm, dedicada al procesamiento de minerales polimetálicos (Cu, Ag, Zn y Pb), a través de diferentes procesos, hasta obtener concentrado de estos metales, haciendo uso de combustibles fósiles, para la utilización y funcionamiento de las maquinarias como vehículos, equipos, siendo un gran emisor de CO y CO₂ a la atmosfera, a su vez, el empleo de energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos de procesamiento de minerales, los aparatos eléctricos, generan emisiones de CO₂, estas en conjunto forman parte de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánto es la Huella de Carbono de la Planta Concentradora de Minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son las principales fuentes de emisión y suministros de gases de efecto invernadero (GEI) de la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021?

¿Cuáles son las características de las fuentes generadoras de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la Planta Concentradora de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021?

¿Cuáles son los procesos implementados en la Planta Concentradora de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021?

¿Cuánto es la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que genera la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021?

¿Cuáles son las alternativas viables de reducción de Huella de Carbono para la Planta Concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021?

1.3. Hipótesis

La estimación de la huella de carbono a partir de las emisiones de gases de efecto invernadero generados en los procesos de la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021, permitirá cuantificar las emisiones de CO₂ generadas por la planta concentradora, lo cual permitirá proponer mecanismos de prevención, control y mitigación para lograr la sostenibilidad ambiental.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Estimar la huella de carbono en base a la norma ISO 14064-1:2018 de la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

Describir los procesos implementados en la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021.

Identificar las principales fuentes (puntos críticos) y los suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento Ancash, 2021.

Describir las características de las fuentes y suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en la planta concentradora de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021.

Estimar la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) en base a los lineamientos establecidos en la norma ISO 14064-1:2018, que genera la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021.

Proponer mejoras tecnológicas en los diferentes procesos implementados para la reducción de las emisiones de GEI en la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, 2021

1.5. Justificación

Los trabajadores y la población aledaña a la Planta Concentradora de minerales Toma la Mano, se encuentran expuestos a contraer enfermedades respiratorias, cardiovasculares, infecciones pulmonares debido al contacto con las fuentes generadoras de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de manera directa e indirecta, como consecuencia del desarrollo de las diversas actividades de beneficio de minerales, por esta razón la presente investigación busca cuantificar la huella de carbono para proponer medidas de manejo sostenible para la prevención, control, mitigación de la generación de los gases de efecto invernadero (GEI) a fin de reducir los índices de enfermedades respiratorias (IRAS) en los trabajadores y población aledaña a la Planta Concentradora de minerales Toma la Mano.

Esta investigación buscará estimar la cantidad de Huella de Carbono originada por las actividades desarrolladas en la Planta concentradora de minerales Toma la Mano, este indicador ambiental es muy útil, ya que nos permite conocer y proponer alternativas de solución sostenibles a fin de reducir el impacto ambiental, cuyos resultados servirán de base teórica para futuras investigaciones que se desprendan de la presente investigación.

La Planta concentradora de minerales Toma la Mano para su funcionamiento emplea combustibles fósiles, insumos químicos, energía eléctrica, equipos y maquinarias, generando la emisión de gases de efecto invernadero

(GEI), a razón de eso la presente investigación a través del cálculo de la Huella de Carbono, permitirá identificar los posibles impactos ambientales a generarse, de tal manera se podrán proponer alternativas de solución para el control, prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos generados, también contribuirá a la lucha contra el cambio climático al controlar y reducir las emisiones GEI, de esta manera mejorará la imagen ambiental de la empresa ante clientes, administración pública y la sociedad, buscando un producto o servicio “verde”, respetuoso con el ambiente.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

Emisiones de gases de efecto invernadero generados en los procesos de la planta concentradora de minerales.

1.6.2. Variable dependiente

Huella de carbono

1.7. Limitaciones de la investigación

Limitada bibliografía para determinar la cantidad de huella de carbono en una Planta concentradora de minerales.

Limitada base de datos acerca del consumo de energía, combustible y agua, generación de residuos sólidos, consumo de insumos químicos, de años pasados.

1.8. Descripción del ámbito de la investigación

La planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., calificado como pequeño productor minero (PPM), se encuentra ubicado en el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash, a una altura que varía entre los 3500 y 3700 msnm, dedicada al procesamiento de minerales polimetálicos (Cu, Zn y Pb). La planta posee un área efectiva de 71.19 ha, es el área donde se encuentran instalados sus componentes y corresponde al área de la concesión de Beneficio.

1.8.1. Temperatura

La temperatura es un parámetro que depende de la altitud y varía de manera inversa a esta, aumentando en época de estiaje (temporada seca) y disminuyendo en época avenida (temporada lluvia). La temperatura media mensual en los años 2016 al 2020, en la estación meteorológica Recuay, ubicada en el distrito de Recuay, provincia de Recuay, departamento de Ancash, (Véase Tabla 01 y gráfico 01).

Tabla 01: Temperatura Media Mensual (°C) – Estación Recuay.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2016	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	10.9	11.3	12.1	11.9	11.3	11.7	13.2
2017	12.5	11.2	11	12.4	12.3	11.2	10.8	11.5	12.5	12.4	11.8	11.2
2018	10.5	11.6	11.3	10.9	11.4	10.2	11.2	12.9	11.3	11.3	11.7	11.6
2019	11.7	12.2	11.7	11.8	11.7	10.8	10.1	11	11.7	11.6	12.3	11.3
2020	12.4	12.7	11.9	12.4	11.9	10.8	10.3	10.5	11.6	12.3	11.9	10.7
Pro m	11.7 75	11.9 25	11.4 75	11.8 75	11.8 25	10.7 8	10.7 4	11.6	11.8	11.7 8	11.8 8	11.6

Fuente: SENAMHI

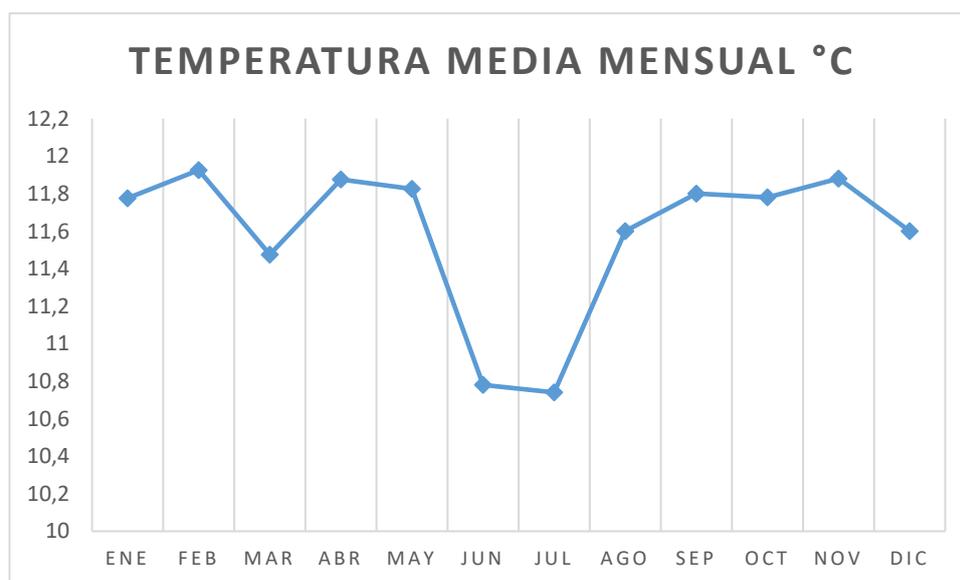


Gráfico 01: Temperatura Media Mensual (°C) – Estación Recuay.

En la estación Recuay, la temperatura media promedio mensual, oscila entre 11.925 °C con temperatura mayor en el mes de febrero y 10.74 °C con temperatura menor en el mes de julio.

1.8.2. Precipitación

La precipitación es un parámetro básico el cual determina el comportamiento del clima de la región, siendo importante conocer su comportamiento. Las precipitaciones se establecen mediante las cantidades totales de agua de lluvia recogidos en los pluviómetros, la precipitación total mensual de los años 2016 al 2020 en la estación meteorológica Recuay. (Véase Tabla 02 y gráfico 02).

Tabla 02: Precipitación Total Mensual (mm) – Estación Recuay.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2016	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.4	0	4.7	46.6	33.5	8.1	136.7	230
2017	99.6	162.4	272.9	163	72.6	6	0.2	3.9	32.3	73.9	73.9	98.5	1059
2018	143	85.9	208.7	110.2	41.9	7	0	0	16.3	69.3	109.1	107.9	899.3
2019	186.9	154.9	162.8	40.3	23.1	8.3	4.5	0	14.5	47.6	95.1	217.8	955.8
2020	108.5	82.1	75.5	18.8	23.3	1.9	0.1	8.2	17.4	35.4	21.5	61.8	454.5
Prom.	134.5	121.3	180	83.08	40.23	4.72	0.96	3.36	25.42	51.94	61.54	124.5	831.6

Fuente: SENAMHI

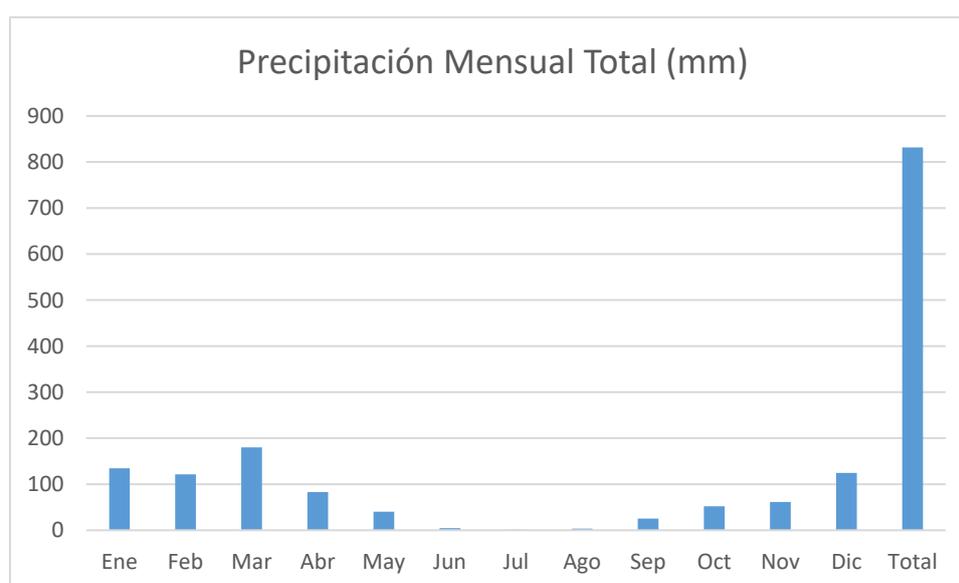


Gráfico 02: Precipitación Total Mensual (mm) – Estación Recuay.

La precipitación en la zona es muy variable, siendo el mes de marzo donde se registró el mayor nivel precipitación con 180.0 mm, y en el mes de julio se registró el menor nivel precipitación con 1.0 mm, registrándose un promedio total de 831.6 mm.

1.8.3. Humedad relativa

La fracción de la atmosfera se encuentra formada por el vapor de agua, es un parámetro importante, ya que determina las condiciones meteorológicas prevalecientes. La precipitación se deriva de esta agua atmosférica, el contenido de humedad del aire es también un factor significativo en el proceso de evaporación local. La humedad relativa media mensual de los años 2016 al 2020 en la estación meteorológica Recuay, ubicada en el distrito de Recuay, provincia de Recuay, departamento de Ancash. (Véase Tabla 03 y gráfico 03).

Tabla 03: Humedad Relativa Media Mensual (%) – Estación Recuay.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2016	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	49	47.2	45.4	53.2	74.6	66.2	86.7
2017	84.6	90.3	91.5	83.5	79.5	55.8	43.7	41.8	53.1	59.4	54.7	69.9
2018	71.1	68.9	76.9	71.5	66.8	55.6	46.4	40.3	52.9	63.2	67.8	63.3
2019	71.8	74.5	77.1	72.2	63.4	51.3	52.5	40	52.8	60.5	66.1	77.4
2020	66.7	71.2	72	66.2	65	53.2	46.2	43.3	56.1	54.7	54.3	76.9
Pro m.	73.6	76.2	79.4	73.4	68.7	53.0	47.2	42.2	53.6	62.5	61.8	74.8

Fuente: SENAMHI

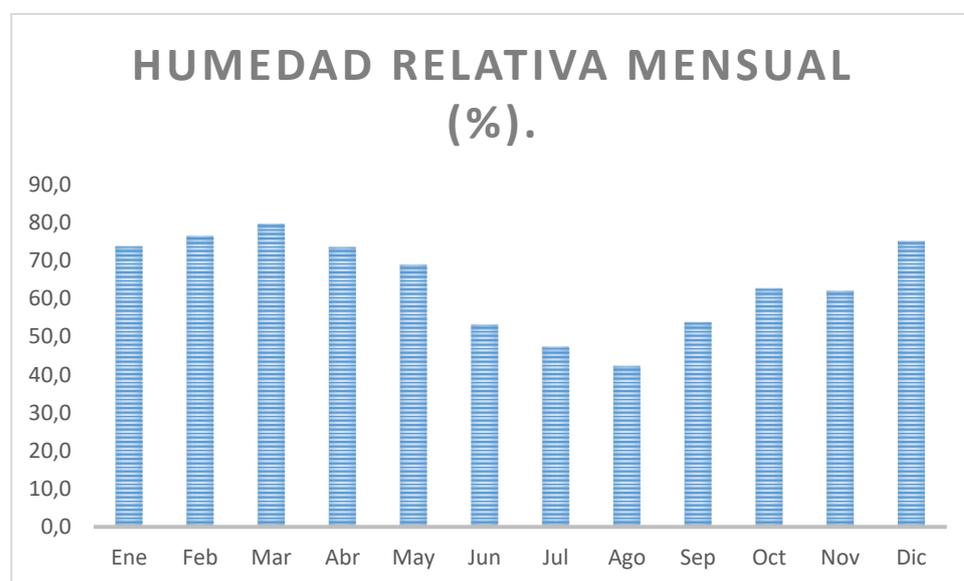


Gráfico 03: Humedad Relativa Media Mensual (%) – Estación Recuay.

En la estación Recuay, la humedad relativa media promedio mensual oscila entre 79.4 % como humedad relativa mayor en el mes de marzo y 42.2 % como humedad relativa menor en el mes de agosto.

1.8.4. Viento

Las principales características del viento son la “dirección” y la “velocidad”. Para ello se define cada una de la siguiente manera: la dirección es el punto del horizonte de donde viene el viento y la velocidad es el espacio recorrido por unidad de tiempo (m/s). La dirección predominante y velocidad media del viento registradas en los años 2016 al 2020 en la estación meteorológica Recuay, ubicada en el distrito de Recuay, provincia de Recuay, departamento de Ancash. (Véase Tabla 04 y gráfico 04).

Tabla 04: Dirección y Velocidad Media del viento (m/s) – Estación Recuay.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2016	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	SE- 2.5	SE- 2.6	S- 2.5	S- 2.5	S- 2.3	S- 2.7	S- 2.4
2017	SE- 2.4	S- 2.2	S- 2.0	S- 2.2	SE- 2.0	S- 2.2	SE- 2.4	SE- 2.4	SE- 2.4	SE- 2.4	S- 2.2	S- 2.2
2018	S- 1.9	S- 2.2	S- 2.0	S- 2.1	SE- 2.2	S- 2.3	SE- 2.8	S- 2.7	S- 2.3	S- 2.1	S- 2.1	S- 2.1
2019	S- 2.1	S- 1.9	S- 1.8	S- 2.0	S- 2.0	SE- 2.3	S- 2.1	SE- 2.7	S- 2.3	S- 2.9	S- 2.2	S- 1.7
2020	S- 2.2	S- 2.2	S- 1.9	S- 2.1	S- 1.7	S- 2.0	S- 2.0	S- 2.2	S- 2.5	SE- 2.8	S- 2.6	S- 2.2

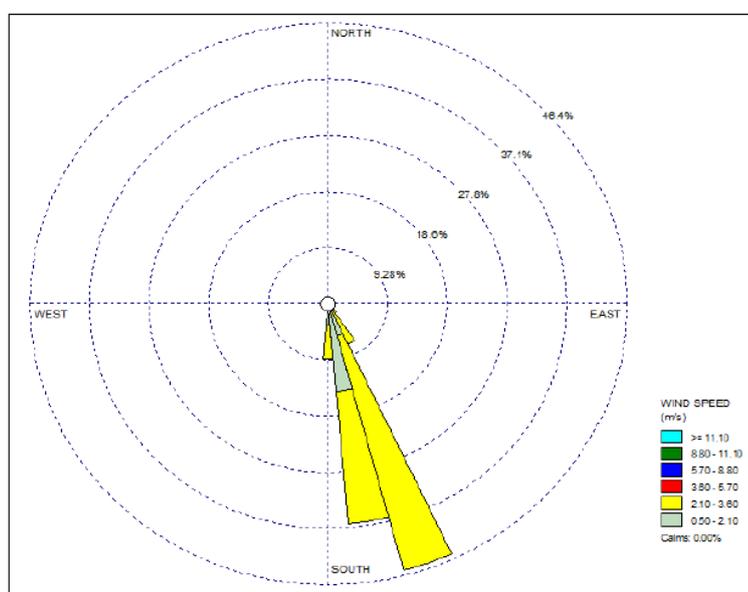


Gráfico 04: Rosa de viento (m/s) – Estación Recuay.

En la estación Recuay, según la rosa de viento presentada, la dirección predominante del viento fue de Sur (S) a un 46.4 %, la velocidad del viento

promedio es 2.2 m/s y según la escala de Beaufort recibe la denominación de Calma a un 2.00 %.

1.8.5. Flora en el área de estudio

En el área circundante a la planta concentradora Toma La Mano, se identificaron las siguientes especies de flora:

Tabla 05:Flora identificada.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Asteraceae	<i>Parastrephia</i>	"tola"
	<i>Quadrangularis</i> (Meyen)	
	<i>Perezia</i> <i>multiflora</i> (Bonpl.)	"escorzonera"
Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> (Nees & Meyen)	"champa"
	<i>Juncus</i> sp. (Linneo.)	"junco"
Poaceae	<i>Festuca dolichophylla</i> (Presl)	"chillihua"
	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.)	"ichu"

1.8.6. Fauna en el área de estudio

En el área circundante a la planta concentradora se identificaron las siguientes especies de fauna:

Tabla 06:Fauna identificada.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
---------	-------------------	--------------

Emberizidae	<i>Sicalis uropygialis</i>	"chirigüe de lomo brillante"
	<i>Zonotrichia capensis</i>	"pichiusa"
Tinamidae	<i>Nothoprocta ornata</i>	"perdiz"
	<i>Tinamotis pentlandii</i>	"francolina"

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Gallegos & Erazo (2018), en su investigación reflexionaron sobre los graves problemas ambientales a causa del cambio climático, esto debido a la actividad antrópica, buscaron estimar la huella de carbono y agua a través de los lineamientos de las normas ISO 14044:2016 e ISO 14064:2016, concluye:

Que las emisiones indirectas son las responsables de la mayor generación de CO₂, lo cual indica que el consumo de energía eléctrica viene a ser el alcance que produce el 95% de la emisión de los GEI, el segundo lugar el uso y consumo de papel y plástico con un 4,7% del total de las emisiones. La investigación realizada por Gallegos & Erazo (2018), es comparable con el presente estudio, por la metodología empleada para el cálculo de la huella de carbono, cuyos cálculos se desarrollaron a través de los lineamientos establecidos en la ISO 14064.

Bustos (2011), en su investigación buscó analizar las emisiones de los GEI de los productos de una empresa de la gran minería del cobre en Chile haciendo uso del programa computacional “GaBi”, el cual compara los resultados obtenidos con otras fuentes bibliográficas., concluye:

A nivel de Codelco, las emisiones de GEI por el uso de combustibles representaron el 23% del total, la fuente principal fue el consumo de electricidad representando el 65%, y las variables de la fabricación y transporte de insumos representaron el 12% para el año 2005, por otro

lado, a nivel de productos, los insumos empleados representaron 521 kg CO₂e/TMF Cu en el cátodo ER, y 97 kg CO₂e/TMF Cu en el cátodo EO. El aporte de los insumos resulta ser sobre el 10% del total en las dos mediciones hechas en Chile (Collahuasi y la realizada en este trabajo para Codelco), la investigación realizada por Bustos (2011), presenta similitud entre los indicadores de la presente investigación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Galarza (2016), en su estudio desarrollado a partir de la preocupación por los cambios drásticos de temperatura que se viene experimentando, concluye:

Luego de la aplicación de los lineamientos establecidos en la Norma ISO 14064-1: 2011 se obtiene el total de emisiones de GEI. Este cálculo ha seguido los lineamientos de la norma; asimismo fue necesario utilizar algunos documentos de apoyo como: IPCC 2006, DEFRA 2009, IEA 2013; para los factores de emisión de los GEI y el potencial de calentamiento global de cada GEI, se obtuvo la huella de carbono de la planta de concreto premezclado y prefabricado siendo el resultado un total de 6832.45 Tn de CO₂-eq. asimismo, se precisa que con un adecuado manejo de los recursos y la mejora en la tecnología de los procesos se puede lograr una reducción en la emisión de los GEI.

Taya (2018), en su investigación tuvo como objetivo optimizar la flotación del plomo, plata y zinc en la Planta Concentradora Mallay, en la Compañía de Minas Buenaventura, concluye:

Los estudios de optimización de la recuperación de los minerales, se encuentran enfocados a encontrar un sistema para la mejora del tratamiento adecuado de los reactivos de flotación con respecto a su dosificación y variables que afectan el proceso de flotación de los minerales polimetálicos para la recuperación del plomo, plata y zinc.

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (2018), en su investigación tuvo como objetivo determinar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o "huella de carbono" corporativa y de producto de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (CMDIC), concluye:

La huella de carbono estimada es de 1,792,313 toneladas de dióxido de carbono equivalente (1.792 k tCO₂e), identificando las principales fuentes de emisión del desarrollo de la actividad minera, fueron el consumo de energía eléctrica, producto de la combustión en fuentes móviles y el ciclo de vida de los insumos principales.

Marín (2021), en su investigación “consumo energético en plantas de beneficio mineral”, concluye:

Durante la etapa de beneficio de minerales se genera el mayor gasto en consumo energético esto debido a que se desarrollan procesos físicos, químicos y metalúrgicos, a través de los cuales el mineral obtenido en la etapa de explotación, es transformado en concentrados para su comercialización, dentro de las operaciones unitarias incluyen la reducción del tamaño, concentración, lixiviación, donde se utilizan maquinarias y equipos que permiten la recuperación de los metales polimetálicos.

2.1.3. Antecedentes locales

Rivera (2021), en su investigación tuvo como objetivo determinar la huella de carbono que se genera por el funcionamiento de la PTRS y el relleno sanitario de Pongor, haciendo uso de la metodología ISO 14064-1:2016, también empleo las directrices del IPCC del año 2006, concluye:

Las emisiones originadas en el relleno sanitario obtuvieron una huella de carbono de 14756,33 tn CO₂-eq en total. Asimismo, las emisiones del PTRS ahorraron el vertimiento de -4590,01 tn CO₂-eq hacia la atmósfera. En base a los resultados obtenidos, se precisa que la implementación de acciones que fortalezcan el reciclaje y compostaje de los residuos sólidos vienen a ser alternativas a la disposición final de RSM en el relleno sanitario, representando una oportunidad para reducir las emisiones de GEI, las cuales vienen a ser soluciones que contribuyen a reducir los impactos ambientales negativos y a la salud humana.

Huerta & Popayán (2018), se propusieron como objetivo determinar la huella ecológica en la comunidad universitaria “Santiago Antúnez de Mayolo”, campus universitario de Shancayan en el año 2014, concluye:

La huella ecológica de la UNASAM es de 604.50 hectáreas globales (0.051 hag per cápita), utilizadas para cubrir la demanda de recursos, y poder absorber los residuos generados; e incluso, disponer de la infraestructura asociada. Bajo esta situación, se plantearon si los 7244 millones de habitantes del planeta ONU (2014), tuvieran un patrón de consumo similar al de la investigación, tomando como base a la biocapacidad mundial (12243 millones de hag), se necesitaría una trigésima tercera parte de la superficie biológicamente productiva para sustentarnos.

2.2. Base teórica

2.2.1. Contaminación del aire

Según Sánchez, Ortiz & Castrejón, (2014), definen a la contaminación del aire de la siguiente manera:

Viene a ser la presencia en la atmósfera de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en determinadas cantidades y con una cierta duración, de manera que éstas puedan afectar a la salud de las personas o que puedan ser perjudiciales para el desarrollo de la vida vegetal, animal o el ambiente, de manera que interfieren con el goce de la vida, la propiedad o del ejercicio de las actividades. (p 22)

2.2.1.1. Contaminantes primarios

Vienen a ser aquellas sustancias cuya naturaleza y composición química es variada, las cuales son emitidas de forma directa a la atmósfera desde distintas fuentes identificables, como son los óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono, compuestos de azufre, etc. (Ministerio del Ambiente, 2011)

2.2.1.2. Contaminantes secundarios

Estos contaminantes se originan a partir de los primarios a través de reacciones químicas que se originan en la atmósfera, formando nuevos compuestos contaminantes, se tiene a este grupo al ozono, ácido sulfúrico, etc. (Ministerio del Ambiente, 2011)

2.2.2. Clima

De la revisión bibliográfica otros autores definen al clima de la siguiente manera:

El clima viene a ser un factor principal del ambiente global, el cual interviene en todos sus procesos y está a la vez es afectado por la diversidad de interacciones entre las esferas del ecosistema planetario. El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, el cual se caracteriza por los estados y evoluciones del tiempo, durante un periodo de tiempo y un lugar determinado por los factores forzantes, determinantes y por la interacción que se produce entre los diferentes componentes del sistema climático. A razón que el clima se relaciona con las condiciones predominantes en la atmósfera (uno de los componentes del sistema), estos se describen a partir de las variables atmosféricas (temperatura y precipitación); sin embargo, se podría identificar también con las variables de otros de los componentes del sistema climático. (Pabón, Zea & León, 2012. p 35)

2.2.2.1. Variabilidad climática

La variabilidad climática hace referencia a las fluctuaciones que se presentan en el clima durante periodos de tiempo relativamente cortos. teniendo los valores extremos y las diferencias mensuales, estacionales y anuales con respecto a los valores climáticos esperados. (Pabón, Zea & León, 2012)

2.2.3. Atmósfera

Según la Fundación Española para la ciencia y la Tecnología, define a la atmósfera como:

La capa gaseosa que envuelve la tierra, el cual se adhiere a ella por medio de la acción de la gravedad. Resulta difícil determinar exactamente su espesor, debido a que los gases que la componen disminuyen su densidad con la altura, hasta prácticamente desaparecer a unos pocos cientos de kilómetros de la superficie terrestre. La atmósfera se encuentra formada por una mezcla de gases, la mayor parte de los cuales se concentra en la homósfera, el cual se extiende

desde el suelo hasta una distancia comprendida entre los 80 a 100 kilómetros de altura. Esta capa contiene el 99,9% de la masa total de la atmósfera. Entre los principales gases que componen la atmósfera, se destacan el nitrógeno (N₂), el oxígeno (O₂), el argón (Ar), el dióxido de carbono (CO₂) y el vapor de agua. En la siguiente tabla se recoge el porcentaje de volumen de aire que cada uno de ellos representa, resulta importante recalcar que la concentración de estos gases varía directamente con la altura, siendo especialmente acusadas las variaciones del vapor de agua, las cuales concentran sobre todo en las capas próximas a la superficie. (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2004, p. 8):

Tabla 07: Composición de la atmósfera.

Componentes	Volumen (%)
Nitrógeno	78.08
Oxígeno	20.95
Argón	0.93
Dióxido de carbono	0.03
Vapor de Agua	1.00

Fuente: (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2004)

2.2.3.1. Perfil térmico de la atmósfera

En nuestra atmósfera, además de la densidad y la composición del aire, también la temperatura varía con la altura. Es decir, a partir de esta variación térmica la atmósfera puede dividirse en las siguientes capas: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera, Termosfera. (Keller & Blodgett, 2007)

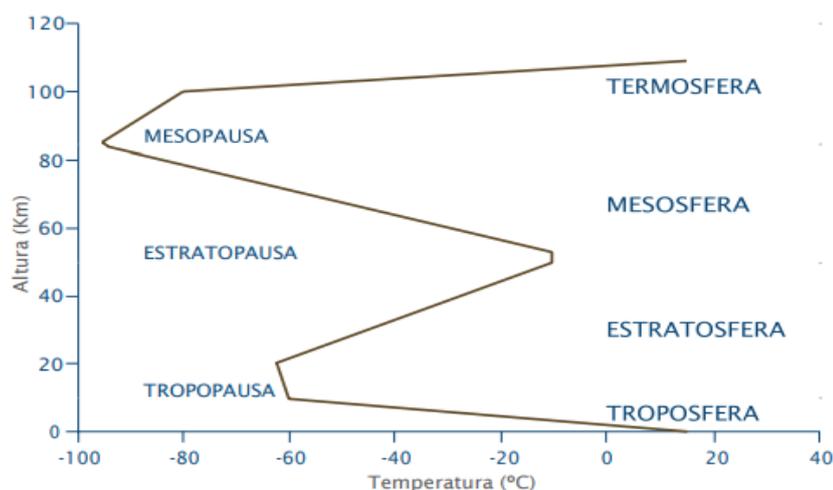


Gráfico 05: Perfil térmico de la atmósfera.

2.2.4. Inventario de uso de recursos y emisiones

Según la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, refiere que:

Para el cálculo de la huella de carbono en esta fase se desarrolla un modelamiento del sistema y se recopila un inventario de las formas de uso de recursos y de las posibles emisiones a la atmósfera relacionadas con las actividades plasmadas en los límites del sistema. El inventario del uso de recursos y emisiones se desarrolla en base a la cartera de productos de la empresa, ello incluye las actividades y procesos dentro del límite organizativo y las actividades y procesos ligados a la cadena de suministro. (Ihobe, 2017, p 25)

2.2.4.1. Consumo de electricidad

Según varios autores se hace referencia al consumo de electricidad en los siguientes casos:

Cuando una empresa adquiere, compra y consume energía eléctrica de una red, ésta genera emisiones de gases de efecto invernadero asociadas, las cuales deben ser contabilizadas por parte de una organización. Se encuentran asociados a las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, debido a la quema de cierta cantidad durante su generación. El dato de actividad proviene del consumo de electricidad procedente de proveedores

externos (terceros) del año que se encuentra realizando el cálculo. Por lo tanto, los datos a emplear son los kWh reflejados en las facturas de electricidad del año establecido. (Vallejo, Najera & Garnier, 2017, p 18)

2.2.4.2. Consumo de combustibles fósiles

Según varios autores se hace referencia al consumo de combustibles en los siguientes casos:

El uso de los denominados combustibles fósiles para la producción de energía o para el funcionamiento de vehículos y maquinarias, actualmente es requerido en las actividades productivas. La quema de los combustibles en los motores genera las emisiones de los gases siguientes: CO₂, CH₄ y N₂O. Se deben tener en cuenta las fuentes móviles (e.g. vehículos propios de la empresa, vehículos de carga y transporte del producto y aeronaves), también las fuentes fijas (e.g. generadores, bombas, etc.) con las que forman parte de la cadena productiva de la empresa para el desarrollo de sus actividades. (Vallejo, Najera & Garnier, 2017, p 20)

2.2.4.3. Priorización en el recogido de datos

Según la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, refiere que:

La empresa debe centrar la recolección de datos y de esta manera establecer las prioridades que incluyan las entradas y salidas, productos o actividades que sean más significativos, para lo cual debe asignar los recursos de la empresa basados en la importancia puede permitir a las empresas recopilar mejores datos para las actividades prioritarias en la cadena de valor. (Ihobe, 2017)

2.2.5. Efecto Invernadero

De la revisión bibliográfica otros autores definen al efecto invernadero de la siguiente manera:

El efecto invernadero viene a ser el mecanismo mediante el cual la intervención de un grupo de elementos denominados gases de efecto invernadero (GEI), logra retener en la atmósfera una parte de la energía que esta recibe por la radiación solar al calentar está la corteza terrestre, se estima que de no existir este proceso la temperatura terrestre no permitiría que el agua superficial exista en estado líquido, por lo que se considera a este proceso como necesario para la vida. (Keller & Blodgett, 2007, p 23)

2.2.5.1. Gases de efecto invernadero

Según el Intergovernmental Panel on Climate Change, se tiene que:

Los gases de efecto invernadero (en adelante referidos como GEI) son sustancias en estado gaseoso que retienen parcialmente la energía de la radiación solar, aumentando en consecuencia la temperatura atmosférica; de acuerdo con el IPCC (2007), estos son tanto naturales como antropógenos y actúan al emitir radiación en el espectro infrarrojo.

Las principales fuentes de emisiones de GEI a nivel mundial se concentran básicamente en la generación de electricidad, manufactura y construcción, transporte, quema de otros combustibles y emisiones fugitivas, con un 71% del total, en segundo lugar, viene el sector agropecuario con un 13% y las emisiones netas ocasionadas por el cambio de uso del suelo (deforestación, forestación y reforestación) con el 6%. Los datos disponibles para el conjunto de las emisiones de GEI en forma desagregada, debido a las dificultades que muchos países en desarrollo encuentran en el proceso de recopilación de tales estadísticas, sobre todo de la cuenta de emisiones ocasionadas por el cambio de uso del suelo. (IPCC, 2007)

2.2.5.2. Clasificación de los gases de efecto invernadero

De la revisión bibliográfica otros autores clasifican a los gases de efecto invernadero de la siguiente manera:

En la atmósfera de la tierra, los principales GEI que la conforman son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Asimismo, en la atmósfera existe una serie de GEI creados a través de procesos industriales, como son los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, los cuales se encuentran regulados por el protocolo de Montreal como son el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Están clasificados en GEI directos e indirectos, siendo los principales gases de efecto invernadero: (León & Benavides, 2007, p 56)

✓ Dióxido de carbono (CO₂).

El dióxido de carbono viene a ser uno de los gases traza más comunes e importantes en el sistema atmósfera-océano-tierra, es el más importante GEI asociado al desarrollo de las actividades humanas y el segundo gas más importante en el calentamiento global después del vapor de agua. Este gas tiene fuentes de generación antropogénicas y naturales. Se tiene que, dentro del ciclo natural del carbono, el CO₂ juega un rol principal en un gran número de procesos biológicos. En relación a las actividades humanas el CO₂ se emite principalmente, por el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y sus derivados y gas natural) y leña para generar energía, por la tala y quema de bosques. (León & Benavides, 2007)

✓ Metano (CH₄).

El metano es una fuerte importante de los GEI, el cual juega un papel importante en la determinación de la capacidad de oxidación de la troposfera. El metano es removido de la atmósfera a través de reacciones con radicales hidroxilos (OH) convirtiéndose finalmente en CO₂. La fuente más importante de metano es la descomposición de materia orgánica en sistemas biológicos, tales como:

- Fermentación entérica, está como consecuencia del proceso digestivo de los herbívoros.
 - Descomposición en condiciones anaerobias (sin oxígeno) del estiércol generado por especies pecuarias.
 - Quemadas de sabanas y residuos agrícolas.
 - Disposición de residuos sólidos.
 - El tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas e industriales. (León & Benavides, 2007)
- ✓ Óxido nitroso (N₂O).

El óxido nitroso, presenta fuentes de carácter natural y antropogénico, el cual contribuye con cerca del 6% del forzamiento del denominado efecto invernadero. Entre sus fuentes se tienen a los océanos, quema de combustibles fósiles y biomasa y la agricultura a través del uso del fertilizante. La fuente más importante de óxido nitroso son las emisiones generadas por suelos agrícolas y en menor grado por el consumo de combustibles fósiles para generar energía y las emitidas por descomposición de proteínas de aguas residuales domésticas. (León & Benavides, 2007)

2.2.5.3. Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero

Como primer paso para medir la huella de carbono se tiene que identificar las fuentes de emisión de estos los cuales serán consideradas. Las emisiones se clasifican en: (Frohmann & Olmos, 2013)

Emisiones directas, son aquellas que provienen de fuentes que son propiedad de la entidad que reporta (ya sea una empresa u otra institución) o aquellas controladas por ésta, como, por ejemplo, consumo eléctrico, combustibles fósiles, embalajes, entre otras. (Frohmann & Olmos, 2013)

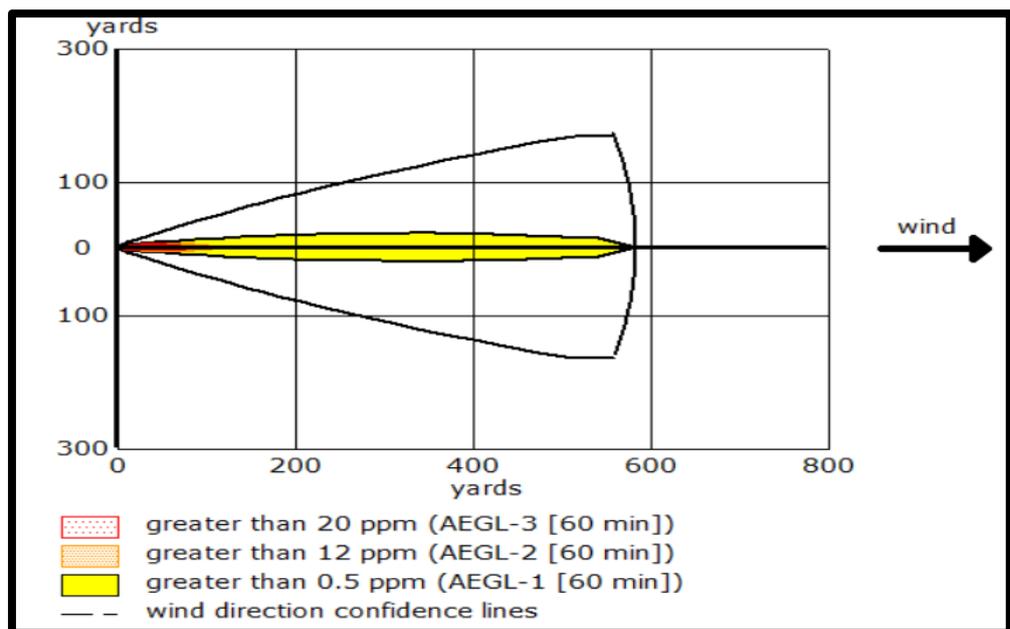
Emisiones indirectas, son aquellas que ocurren como consecuencia de las actividades de la entidad que reporta, pero que provienen de fuentes que no son propiedad de ésta ni tampoco controladas por ella (Frohmann & Olmos, 2013)

La determinación de cuáles fuentes considerar y cuáles excluir es conocido también con fijar los límites o alcances para la medición. Es usual definir aquellos límites de las mediciones a partir del nivel de cobertura o el alcance. (Frohmann & Olmos, 2013)

2.2.6. Modelo de dispersión – Gaussiano

De la simulación de la dispersión del óxido de nitroso (N₂O), haciendo uso del modelo gaussiano, se tiene lo siguiente:

Teniendo en cuenta las propiedades fisicoquímicas del gas, los valores de las concentraciones por encima de las cuales se predice que la población aledaña, podría experimentar una incomodidad (AEGL-1, AEGL-2 y AEGL-3) y los datos meteorológicos de la estación de Recuay, como son los siguientes: la temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. (Ihobe, 2012),



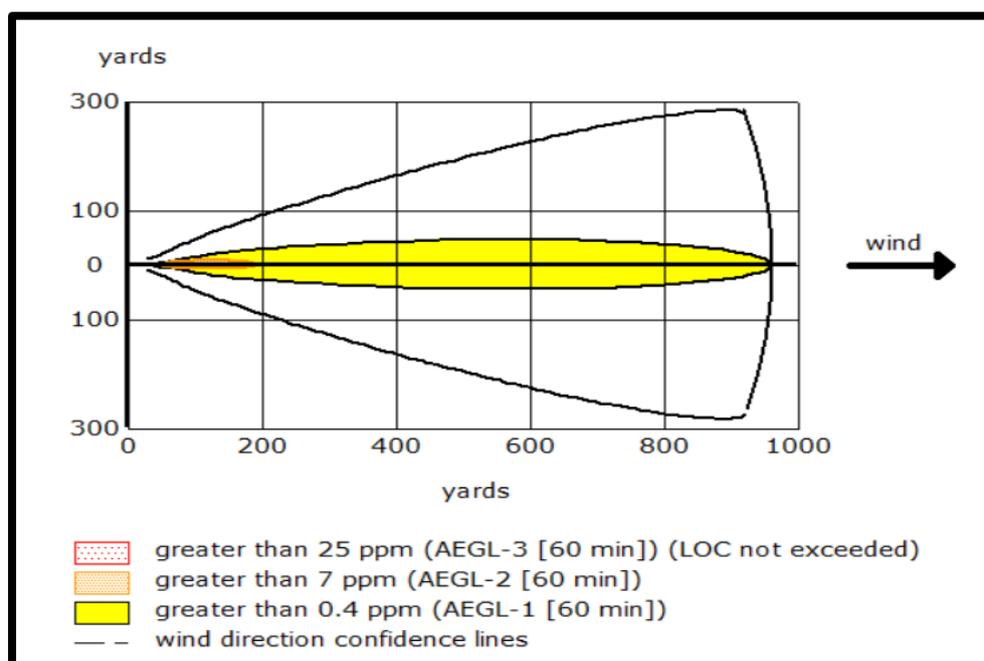
AEGL-2: concentración en la cual la población puede experimentar efectos irreversibles u otros efectos serios de larga duración.

AEGL-3: es la concentración en el aire, expresada en partes por millón (ppm).

Del análisis de la dispersión del óxido de nitroso (N₂O), a través del modelo gaussiano, a una altura de 3 metros, se tiene que la concentración del dióxido de nitrógeno alcanza valores de 20 ppm hasta 20 metros de la fuente de emisión, 12 ppm hasta una distancia de 30 metros y concentraciones de 0.5 ppm hasta una distancia máxima de 550 metros. (Ihobe, 2012)

De la simulación de la dispersión del gas metano (CH₄), utilizando el modelo gaussiano, se tiene lo siguiente:

Teniendo en cuenta las propiedades fisicoquímicas del gas, los valores de las concentraciones por encima de las cuales se predice que la población aledaña, podría experimentar una incomodidad (AEGL-1, AEGL-2 y AEGL-3) y los datos meteorológicos de la estación de Recuay, como son los siguientes: la temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. (Ihobe, 2012)



Donde:

Yards: yardas.

Wind direction: dirección del viento.

AEGL-1: concentración a/o por encima de la cual se predice que las personas podrían experimentar una incomodidad notable.

AEGL-2: concentración en la cual la población puede experimentar efectos irreversibles u otros efectos serios de larga duración.

AEGL-3: es la concentración en el aire, expresada en partes por millón (ppm).

Del análisis de la dispersión del gas metano (CH₄), a través del modelo gaussiano, a una altura de 3 metros se tiene que la concentración del metano alcanza valores de 25 ppm hasta 15 metros de la fuente de emisión, 7 ppm hasta una distancia de 25 metros y concentraciones de 0.4 ppm hasta una distancia máxima de 890 metros. (Ihobe, 2012)

De la simulación de la dispersión del dióxido de carbono (CO₂), utilizando el modelo gaussiano, se tiene lo siguiente:

Teniendo en cuenta las propiedades fisicoquímicas del gas, los valores de las concentraciones por encima de las cuales se predice que la población aledaña, podría experimentar una incomodidad (AEGL-1, AEGL-2 y AEGL-3) y los datos meteorológicos de la estación de Recuay, como son los siguientes: la temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

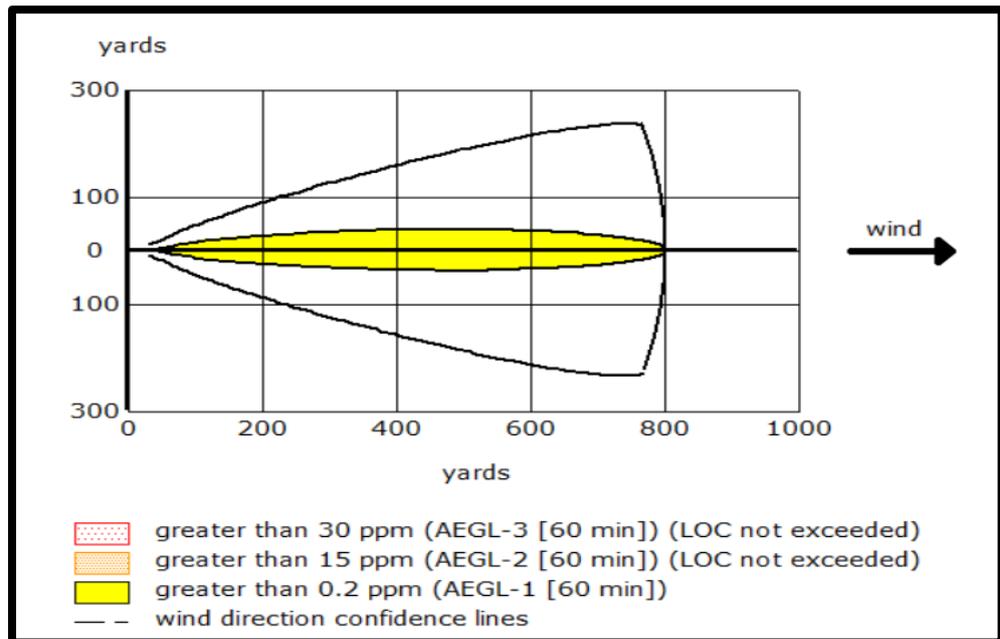


Gráfico 08: Modelo de dispersión del dióxido de carbono (CO₂).

Donde:

Yards: yardas.

Wind direction: dirección del viento.

AEGL-1: concentración a/o por encima de la cual se predice que las personas podrían experimentar una incomodidad notable.

AEGL-2: concentración en la cual la población puede experimentar efectos irreversibles u otros efectos serios de larga duración.

AEGL-3: es la concentración en el aire, expresada en partes por millón (ppm).

Del análisis de la dispersión del dióxido de carbono (CO₂), a través del modelo gaussiano, a una altura de 3 metros se tiene que la concentración del dióxido de carbono alcanza valores de 30 ppm hasta 5 metros de la fuente de emisión, 15 ppm hasta una distancia de 10 metros y concentraciones de 0.2 ppm hasta una distancia máxima de 770 metros.

2.2.7.El cambio climático y la huella de carbono

De la revisión bibliográfica se tiene que la relación entre el calentamiento global y la huella de carbono lo siguiente:

Hace referencia al efecto invernadero, la luz solar el cual llega a la superficie terrestre, el cual emite los rayos infrarrojos y los gases de efecto invernadero se encargan de la absorción de los fotones infrarrojos, de esta manera se aumenta su energía de rotación y de vibración, en este exceso de energía se transfiere a otras moléculas en forma de energía cinética, como consecuencia de ello, la temperatura media terrestre viene sufriendo un incremento paulatino. Los gases de efecto invernadero se encuentran en la naturaleza de forma natural, sin embargo, producto de la actividad humana su concentración ha sufrido un importante aumento, además de que producto de ello han surgido otros gases artificiales, contribuyendo al efecto invernadero por la estructura de sus moléculas y por la cantidad de moléculas de los gases presentes en la industria. (Frohmann & Olmos, 2013, p 29)

2.2.8.Huella de carbono

Como indican Espíndola & Valderrama (2012), la huella de carbono (HdC) viene a ser:

La representación de la cantidad de los GEI, los cuales derivan de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios y se empleada para cuantificar las emisiones de dichos gases. En los últimos años se han venido desarrollado varias herramientas innovadoras de cuantificación y metodologías para determinar los niveles de emisiones de GEI de individuos, organizaciones corporativas y unidades administrativas o territoriales. Por lo cual, la HdC en la actualidad se ha convertido en temática que entra en el debate público en materia del cambio climático, induciendo de esta forma cambios en los patrones competitivos de las empresas.

Otros autores definen a la huella de carbono de la siguiente manera:

La huella de carbono se define como la cantidad total de GEIs causados de manera directa o indirecta a través de una organización, un producto o un servicio. Es por ello un inventario de GEIs, el cual se mide en toneladas de CO₂ equivalente el cual abarca los 06 tipos de gases considerados en el Protocolo de Kioto (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs y SF₆). (Ihobe, 2012)

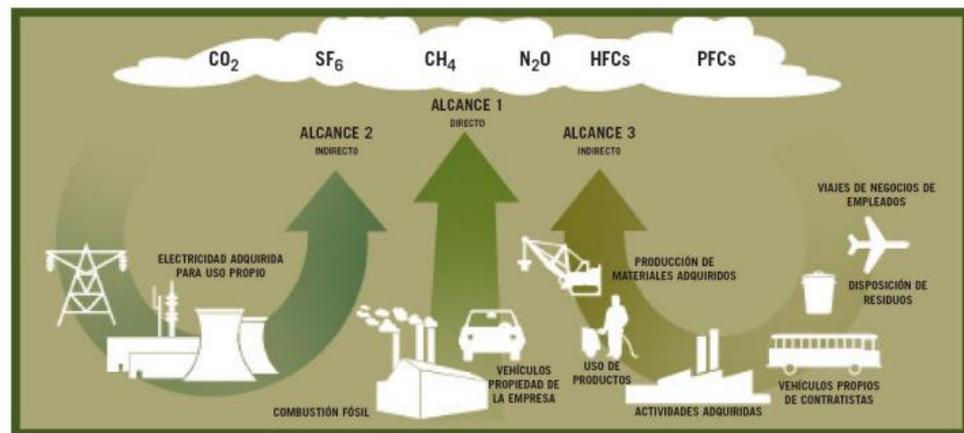


Gráfico 09:Emisiones según alcance.

Donde: CO₂: Dióxido de carbono; SF₆: Hexafluoruro de azufre; CH₄: Metano; N₂O: Óxido nitroso; HFCs: Hidrofluorocarbonos; PFCs: Perfluorocarbonos.

Fuente: GHG Protocol.

La definición de la huella de carbono sigue en todos los casos los siguientes pasos generales:

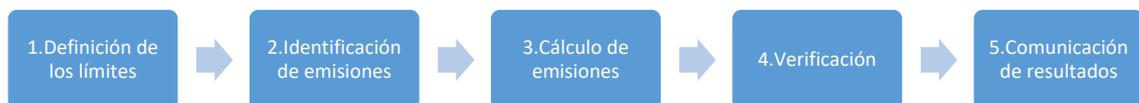


Gráfico 10:Pasos generales para el cálculo de la huella de carbono.

Fuente: (Ihobe, 2012).

2.2.8.1. Principales metodologías de medición de la huella de carbono

Las principales metodologías utilizadas a nivel internacional son:

GHG Protocolo, la PAS 2050 y la ISO 14064. La primera, originalmente se centraba en los aspectos corporativos, en otras palabras, relacionados con la empresa y todo su proceso productivo, el cual ha sido adoptada por importantes sectores y empresas internacionales. La segunda, se encuentra enfocada en los productos, fue la primera metodología de cálculo que puso a disposición un software libre al público, el cual contribuyó a su uso masivo. Las normas ISO, que alimentan y a su vez recogen elementos de las anteriormente nombradas, reflejan consensos internacionales públicos y privados, y podrían imponerse eventualmente como el estándar de uso generalizado. (Frohmann & Olmos, 2013)

2.2.8.2. Metodología para estimar emisiones y remociones de GEI

Las principales metodologías para estimar las emisiones y remociones de los GEI, se tiene lo siguiente:

Para la estimación de una emisión o remoción de GEI de una fuente específica se multiplica la magnitud anual de una actividad (por ejemplo, producción de cemento, consumo de combustibles), denominado datos de actividad (DA), con la masa de los GEI emitidos por unidad de actividad (por ejemplo, Gg de CH₄ por tonelada de combustible), denominado factor de emisión (FE). (Resolución Ministerial N° 090-2022-MINAM, 2022)



Gráfico 11: Ecuación básica para el cálculo de las emisiones de GEI.

Fuente: (Resolución Ministerial N° 090-2022-MINAM, 2022).

Los resultados obtenidos del inventario de GEI se expresa en giga gramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq). Para ello, los GEI distintos del dióxido de carbono son transformados a su valor de CO₂-eq) multiplicando la masa del gas de metano

y óxido nitroso por su poder de calentamiento global (PCG).
(Resolución Ministerial N° 090-2022-MINAM, 2022)

2.2.8.3. Ventajas del cálculo de la huella de carbono

Las organizaciones se encuentran cada vez más comprometidas con el ambiente, es por ello, que el consumidor es asimismo un poco más exigente con el producto o servicio que este adquiere, es por ello, que las empresas buscan estandarizar los diferentes procesos productivos a través de las certificaciones internacionales, se tiene como principales ventajas:

- ✓ Permite dirigir a la organización hacia el camino de la sostenibilidad de sus productos a ofrecer.
- ✓ Permite a la organización mejorar los procesos productivos, debido a que solo se puede mejorar lo que se conoce y se controla.
- ✓ Permite gestionar el inventario de emisión de gases de efecto invernadero a través de los sistemas de gestión que se manejan en las organizaciones.
- ✓ Permite estructurar proyectos sostenibles encontrándose enfocados en la reducción de emisiones de los GEI, los cuales, al aplicar la norma ISO 14064-2, permite acceder a los bonos de carbono (bonos verdes) y mercados voluntarios de emisiones. (Naula, 2021)

2.2.8.4. Huella de carbono corporativa

La huella de carbono de las organizaciones, también denominada inventario de gases de efecto invernadero (GEI) corporativo, mide las emisiones de GEI derivadas de todas las actividades de una organización. (Ihobe, 2019)

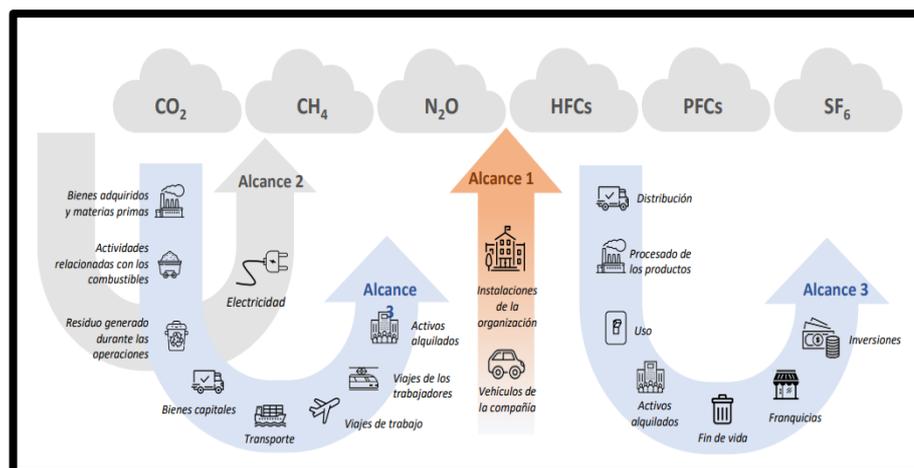


Gráfico 12: Delimitación de límites operativos – huella de carbono corporativo.

Fuente: Ihobe (2019).

Donde: CO₂: dióxido de carbono; SF₆: hexafluoruro de azufre; CH₄: metano; N₂O: óxido nitroso; HFCs: hidrofluorocarbonos; PFCs: perfluorocarbonos.

2.2.8.5. Límites operativos: alcances

Según el Ministerio para la Transición Ecológica de España, se tiene que:

Una vez determinada los límites de una organización en términos de instalaciones de las cuales son propietarias o tiene el control, una organización establece sus límites operativos, el cual implica identificar las emisiones asociadas a sus operaciones donde la clasifican como emisiones directas o indirectas, asimismo se seleccionan cuáles serán los procesos en las que incluya en el análisis de sus emisiones de GEI. (Ministerio para la Transición Ecológica de España, 2011)

2.2.8.6. Plan de mejora

Según el Ministerio para la Transición Ecológica de España, se tiene que:

La utilidad de la huella de carbono calculada contempla las emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales son los responsables de la actividad, se deben establecer objetivos de

mejora o reducción de los GEI. Resulta difícil gestionar y mejorar una actividad productiva si no se dispone de una medición comparable y objetiva que la defina, a través del cálculo de la huella de carbono se deben identificar todas las posibles fuentes de emisión de GEI y por consiguiente se logra un mejor conocimiento de los puntos críticos. De esta forma, se posibilita definir de una forma más precisa medidas eficientes y eficaces para la reducción del consumo y medidas de eficiencia energética. (Ministerio para la Transición Ecológica de España, 2011)

2.2.9. Norma ISO 14064-1:2018

La normativa ISO 14064-1:2018, tiene como objetivo aplicar y documentar un proceso para poder determinar cuáles son las emisiones indirectas se van a incluir en el inventario de GEI. (Naula, 2021)

2.2.9.1. Alcances de la norma ISO 14064-1:2018

Alcance 1: Son emisiones de GEI de fuentes que provienen de las instalaciones dentro de los límites de la organización. (ISO 14064-1:2018, 2019)

Alcance 2: Son emisiones indirectas de GEI que provienen de la generación de electricidad, calor o vapor consumido por la organización. (ISO 14064-1:2018, 2019)

Alcance 3: Incorpora por un lado los insumos que la empresa utiliza en sus actividades, y por otro lo que sucede con sus productos una vez que salen de la empresa. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.2. Principios de la norma ISO 14064-1:2018

La norma ISO 14064-1 en su conjunto se basa en la aplicación de cinco principios que deberán ser respetados en todo momento, estos son:

Pertinencia: La selección de las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiadas para las necesidades del usuario previsto.

Cobertura Total: Se debe incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI.

Coherencia: Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI.

Exactitud: Reducir el sesgo y la incertidumbre en la medida de lo posible.

Transparencia: Divulgar la información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.3. Límites de la organización

La organización se encuentra compuesta de una o más instalaciones para el desarrollo de sus actividades. Las emisiones y remociones de GEI a nivel de organizaciones se pueden producir a partir de una o más fuentes de GEI. (ISO 14064-1:2018, 2019)

La organización debe cuantificar las emisiones y remociones de los gases de efecto invernadero a nivel de organización por medio de los siguientes enfoques de:

Control: la organización considera en la cuantificación, todas las emisiones y/o remociones de GEI en las instalaciones sobre las cuales se tiene el control operacional o control financiero. (ISO 14064-1:2018, 2019)

Participación en el capital: la organización rinde cuentas de la parte de las emisiones y/o remociones de GEI de las respectivas instalaciones de la organización. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.4. Selección y establecimiento del año base

Para la selección y establecimiento del año base, se tienen en cuenta los siguientes criterios:

La organización debe establecer un año base histórico para las emisiones y remociones de GEI con propósitos de

comparación. Las emisiones o remociones del año base se pueden cuantificar sobre la base de un período específico (por ejemplo, un año o parte de un año en el que las condiciones estacionales son una característica de la actividad de la organización) o promediarse entre varios períodos. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.5. Emisiones y remociones directas de GEI

La organización debe cuantificar las emisiones directas de GEI por separado para CO₂, CH₄, N₂O, NF₃, SF₆ y otros grupos de GEI apropiados (HFC, PFC, etc.) en toneladas de CO₂-eq. La organización debería cuantificar las remociones de GEI. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.6. Emisiones indirectas de GEI

Según las organizaciones internacionales, estas precisan los siguiente:

La organización debe aplicar y documentar un proceso para determinar cuáles emisiones indirectas va a incluir en su inventario de GEI. Como parte de este proceso, la organización debe definir y explicar sus propios criterios predeterminados sobre la significancia de las emisiones indirectas, teniendo en cuenta el uso previsto del inventario de GEI. Entre los criterios para valorar la significancia se pueden incluir la magnitud/volumen de las emisiones, el nivel de influencia en fuentes/sumideros, el acceso a la información y el nivel de exactitud de los datos asociados (complejidad de la organización y el seguimiento). (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.7. Selección y recopilación de datos utilizados para la cuantificación

La organización debe identificar y documentar sus datos para cada fuente o sumidero clasificados como emisiones y remociones directas o indirectas. Debe determinar y documentar las

características para cada dato relevante utilizado para la cuantificación. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.8. Selección o desarrollo del modelo de cuantificación de GEI

El modelo es una representación de la forma en que los datos de la fuente utilizados para la cuantificación se convierten en emisiones o remociones. El modelo es una simplificación de procesos físicos que contiene supuestos y limitaciones. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.9. Cálculo de las emisiones y remociones de GEI

La organización debe calcular las emisiones y remociones de GEI de acuerdo con el enfoque de cuantificación seleccionado. La organización debe convertir la cantidad de cada tipo de GEI a toneladas de CO₂-eq utilizando los PCG apropiados. (ISO 14064-1:2018, 2019)

2.2.9.10. Consideraciones para el cálculo de las emisiones de GEI

Para el cálculo de las emisiones o remociones de GEI, dentro los límites establecidos de una huella de carbono corporativa, la ISO-14064 recomienda los siguientes pasos. (MINAM, 2013)

- ✓ Identificación de fuentes y sumideros de GEI: la HC Perú presenta una lista de las fuentes para los Alcances 1, 2 y 3. Esta lista fue realizada con base a las recomendaciones del GHG Protocol, al Anexo B de la ISO-14064:2006 (esta para el Alcance 3) y –sobre todo– con base en las experiencias previas en el desarrollo de las huellas de carbono. (MINAM, 2013)
- ✓ Selección de metodología de cuantificación: la HC Perú usa metodologías y estándares reconocidos para el cálculo de la huella de carbono: GL2006, GHG Protocol y DEFRA 2018. (MINAM, 2013)
- ✓ Selección y recopilación de datos de la actividad: esta actividad debe ser desarrollada por la entidad que hace uso de la HC Perú. La recopilación de la información debe hacerse de acuerdo a las

fuentes identificadas y usando los formatos de nivel de actividad (FNA). (MINAM, 2013)

- ✓ Selección o desarrollo de los factores de emisión o remoción de GEI: estos han sido seleccionados en concordancia con otras iniciativas peruanas como el infoCarbono y los Reportes Anuales de emisiones de GEI (RAGEI). Para la selección de los factores de emisión y otros valores, se tomó en cuenta que (según el capítulo “Selección o desarrollo de los factores de emisión o remoción de GEI”. (MINAM, 2013)
- ✓ Definición de las variables y constantes
- ✓ Para el cálculo de las estimaciones de GEI, en las categorías de Quema de Combustible, es necesario considerar las propiedades de los combustibles comercializados en el Perú, principalmente el Valor Calorífico Neto (VCN), las densidades de los combustibles y sus combinaciones. Para ello se cuenta con valores de VCN, densidad y combinaciones – por defecto o locales – para llevar las cantidades de combustible en masa o volumen (expresadas en toneladas, galones, litros o metros cúbicos) a unidades de energía (expresadas en TJ). (MINAM, 2013)

Tabla 08: Biocombustibles en el Perú.

Combustible	Descripción	% Mezcla de biocombustible
Gasohol	Es la mezcla que contiene gasolina (de 84, 90, 95 ó 97 octanos y otras según sea el caso) y 7.8%Vol de Alcohol Carburante. Comercializada a partir del 1 de enero del 2010.	7.8%
Diésel B2	A partir del 01 julio 2010 se inició la comercialización de este combustible, en reemplazo del Diésel 2. El Diésel B2 es un	2%

	combustible constituido por una mezcla de Diésel N°2 y 2% en volumen de Biodiesel (B100).	
Diésel B5	A partir del 01 enero 2011 se inició la comercialización de este combustible, en reemplazo del Diésel B2. El Diésel B5 es un combustible constituido por una mezcla de Diésel N°2 y 5% en volumen de Biodiesel (B100)	5.0%

2.2.10. Planta concentradora de minerales

Es un conjunto de instalaciones con el objetivo de procesar minerales, con la finalidad de obtener el concentrado, es decir en la instalación se preparan los minerales provenientes de los yacimientos mineros y estos son transformados en productos que pueden someterse a procesos propios de la metalurgia extractiva. (Bustamante, 2008)

2.2.11. Concentración de minerales

Se define a la concentración de minerales, a una manipulación en donde se eleva el valor del tenor (porcentualmente) de una mena, mediante el uso de equipos de separación sólido-sólido dando como resultado una separación de dos o más especies mineralógicas, de acuerdo con el interés económico y generar un estándar altamente acumulado. (Bustamante, 2008)

La concentración de minerales comprende todos los procesos necesarios para cambiar un mineral ordinario a uno comercial y el éxito depende del porcentaje de recuperación. (Möeller, 2002)

2.2.11.1. Chancado

Consiste en la reducción del mineral extraído de la mina a través de equipos que reducen el tamaño con diámetros menores a

1 mm; con una clasificación previa a la trituración, este mineral se puede pasar directamente al proceso de la molienda. (Möeller, 2002)

2.2.11.2. Molienda

Consiste en la subdivisión de las partículas sólidas a través de equipos mecánicos. Esta operación se desarrolla cuando la variedad de tamaños de las partículas sólidas no es adecuada para su posterior proceso para el beneficio de los minerales, por lo que se tiene que hacer una clasificación por tamizado. (Möeller, 2002)

2.2.11.3. Concentración por flotación

La concentración por flotación es definida de la siguiente manera:

Viene a ser un proceso físico y químico, en el cual se aprovecha la humedad de la superficie de los minerales, estado que es inducido artificialmente mediante reactivos químicos. El material que va a ser ingresado a este proceso, es denominado pulpa, que viene a ser una mezcla solido-líquido con un porcentaje de solido de alrededor del 30% y el 70% es líquido, en donde se establecerán los minerales hidrofóbicos e hidrofílicos y con la ayuda de reactivos de acuerdo al mineral de interés mediante celdas de flotación. (Möeller, 2002)

En el proceso de flotación se emplean colectores que vienen a ser sustancias para la conversión a determinados minerales en repelentes al agua, en esta operación unitaria los minerales se vuelven repelentes al agua, por el proceso de adsorción de iones o moléculas del colector sobre la superficie mineral, a través de la adsorción de estos colectores la parte no polar se orienta a la fase agua y la parte polar hacia la fase mineral, generándose la separación del mineral. (Möeller, 2002)

2.2.12. Modelo de dispersión Gaussiano

El modelo de dispersión gaussiano calcula los niveles de inmisión en un punto del espacio de coordenadas (x,y,z) donde el origen del sistema

de coordenadas se fija en la base a la chimenea. La ecuación general es:
(Manzur, Benzal, & González, 2012)

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-h}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+h}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}$$

Donde:

x, y, z: coordenadas espaciales en metros (m).

C (x, y, z): concentración de contaminante en un punto (x,y,z) (g.m3).

Q: caudal de emisión (g.s-1).

σ_y y σ_z : desviaciones estándar en las direcciones "y" y "z" respectivamente (m).

u: velocidad media de viento (m.s-1) en el sentido del eje x.

h: altura efectiva de emisión (m). Manzur, Benzal, & González (2012)

2.3. Definición de términos básicos

Gases de efecto invernadero, Vienen a ser los componentes gaseosos de los cuales se encuentra compuesta la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, los cuales absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitidos por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad es la generadora del denominado efecto invernadero. En la atmósfera de la tierra, los principales GEI son en primer lugar el vapor de agua (H₂O), en segundo lugar, el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Asimismo, existen en la atmósfera una serie de GEI creados por el ser humano, como es el caso de los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, encontrándose regulados por el Protocolo de Montreal como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). (Benavides & León, 2007)

Gases de efecto invernadero directos, Se definen como gases que son emitidos a la atmósfera sin alteración. Encontrándose entre ellos al dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O). (Benavides & León, 2007)

Gases de efecto invernadero indirectos, Estos son gases precedentes de ozono troposférico, también son aquellos contaminantes de origen local y que sufren una transformación química en la atmósfera convirtiéndose en GEI directo; por ejemplo, los óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO). (Benavides & León, 2007)

Otras emisiones indirectas de GEI, Son aquellos pasivos que a la fecha de vigencia señalada anteriormente se encontraban localizadas en concesiones mineras vigentes, en áreas, labores o instalaciones que estaban sin operar dos años o más.

Factor de emisión, El Ministerio para la Transición Ecológica de España (2011), precisa que se obtiene al determinar la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad” mencionado previamente. Además, los factores pueden variar según la actividad que se realice.

Cálculo de la huella de carbono, Se obtiene a través del producto del dato de actividad por el factor de emisión. Asimismo, en el resultado, se obtendrá una cantidad (g, kg, t, etc.) determinada de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq). (Frohman, 2013)

Equivalente de dióxido de carbono (CO₂-eq), Unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono. El dióxido de carbono equivalente se calcula utilizando la masa de un GEI determinado, multiplicado por su potencial de calentamiento global (los potenciales de calentamiento global son difundidos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (ISO 14064-1:2018, 2019)

Inventario de GEI, Identificación y clasificación de las fuentes de GEI, sumideros de GEI y estimación de las emisiones y remociones de GEI de una organización. (ISO 14064-1:2018, 2019)

Índice de conversión, De acuerdo con la terminología asociada al cálculo de la HE, el índice de conversión se define por el consumo de energía, materia prima, combustible y otros relacionados con la gestión de un determinado producto o residuo. (Iregui & Marañón, 2008).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación desarrollada en el presente estudio correspondió a:

Según el nivel de conocimiento: El nivel de estudio fue descriptivo, porque buscó especificar las propiedades y características fundamentales del fenómeno en estudio. Además, se describió inclinaciones de una población o grupo. (Hernández et al., 2014). Además, se registró, identificó, describió, cuantificó e interpretó la realidad problemática a través de un análisis a un proceso existente, utilizando criterios metodológicos y sistemáticos estandarizados internacionalmente, que permitan poner de manifiesto su estructura y comportamiento, en base a esta información proponer alternativas de solución a la problemática estudiada.

Según el tipo de información que se va a recopilar: La investigación fue cuantitativa porque considera que el conocimiento debe ser objetivo y que este se genera a partir de un proceso deductivo en el que, a través de la medición numérica y el análisis estadístico inferencial. Hernández, Fernández, & Baptista (2014), se centró en estimar y analizar los datos de consumo de energía eléctrica, agua, combustibles fósiles, insumos químicos, obtenidos a través de recopilación de información en campo y entrevistas al personal de la planta concentradora de minerales, con base en la mensuración numérica y en el análisis estadístico, con el objetivo de implantar pautas de comportamiento y justificar teorías.

Según la finalidad: El tipo de investigación fue aplicada, porque a través de la generación de nuevos conocimientos, pueden tener un uso inmediato en la resolución de un problema en específico. Cabezas, Naranjo, & Torres (2018),

buscó, inventariar, cuantificar la huella de carbono y en base a esta información proponer alternativas sostenibles para la solución de la realidad problemática planteada en la investigación.

3.2. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación fue no experimental y con carácter transversal, conforme afirma Hernández et al. (2014), son estudios que se ejecutan sin manejar las variables.

En la presente investigación se estimó la huella de carbono de los procesos de la planta concentradora Toma La Mano, en el beneficio de minerales, en base a los lineamientos establecidos en la Norma ISO 14064-1:2018, estas especificaciones con orientaciones, a nivel de las organizaciones corporativas, para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero, siendo la metodología más empleada para el cálculo de la huella de carbono.

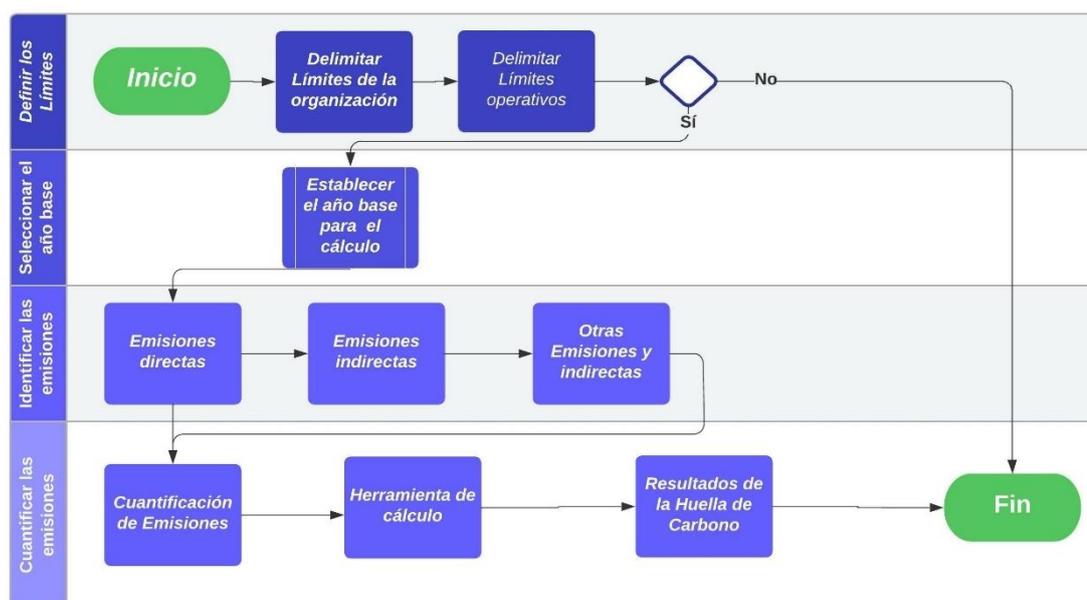


Gráfico 13: Metodología para el cálculo de la huella de carbono.

Fuente: Adaptado de la (ISO 14064-1:2018, 2019).

La estimación de la huella de carbono, empezó con la delimitación de los límites de la organización, límites operativos, el establecimiento del año 2021, como año base para el desarrollo de los cálculos, posteriormente se identificaron las emisiones y suministros de emisiones de gases de efecto invernadero directas e

indirectas, en base a ello, se realizó la cuantificación de las emisiones, empleando los factores de conversión por sectores establecidos en el “Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC”.

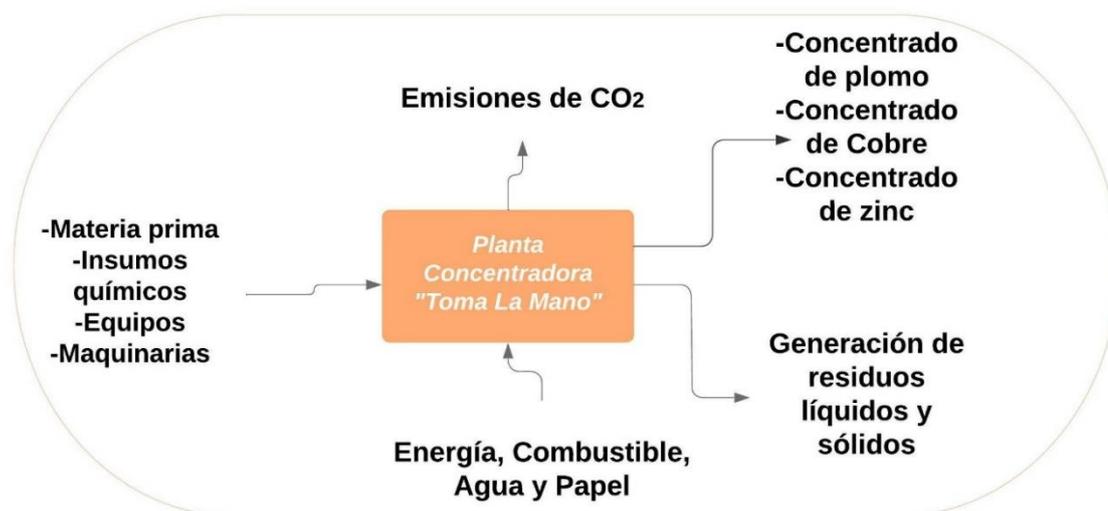


Gráfico 14: Análisis del sistema en la planta Toma la Mano.

3.3. Métodos o técnicas

3.3.1. Métodos

Para la estimación de la huella de carbono se empleó la metodología establecida en la Norma ISO de la serie 14000:

ISO 14064-1:2018. Gases de efecto invernadero. Parte 1: se establecen los principios y requisitos necesarios para cuantificar las emisiones y remociones de los gases de efecto invernadero (GEI) a nivel de una organización, incluyéndose los requisitos para diseñar, desarrollar, gestionar y verificar el inventario de gases de efecto invernadero de una organización.

Directrices del IPCC del año 2006, relacionado con los inventarios nacionales de GEI:

- Volumen 1. Incluye una orientación general del cálculo y la generación de informes.
- Volumen 2. Información relacionada al uso y generación de energía.
- Volumen 3. Información sobre procesos industriales y uso de los productos.

3.3.2. Técnicas

De acuerdo con Arias (2012), la técnica de investigación, viene a ser el procedimiento o la forma particular para poder obtener datos o información confiable.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se emplearon las siguientes técnicas de recolección de información:

- ✓ Se realizaron dos visitas de campo a la planta concentradora Toma la Mano, identificándose los límites organizacionales, los procesos operativos para el beneficio de minerales, el diagnóstico del área de estudio y recopilación de información.
- ✓ Se recolectaron datos a través de fichas de campo, entrevistas, recolección y toma de datos en campo y el análisis documental.
- ✓ Se recopiló la información siguiente:
 - Reportes de consumo de combustible.
 - Recibos de consumo de energía eléctrica.
 - Reportes consumo de agua.
 - Reportes de consumo de insumos químicos.
 - Reportes de consumo de papel.
 - Reportes de generación de residuos sólidos.
 - Reportes de trabajadores de la planta concentradora.
 - Estudio de Impacto Ambiental de la planta concentradora.

Asimismo, se utilizaron las siguientes herramientas informáticas:

- Sistemas de información geográfica (SIG).
- Hojas de cálculo de Microsoft Excel para el análisis de datos.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Según Ñaupas et al. (2018), la población viene a ser el total de las unidades de estudio ya sean personas, objetos, conglomerados, hechos o fenómenos, los cuales contienen las características requeridas, para ser consideradas como tales. La población por tanto queda definida por la planta concentradora de minerales de la de la Corporación Minera Toma La Mano S.A.

3.4.2. Muestra

Por su naturaleza la muestra será toda la población definida, asimismo, con el propósito de concretar el número muestral, se empleó el muestreo no probabilístico. Los criterios empleados para determinar la muestra fueron, la disponibilidad de recursos, accesibilidad al área de estudio y representatividad.

3.5. Instrumentos validados de recolección de datos

Los instrumentos que se emplearon en el estudio fueron: las fichas de registros, entrevistas y referencias bibliográficas. Asimismo, se realizó el análisis documental de los recibos, facturas, que incluye información de consumo de energía eléctrica, consumo de combustible, papel, consumo de agua, generación de residuos sólidos, consumo de insumos químicos, Estudio de Impacto Ambiental de la planta, datos del recorrido del traslado de todo el personal, como también el abastecimiento de los materiales a la planta concentradora de minerales.

3.5.1. Cuantificación de la huella de carbono

El alcance de huella de carbono en la planta concentradora de Minerales Toma La Mano, aborda las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por los procesos industriales, los suministros, el uso de GEI en algunos tipos de productos y por el uso no energético del carbono contenido en combustibles fósiles.

Para la cuantificación de emisiones se plantea desarrollarlos en dos pasos principales, según los lineamientos y procedimientos estandarizados establecidos en la Norma ISO 14064-1:2018, la obtención de la emisión de GEI (toneladas) y posteriormente la conversión de los datos de emisión (toneladas de GEI a unidades de toneladas de CO₂-eq).

3.5.2. Obtención de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)

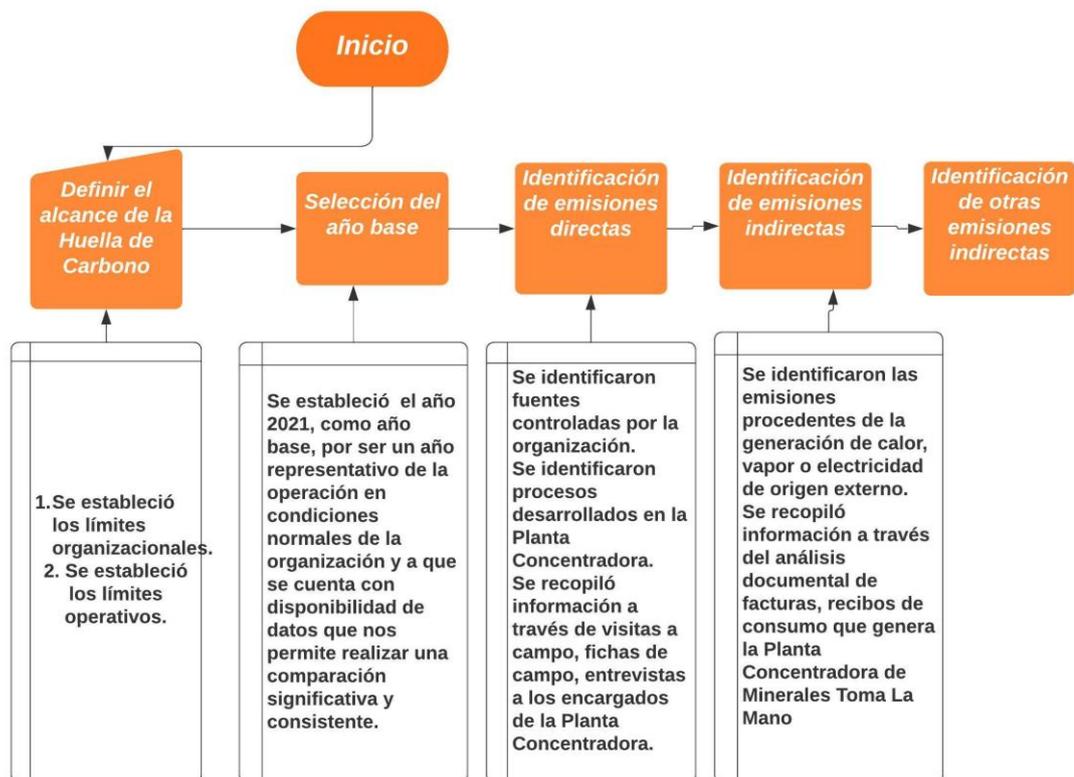


Gráfico 15: Obtención de la emisión de GEI.

3.5.3. Conversión de datos de emisión (CO2-eq)



Gráfico 16: Conversión de datos de emisión.

3.6. Procesamiento y análisis estadístico de la información

Para la cuantificación de las emisiones de los GEI se empleó el software de hojas de cálculo Microsoft Excel, que a través de la preparación de matrices se logró

registrar los datos en cada uno de los formatos (fichas de registros) aplicados para estimar la emisión de GEI por alcance y se estimó la huella de carbono (tCO₂-eq), para el año 2021:

3.6.1. Obtención de emisiones de GEI

✓ Cálculo de energía

Se evalúa el consumo de combustible en unidades TJ y aplicando la ecuación siguiente:

$$\text{Consumo TJ}\alpha = \sum (\text{Consumo Combustible}\alpha \times \text{VCN}\alpha)$$

Donde:

Consumo TJ α : consumo en TJ por tipo de combustible (α)

Consumo Combustible α : combustible consumido por tipo (gal, m³)

VCN α : valor calórico neto por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado.

- Cálculo de emisiones de CO₂, por el tipo de combustible:

$$\text{Emisiones GEI CO}_2\alpha = \text{Consumo TJ } \alpha \times \text{FE } \alpha$$

Donde:

Emisiones GEI CO₂ α : emisión de CO₂ por tipo de combustible (α) en unidades tCO₂/año

Consumo TJ α : consumo en TJ por tipo de combustible (α)

FE α : factor de emisión de CO₂ por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado.

- Cálculo de emisiones de CH₄.

Estimación de emisiones de CH₄ por el tipo de combustible.

$$\text{Emisiones GEI CH}_4\alpha = \text{Consumo TJ}\alpha \times \text{FE}\alpha$$

Donde:

Emisiones GEI CH₄ α : emisiones de CH₄ por tipo de combustible (α) en tCH₄/año.

Consumo TJ α : consumo en TJ por tipo de combustible (α).

FE α : factor de emisión de CH₄ por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado.

- Cálculo de emisiones de N₂O: consiste en estimar las emisiones de N₂O por el tipo de combustible:

$$\text{Emisiones GEI N}_2\text{O}\alpha = \text{Consumo TJ}\alpha \times \text{FE}\alpha$$

Donde:

Emisiones GEI N₂O α: emisiones de N₂O por tipo de combustible (α) en t N₂O/año

Consumo TJa : consumo en TJ por tipo de combustible (α)

FEα : factor de emisión de N₂O por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado.

- Cálculo del total de emisiones directas de GEI producidas por tipo de combustible:

Emisiones GEIα = Σ (Emisiones GEI CO₂α + Emisiones GEI CH₄α × GWPCH₄ + Emisiones GEI N₂Oα × GWPN₂O)

Donde:

Emisiones GEI: Emisiones GEI por tipo de combustible (α) en tCO₂e/año

GWPCH₄, N₂O: Potencial de calentamiento global por tipo de GEI 10.

- ✓ Cálculo de emisiones por generación de otra energía.

- Cálculo del consumo de combustible en TJ y se utiliza la siguiente ecuación:

Consumo TJa = Σ (Consumo Combustibleα × VCNa)

Donde:

Consumo TJa: consumo en TJ por tipo de combustible (α)

Consumo Combustibleα: combustible consumido por tipo (gal, m³)

VCNa: valor calórico neto por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado.

- Cálculo de emisiones de CO₂: consiste en estimar las emisiones de CO₂, por el tipo de combustible quemado:

Emisiones GEI CO₂α =Consumo TJa × FEα

Donde:

Emisiones GEI CO₂α: emisiones de CO₂ por tipo de combustible (α) en tCO₂/año.

Consumo TJa : consumo en TJ por tipo de combustible (α)

FEα : factor de emisión de CO₂ por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado.

- Cálculo de emisiones de CH₄: estimación de las emisiones de CH₄ por el tipo de combustible quemado:

Emisiones GEI CH₄α =Consumo TJa × Feα

Donde:

Emisiones GEI CH₄α: Emisiones de CH₄ por tipo de combustible (α) en tCH₄/año

Consumo TJa : Consumo en TJ por tipo de combustible (α)

FE α : Factor de emisión de CH4 por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado.

- Cálculo de emisiones de N2O, estimaciones de las emisiones de N2O por el tipo de combustible quemado:

Emisiones GEI N2O α =Consumo TJa \times Fe α

Donde:

Emisiones GEI N2O α : Emisiones de N2O por tipo de combustible (α) en t N2O

Consumo TJa: Consumo en TJ por tipo de combustible (α)

FE α : Factor de emisión de N2O por tipo de combustible.

α : tipo de combustible quemado

- Cálculo del total de emisiones directas de GEI, estimación del total de las emisiones directas de GEI generadas por tipo de combustible quemado:

Emisiones GEI α = Σ (Emisiones GEI CO2 + Emisiones GEI CH4 α \times GWPC_{CH4} + Emisiones GEI N2O α \times GWPN_{2O})

Donde:

Emisiones GEI: Emisiones GEI por tipo de combustible (α) en t CO2e

GWPC_{CH4}, N2O: Potencial de calentamiento global tipo de gas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Procesos implementados en la planta concentradora de la Corporación Minera Toma La Mano S.A.

La planta concentradora de minerales, cuenta con una capacidad instalada de procesamiento de 350 TM/día, calificado como pequeño productor minero (PPM), dedicada al procesamiento de minerales polimetálicos (Cu, Zn y Pb), se identificaron los equipos instalados (componentes) en cada proceso desarrollado en la planta concentradora, realizando la verificación del estado de los equipos. Según Sierra (2018), clasifica el estado de equipos y maquinarias en: bueno, regular y malo, en función a los aspectos y características relevantes de estos, siendo necesario la renovación de algunos equipos por deterioro o mejora tecnológica, a través de la optimización de los equipos para dar una mayor eficiencia en especial en los procesos de molienda, flotación y filtrado, se identificaron los siguientes procesos:

4.1.1. Pesaje, recepción y acopio de minerales

En este proceso el mineral es recepcionado y almacenado en la cancha de mineral temporal, donde se realiza el pesado y el registro junto al número de campaña, se toma muestras para obtener el porcentaje de humedad del mineral, la determinación de las especies mineralógicas y las leyes de cabeza, mediante pruebas de laboratorio respectivas, con el objetivo de preparar el tratamiento adecuado.

4.1.2. Chancado

El chancado se inicia con un stock pile (reserva de mineral) de 4,000 toneladas de capacidad, posterior a ello se alimentan mediante un cargador

frontal o volquete a la tolva de gruesos de capacidad de 120 toneladas, este material se extrae mediante un alimentador de orugas 24"x3.14 m, para su enviado a la chancadora primaria, previamente tamizado en un grizzly estacionario de 3' x 5' con abertura de 1-1/2".

El mineral grueso es triturado a través de una chancadora de quijada de dimensiones de 15"x24" con un setting de 1-1/2". Los materiales finos y la descarga de la chancadora son trasladados mediante una faja transportadora de 18", para su posterior envío a una zaranda vibratoria de simple deck cuyas dimensiones son de 3' x 9'. La planta tiene una producción diaria de 350 TM/día, para lo cual se ha dispuesto que la zaranda lleve doble deck.

Los gruesos producto del tamizado son recolectados a través de una faja transportadora hacia una chancadora cónica, la descarga de este equipo es retornada a la zaranda, cerrando el circuito. El mineral fino es almacenado en una tolva de finos con una capacidad de 350 toneladas.

Tabla 9: Componentes sección chancado.

N°	DESCRIPCIÓN A 350 TM/día	TAMAÑO	HP	Estado
1	Tolva de gruesos	120 TN		Regular
2	Alimentador de orugas N° 01	24"x3.14m	15	Bueno
3	Grizzly estacionario	30"x60"		Malo
4	Chancadora de quijada	15"x24"	100.00	Regular
5	Faja transportadora N° 1	18"x34.03m	30.00	Regular
6	Cedazo vibratorio sd	4'x10'	10.00	Regular
7	Electroiman	24" diámetro	0.50	Regular
8	Faja transportadora N° 2	18"x29.53 m	10.00	Regular
9	Chancadora cónica short head	3'	100.00	Regular
	Equipos auxiliares			Regular
10	Mono riel eléctrico	02 TN	1.00	Regular
11	Bomba de aceite de lubricación ch. Cónica Lokomo		2.00	Regular

4.1.3. Molienda y clasificación

En la sección de molienda se cuenta con una tolva de finos con una capacidad de 350 toneladas, donde se recepciona el mineral fino tamizado en la zaranda vibratoria (sección de chancado). El mineral acopiado es transportado a un molino de bolas de 8'x8' a través de un alimentador de faja de dimensiones 18" x 9.92 m, luego la descarga del molino (pulpa) es transportada al ciclón D-10 para su clasificación a través de una bomba horizontal de 4" x 3" en esta sección las partículas gruesas son retornadas al

molino para la reducción del tamaño y las partículas finas se trasladan hacia las celdas dúplex DR-100. Asimismo, la planta concentradora cuenta con una bomba vertical N° 1 1-1/2" X 36" como contingencia frente a futuros posibles derrames. El muestreo se realiza a las partículas finas del ciclón a través del muestreador de cabeza modelo S2H-21. En cuanto a los equipos auxiliares en esta sección se cuenta con una celda flash SK-240 el cual trabaja como una celda de Stand by ante cualquier problema con la celda DR-100.

Tabla 10: Componentes sección molienda y clasificación

Nº	DESCRIPCIÓN 350 TM/día	TAMAÑO	HP	ESTADO
1	Tolva de finos	350 TN		Bueno
2	Alimentador de faja	18"x9.92 m	6.00	Regula
3	Molino de bolas	8'x8'	350.00	Bueno
4	Duplex dr-100	100 ft3	40.00	Malo
5	Bombas horizontales centrifugas N° 1 y 2	4"x3"	25.00	Malo
6	Hidrociclones N° 1 y 2	02xD10B		Regular
7	Bomba vertical N° 1	1-1/2"x36"	15.00	Regular
8	Muestreador modelo s2h-21"	21" CARRE	0.50	Regular
	Equipos auxiliares			
9	Mono riel eléctrico	05 TON	2.00	Regular
10	Celda flash	SK-240	40.00	Regular
11	Bombas horizontales centrifugas N° 3 y 4	4"x3"	25.00	Regular

4.1.4. Flotación

En la sección de flotación se hace uso de los circuitos denominados flotación bulk, para la separación de los minerales cobre y plomo y la flotación de zinc.

El circuito de flotación bulk cuenta con 02 celdas de desbaste ws -180 ft3, 02 celdas de flotación rougher dr-30, 03 celdas scavenger dr-30 y 03 celdas cleaner sub A- 24, el concentrado bulk obtenido total tanto de las ws-180ft3 y la celda cleaner es muestreado a través de 01 muestreador modelo S2H-21", el relave de las celdas scavenger dr-30, sin transportados al circuito de flotación del zinc. Asimismo, se cuenta con una bomba vertical N°2 1-1/2" X 36", el cual sirve como contingencia ante posibles derrames, también se cuentan con equipos auxiliares. En el circuito de separación Cu-Pb, se cuenta con 01 acondicionador 6x6, 04 celdas de flotación rougher sub A-18", 04 celdas de flotación scavenger sub A-18", 04 celdas de flotación cleaner sub

A-18", también se cuenta con 01 muestreador para concentrado modelo S2H-21".

En el circuito de flotación del zinc (Zn), se cuenta con 01 acondicionador de 8 x 8, 02 celdas de desbaste WS -180 ft3, 04 celdas de flotación rougher DR-30, 04 celdas scavenger DR-30, 02 celdas cleaner I sub A- 24 y 02 celdas cleaner II sub A- 24. El concentrado de zinc obtenido se muestrea a través de 01 muestreador modelo S2H-21" y la descarga de la celda scavenger es enviada al depósito de relaves, también se cuenta con 01 bomba vertical N°2 1-1/2" X 36" como contingencia ante futuros derrames, con respecto a los equipos auxiliares todos se encuentra operativos.

Tabla 11:Componentes sección de flotación.

Nº	DESCRIPCIÓN 350 TM/día	TAMAÑO	HP	ESTADO
1	Celda serrana ws 180.	WS 180 ft3	25.00	Regular
2	Celda rougher ii bulk modelo dr-30	30 ft 3	30.00	Malo
3	Celda scavenger bulk modelo dr-30	30 ft3	60.00	Malo
4	Celda cleaner I y II BULK Modelo SUB A -24	50 ft3	15.00	Regular
5	Muestreador modelo s2h-21"	21" CARRE	0.50	Regular
6	Bomba vertical nº 2	1-1/2"x36"	15.00	Regular
Equipos auxiliares				
7	Compresor atlas copco	GA30	40.00	Regular
8	Soplador aire de baja presión	2000 CFM	60.00	Regular
9	Monoriel con polipasto mecánico de cadena	01 TON		Regular
SEPARACIÓN COBRE – PLOMO				
1	Acondicionador	6'X6'	10.00	Regular
2	Celda rougher denver sub a-18	18 ft3	25.00	Regular
3	Celda scavenger denver sub a-18	18 ft3	25.00	Regular
4	CELDA CLEANER I y II DENVER SUB A-18	18 ft3	12.50	Regular
5	Muestreador modelo s2h-21"	21" CARRE	0.50	Regular
FLOTACIÓN ZINC				
1	Acondicionador	8'X8'	15.00	Regular
2	Celda tc rougher i zinc modelo ws- 180	180 ft3	20.00	Regular
3	Celda rougher ii zinc modelo dr-30	50 ft3	60.00	Regular
4	Celda scavenger zinc modelo dr-30	50 ft3	60.00	Regular
5	Celda cleaner i zinc modelo sub a-24	50 ft3	25.00	Regular
6	Celda cleaner ii modelo sub a-24	50 ft3	25.00	Regular
7	Muestreador modelo s2h-21"	21" CARRE	0.50	Regular
8	Bomba vertical nº 3	1-1/2"x36"	15.00	Regular
Equipos auxiliares				
9	Monoriel con polipasto mecánico de cadena	01 TON		Regular
SUMINISTRO DE AGUA				

1	Tanque de almacenamiento de agua (130 m ³)	22.5mx5m		Bueno
PREPARACIÓN DE REACTIVOS DE FLOTACIÓN				
Reactivos de flotación				
	Tanques de agitación	2'X3'		-
1	Sulfato de zinc	2'X3'		-
2	Cianuro de sodio	2'X3'		-
3	Bisulfito de sodio	2'X3'		-
4	Hidróxido de sodio	2'X3'		-
5	Espumante f-70	2'X3'		-
6	Espumante mibc	2'X3'		-
7	Colector de plata a-31	2'X3'		-
8	Colector a-3418	2'X3'		-
9	Complejo depresor	2'X3'		-
10	Sulfato de cobre	2'X3'		-
11	Colector z-6	2'X3'		-
1	Colector z-11	2'X3'		-
2				
LECHADA DE CAL				
1	Tova de cal	2mx2mx1.5m		Malo
2	Alimentador de faja	12"x2.0m	1.00	Regular
3	Tanque agitador	5'x5'	1.50	Regular
4	Bombas horizontales centrífugas n° 11 y 12	1-1/2" x 36"	15.00	Regular
5	Equipos auxiliares	2mx2mx1.5m		Regular
6	Pluma con brazo de 1.2 m para izaje cilindros	R=1.2M		Regular

4.1.5. Sección de eliminación de agua – filtrado de concentrados

En las secciones de operación de sedimentación y filtrado se cuentan con espesadores “INMEPEB” de 15'Øx 8' para el concentrado de plomo y de 15'Øx 8' para los concentrados de zinc; se hacen uso de filtros de disco y de prensa, respectivamente. El concentrado de cobre que proviene del circuito de separación es sedimentado a través de un cono decantador de 2 m x 2 m de diámetro, el cual es enviado a través de una bomba horizontal 2-1/2X1/2" al filtro de disco de Cu 6' x 3D.

El concentrado de plomo ingresa al espesador de Pb 15'x8' para obtener un mayor porcentaje de sólidos, posteriormente la pulpa espesada es trasladada a través de una bomba horizontal 2-1/2X1/2" al filtro de disco Pb 6' x 5D.

El concentrado de zinc ingresa al espesador de Zn 15'x8' para obtener un mayor porcentaje de sólido, posteriormente esta pulpa espesada es

trasladada mediante una bomba horizontal de 2-1/2X1/2" al filtro prensa Zn de 1m x 30u, asimismo se cuenta con una bomba vertical N°2 1-1/2" X 36" como contingencia ante posibles derrames, también para la disposición de concentrado Pb-Cu-Zn se cuenta con almacenes respectivos para cada tipo de concentrado

Tabla 12: Eliminación de agua y filtrado de concentrados.

Nº	DESCRIPCIÓN 350 TM/día	TAMAÑO	HP	Estado
ELIMINACIÓN DE AGUA				
1	Cono decantador concentrado de cobre	2m Diam x 2m		Malo
2	Filtro de discos	6'x3D	3.00	Regular
3	Espesador concentrado plomo	15'x8'	5.00	Regular
4	Bombas horizontales centrifugas n° 9 y 10	2-1/2"x2"	10.00	Regular
5	Filtro de discos	6'x5D	3.00	Regular
6	Espesador concentrado de zinc	15'x8'	5.00	Regular
7	Bombas horizontales centrifugas n° 5 y 6	2-1/2"x2"	10.00	Malo
8	Filtro prensa	1mx30u	7.30	Regular
9	BOMBA VERTICAL N° 4 y 5	1-1/2"x36	12.50	Regular
ELIMINACIÓN DE AGUA				
EQUIPOS AUXILIARES				
10	Agitador de filtro de cobre	6'x2D	3.00	Regular
11	Agitador de filtro de plomo	6'x3D	3.00	Regular
12	Agitador de filtro de zinc	6'x3D	3.00	Regular
13	Almacén de concentrado de cobre 8mx6m	48 m ²		Regular
14	Almacén de concentrado de plomo 8mx6m	48 m ²		Regular
15	Almacén de concentrado de zinc 8mx12m	96 m ²		Regular
16	Bomba de vacío 1000 cl-tipo nash	1000 CL	60.00	Regular
17	Blower rotatorio	200 CFM	5.00	Regular
18	Botellas secundarias sistema de vacío	700 mm D		Regular
19	Botella principal sistema de vacío	700 mm D		Regular

4.1.6. Disposición de relaves

El relave proveniente de las celdas de flotación scavenger de zinc son transportadas a través de una bomba horizontal de 4" x 3" al hidrociclón D-10, donde se clasifica tanto el material grueso como los finos, para esta sección

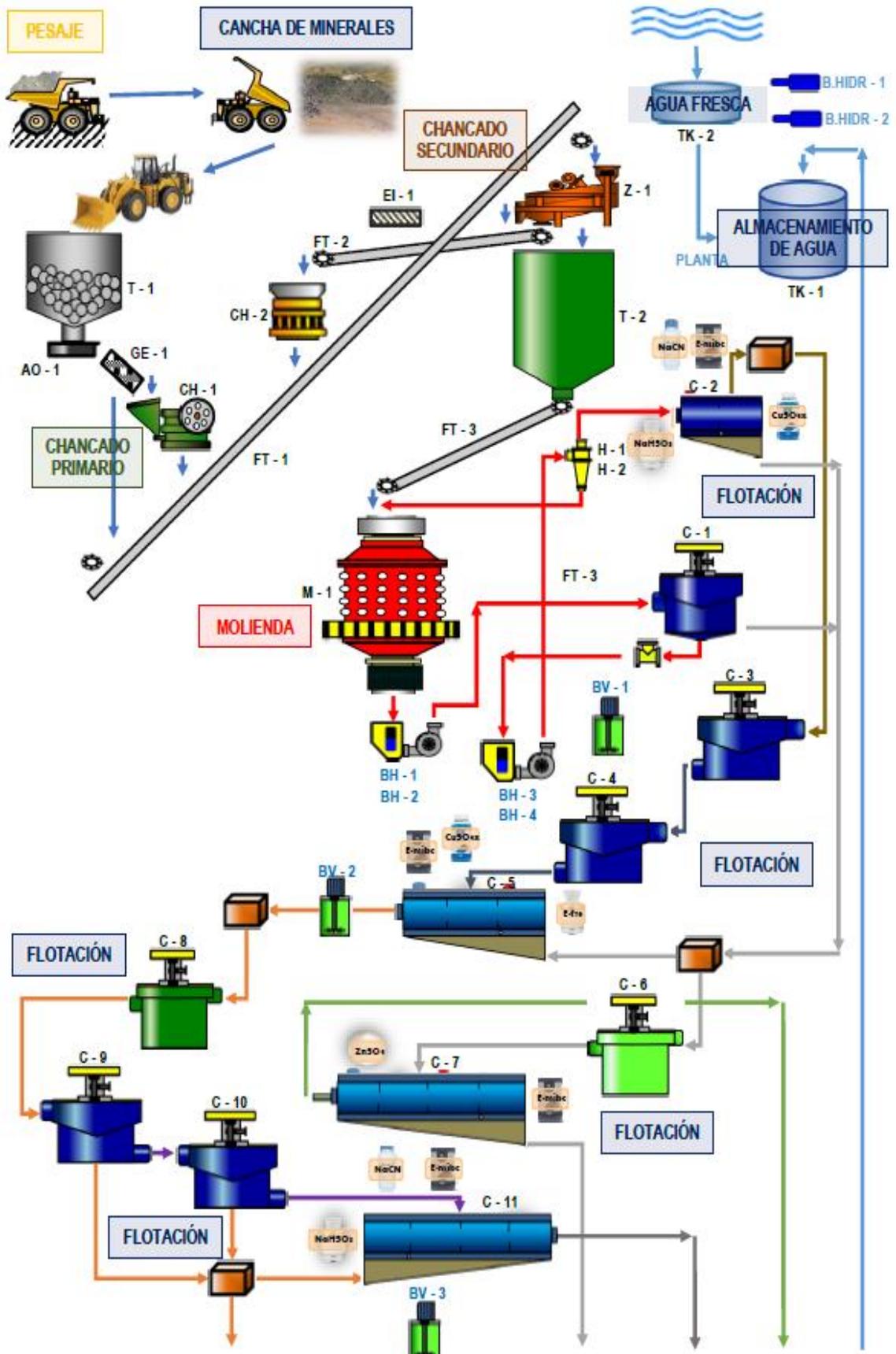
se cuentan con equipos auxiliares como son las pozas de recuperación de agua N°1 y N°2 las cuales se encuentran operativas.

El método de disposición de relaves empleado en la planta concentradora es la de aguas abajo con clasificación de las arenas a través de un ciclón de 10 pulgadas de diámetro, los gruesos constituyen el muro de la relavera y los finos son enviados al fondo del espejo de agua. El agua clarificada del depósito de relaves es recirculado y reutilizado en los procesos de la planta concentradora, en promedio se recircula 10 m³ de agua industrial.

Tabla 13:Componentes sección de disposición de relaves.

Nº	DESCRIPCIÓN 350 TM/día	TAMAÑO	HP	ESTADO
ELIMINACIÓN DE AGUA				
1	Bombas horizontales centrifugas N° 7 y 8	4"X3"	30.00	Bueno
2	Hidrociclones n° 3 y 4	02xD10B		Regular
3	Equipos auxiliares			
4	Poza de recuperación de agua	4mx6mx2m/2.2m x2.2mx2m		Bueno
5	Poza de recuperación de agua N° 02	4.5mx9mx1.8m		Bueno
6	Bomba vertical multietapa tipo hidrostal	50-250	75.00	Regular

A continuación, se presenta el mapa de procesos de la planta concentradora Toma la Mano.



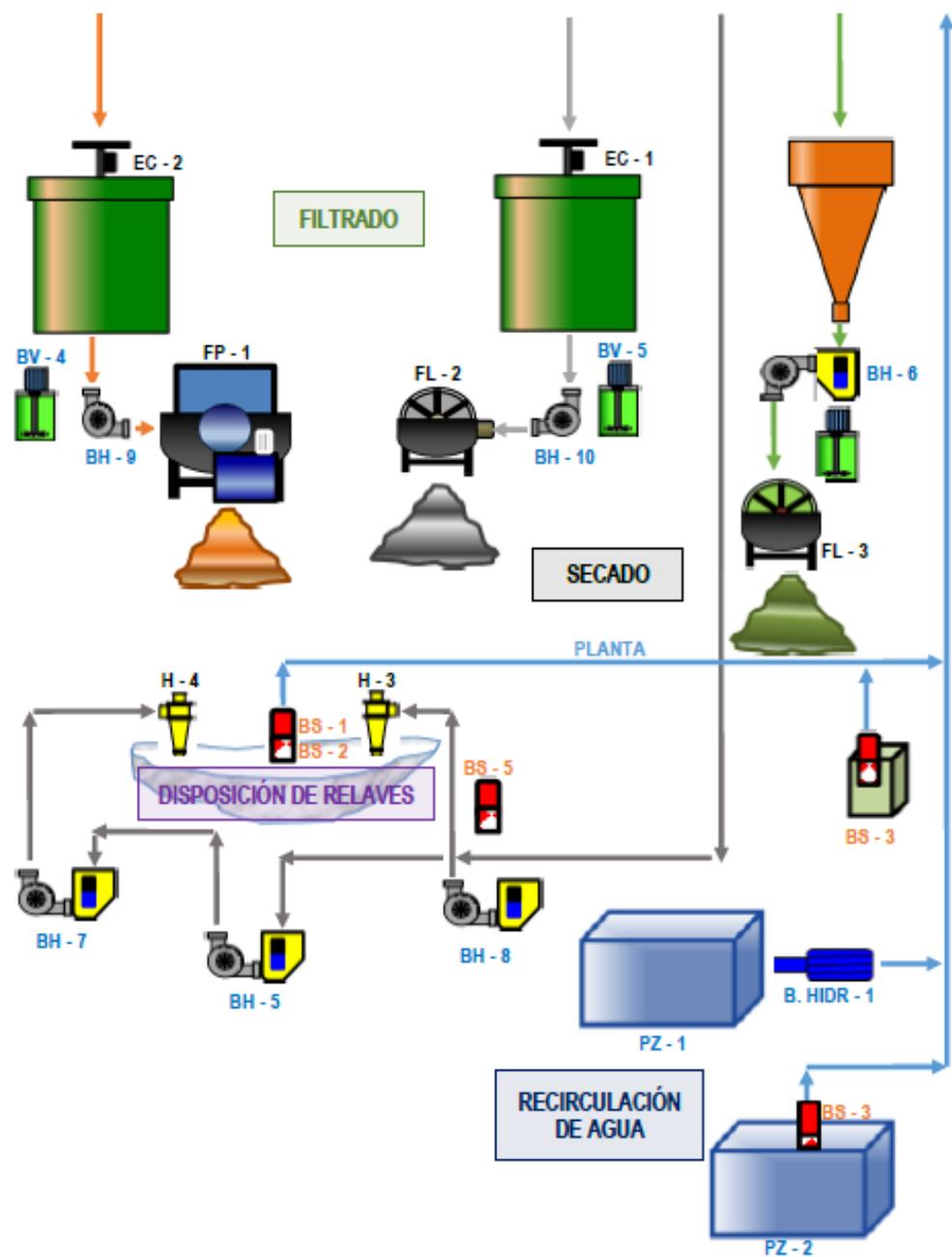


Diagrama 1: Límites operacionales

Leyenda:

TOLVAS			HP
T - 1	Tolva de gruesos	120 TM	
T - 2	Tolva de finos	350 TM	
	Balanza electrónica	80 TM	
ALIMENTADORES			
AO - 1	Alimentador de Orugas N° 01	24" x 3.14 m	15.0
GE - 1	Grizzly Estacionario	30" x 60"	
FAJAS TRANSPORTADORAS			
FT - 1	Faja transportadora N° 01	18" x 34.03 m	30.0
FT - 2	Faja transportadora N° 02	18" x 29.53 m	10.0
FT - 3	Alimentador de Faja	18" x 9.92 m	6.0
EI - 1	Electroiman	24" diam.	0.5
CHANCADORAS Y CEDAZOS			
CH - 1	Chancadora de Quijada	15" X 24"	100.0
CH - 2	Chancadora Cónica SHORT HEAD.	2.5'	100.0
Z - 1	Cedazo Vibratorio SD	4' x 10'	10.0
MOLINOS E HIDROCICLONES			
M - 1	Molino de Bolas	8' ø X 8'	350.0
H - 1	Hidrociclón	02xD10B	
H - 2	Hidrociclón Stand by.	02xD10B	
H - 3	Hidrociclón	02xD10B	
H - 4	Hidrociclón Stand by.	02xD10B	
CELDA DE FLOTACION			
C - 1	Celda FLASH	SK-240	40.0
C - 2	Celdas DUPLEX DR-100	100 ft3	40.0
C - 3	Rougher I Bulk Celda Serrana WS 180 N° 01	WS 180 ft3	25.0
C - 4	Rougher I Bulk Celda Serrana WS 180 N° 02	WS 180 ft3	25.0
C - 5	Cleaner II de bulk Modelo Sub A-24	50 ft3	25.0
C - 6	Cleaner I de Bulk Modelo Sub A-24	50 ft3	15.0
C - 7	Celda Rougher II de bulk Modelo DR – 30	30 ft3	30.0
C - 8	Celda Scavenger bulk Modelo DR – 30	30 ft3	60.0
C - 9	Acondicionador de Cobre	6' ø x 6'	10.0
C - 10	Cleaner II de cobre DENVER Sub A-18	18 ft3	12.5
C - 11	Cleaner I de cobre DENVER Sub A-18	18 ft3	12.5
C - 12	Celda Rougher DENVER Sub A-18 de cobre	18 ft3	25.0
C - 13	Celda Scavenger DENVER de cobre Sub A-18	18 ft3	25.0
C - 14	Acondicionador de Zinc	8' ø X 8'	15.0
C - 15	Celda TC Rougher I zinc Modelo WS-180 N° 01	180 ft3	20.0
C - 16	Celda TC Rougher I Zinc Modelo WS 180 N° 02	180 ft3	20.0
C - 17	Celda Cleaner I de Zinc Modelo Sub A-24	50 ft3	25.0
C - 18	Celda Cleaner II Zinc Modelo Sub A-24	50 ft3	25.0
C - 19	Celda Rougher II Zinc Modelo DR – 30	50 ft3	60.0
C - 20	Celda Scavenger I de Zinc Modelo DR – 30	50 ft3	60.0
SEDIMENTADOR - ACONDICIONADOR – FILTROS			
EC - 1	Espesador Concentrado de Plomo	15' x 8'	5.0
EC - 2	Espesador Concentrado de Zinc	15' x 8'	5.0
EC - 3	Cono Decantador de Cobre	2m Diam. x 2m H.	
FL - 2	Filtro de discos Plomo	6' X 5d.	3.0
FL - 3	Filtro de discos , Cobre	6' X 3d.	3.0
FP - 1	Filtro Prensa, Zinc	1m x 30u	7.3
TKs AGUA INDUSTRIAL Y FRESCA			
TK - 1	Tanque de Almacenamiento de agua (130 m3)	22.5m x 5 m	
PZ - 1	Poza de recuperación de agua (*)	2mx10x1.5m/1mx1mx1m	
PZ - 2	Poza de recuperación de agua N° 02	4mx6mx2m/2.2mx2.2m	
TK - 2	Poza de agua fresca (500 m3)	2mx2m	
BOMBAS			
BH - 1	Bomba H. CENTRIFUGA, Descarga Molino (Feed SK-240)	4" X 3"	25.0
BH - 2	Bomba H. CENTRIFUGA, Descarga Molino (Feed SK-240)	4" X 3"	25.0
BH - 11	Bomba H. CENTRIFUGA	4" X 3"	25.0
BH - 12	Bomba H. CENTRIFUGA	4" X 3"	25.0
BH - 3	Bomba H. CENTRIFUGA Conc. Plomo (Feed FL - 2)	2-1/2"x2"	10.0
BH - 4	Bomba H. CENTRIFUGA (Feed FP-1)	2-1/2"x2"	10.0
BH - 5	Bomba H. CENTRIFUGA (Feed B.H. N° 08)	2-1/2"x2"	10.0
BH - 6	Bomba Centrifuga (Feed FL - 3)	2-1/2"x2"	10.0

BH - 7	Bomba H. CENTRIFUGA (Feed D-10 N° 03)	4"X3"	25.0
BH - 8	Bomba H. CENTRIFUGA (Feed D-10 N° 04)	4"X3"	25.0
BV - 1	Bomba Vertical (Sumidero de molienda)	1-1/2" x 36"	15.0
B. HIDR-1	Bomba Vertical Multietapa Tipo Hindustrial (Feed TK)	50-250	75.0
BS - 1	Bomba S. FLYGT (Feed TK Industrial)		27.0
BS - 2	Bomba S. GRINDEX (Feed TK Industrial)		15.0
BS - 4	Bomba S. AKI PUMP (Feed TK Industrial)		12.5
BS - 3	Bomba S. GRINDEX caja de captación Filtros		15.0
BV - 2	Bomba Vertical (Sumidero Flot. bulk)	1-1/2" x 36"	15.0
BV - 3	Bomba Vertical (Sumidero Flot. Zinc)	1 1/2" x 36"	15.0
	Bomba de Vacío 1000 CL-TIPO NASH Plomo	1000 CL	60.0
	Bomba de Vacío 1000 CL-TIPO NASH Zinc	1000 CL	60.0
BV - 5	Bomba Vertical, piso Espesador Pb	1 1/2" x 36"	12.5
BV - 4	Bomba Vertical, piso Espesador Zn	1 1/2" x 36"	12.5
BH - 9	Bomba H., cochas de Cu y Pb	2-1/2" x 2"	10.0
BH - 10	Bomba H., cocha de Zn	2-1/2" x 2"	10.0
B. HIDR-1	Bomba Hidrostral, agua de río Estación de Bombeo N° 01	65-200	75.0
B. HIDR-2	Bomba Hidrostral, agua de río Estación de Bombeo N° 02	65-201	75.0

4.2. Fuentes y suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) identificados en la planta concentradora de minerales Toma La Mano.

4.2.1. Las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI):

La planta concentradora Toma La Mano, para el procesamiento de minerales polimetálicos hace uso de combustibles fósiles, energía eléctrica, consumo de agua para la utilización y funcionamiento de los equipos, vehículos y maquinarias, se han identificado las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI), siendo los siguientes:

- ✓ Consumo de combustible

Tabla 14: Consumo de combustible en la planta procesadora Toma La Mano – 2021.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Consumo de combustible en (GLN)	608.377	585.551	818.023	281.303	866.684	964.300	31	75.21	1280.742	1241.185	1102.271	1342.930

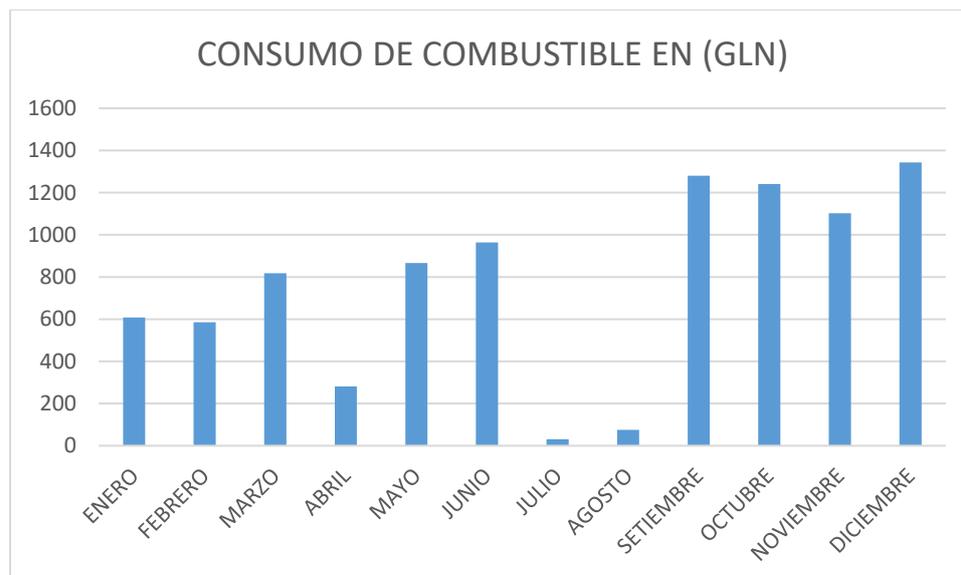


Gráfico 17: Consumo de combustible en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021.

En el gráfico 17, se contrastó que para el funcionamiento de la planta concentradora se obtuvo un consumo máximo en el mes de diciembre con 1342.93 galones y un mínimo consumo en el mes de julio con 31 galones, en promedio se consumieron 766.46 galones mensuales de combustible, generando en la combustión en los vehículos y maquinarias el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), metano (CH₄), contribuyendo a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

✓ Consumo de energía eléctrica

Tabla 15: Consumo de energía eléctrica en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Energía activa fuera punta (EAFP KWh)	114,838	74,884	263,077	32,553	288,047	222,921	2	353,491	334,727	331,964	317,497	295,497
Energía activa hora punta (EAHP KWh)	30,157	16,088	64,736	5,333	73,773	51,080	55,084	78,308	78,104	71,687	66,190	57,190
Total, anual (KWh)	3,491,161											

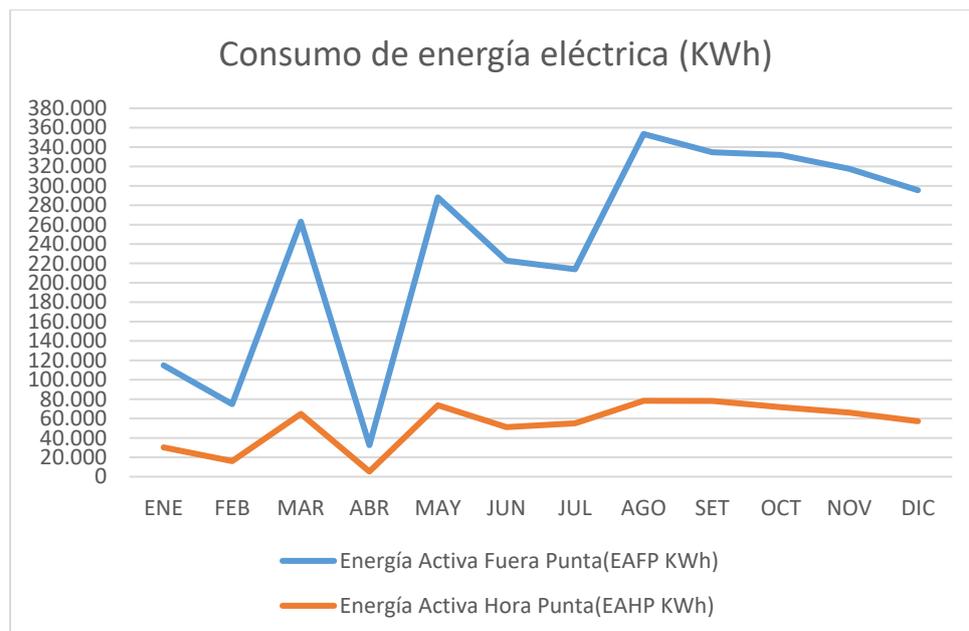


Gráfico 18: Consumo de energía eléctrica en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021.

En el gráfico 18, se contrastó que para el funcionamiento de la planta concentradora se tuvo un consumo máximo en el mes de agosto con 431,799 KWh de energía activa fuera punta y energía activa hora punta, asimismo se tuvo un mínimo consumo en el mes de abril con 37,886 KWh del total de energía, esto debido al mantenimiento de los equipos y maquinarias que se realizaron en ese mes por lo que la planta se encontró paralizada, en promedio mensual la planta concentradora consumió 290,930.08 KWh de energía eléctrica y un total anual de 3,491,161 KWh entre energía activa fuera punta y energía activa hora punta, siendo la generación de energía eléctrica dependiente de la combustión de combustibles fósiles, produciendo el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), metano (CH₄), estos contribuyen a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

✓ Consumo de agua

Tabla 16: Consumo de agua en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Volumen de agua (m ³ /mes)	432.00	2160	9072	528	9724.	750	708	1224	1088	1017	1146	1077
					32	8	0.48	2.88	6.40	7.92	5.28	4.08

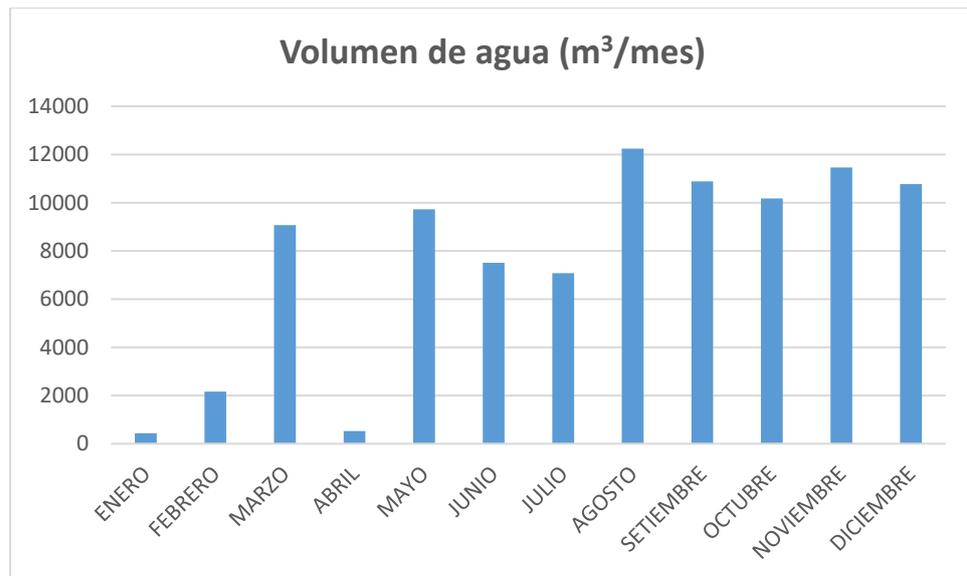


Gráfico 19: Consumo de agua en la planta de procesamiento Toma La Mano - 2021.

En el gráfico 19, se contrastó que para el funcionamiento de la planta concentradora se tuvo un consumo máximo de agua en el mes de agosto con 12 242.88 m³ y un mínimo consumo en el mes de enero con 432 m³, en promedio se consumió 7,670.94 m³ al mes para el beneficio de minerales, generando emisiones derivadas del uso de recursos, estos contribuyen a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

Tabla 17: Consumo de insumos químicos en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021.

✓ Consumo de insumos químicos

Insumo químico	Consumo Anual (kg) - Año 2021
Hidróxido de Calcio al 65%	281850.00

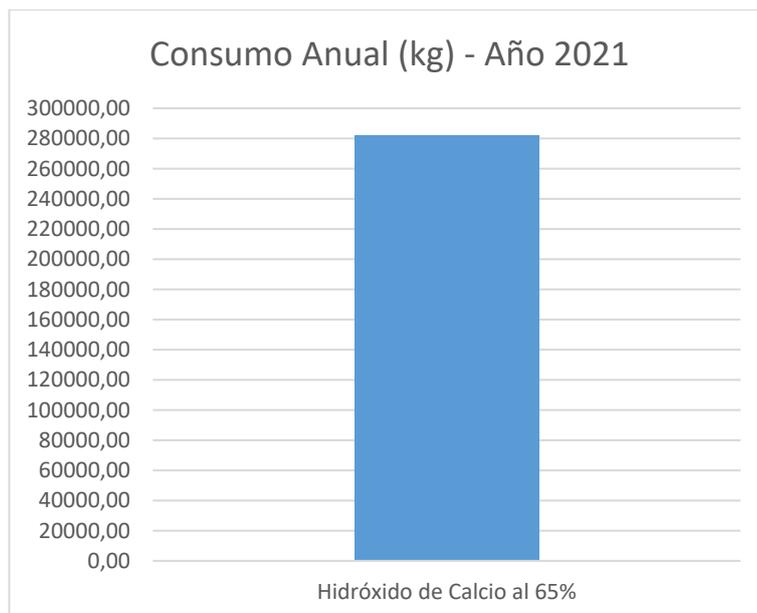


Gráfico 20: Consumo de insumos químicos en la planta de procesamiento Toma La Mano- 2021.

En el gráfico 20, se contrastó que para el beneficio de minerales en la planta concentradora tuvo un consumo máximo en el año 2021, con 281,850.00 kg de Hidróxido de Calcio al 65%, siendo el insumo principal para el procesamiento de minerales en la planta concentradora, generando emisiones derivadas del uso de recursos, contribuyendo a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

✓ Consumo de papel

Tabla 18: Consumo de papel en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021.

CONSUMO DE PAPELES (RESMA)	CONSUMO DE PAPELES (KG)
24	56.14

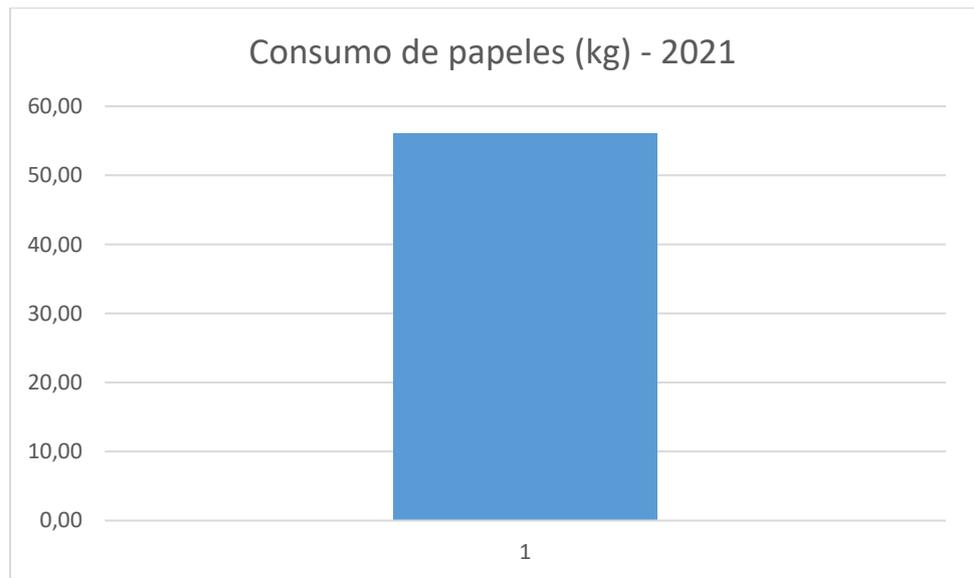


Gráfico 21: Consumo de papel en la planta de procesamiento Toma La Mano - 2021.

En el gráfico 21, se presenta el consumo de papel en el área administrativa de la planta concentradora de minerales para el año 2021, se utilizaron 24 paquetes de papel resma, lo cual representa 56.14 kg de papel.

✓ Generación de residuos sólidos

Tabla 19: Generación de residuos sólidos en la planta de procesamiento Toma La Mano – 2021.

Residuos Reciclables aprovechables (TN)	Residuos Orgánicos (TN)	Residuos Peligrosos (TN)	Residuos No aprovechables (TN)
5	10.44	3.95	6.5

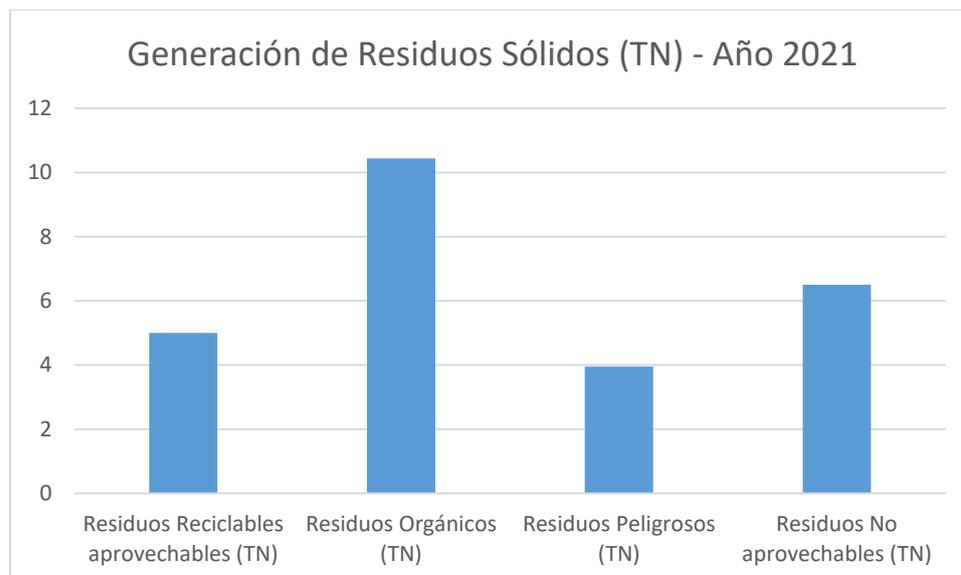


Gráfico 22: Generación de residuos sólidos en la planta de procesamiento Toma La Mano- 2021.

En el gráfico 22, se contrastó que para el beneficio de minerales en la planta concentradora Toma La Mano, producto de las operaciones unitarias para el beneficio de minerales, se generaron 05 toneladas de residuos reciclables aprovechables, 10.44 toneladas de residuos orgánicos, 3.95 toneladas de residuos peligrosos y 6.5 toneladas de residuos no aprovechables. Corporación Minera Toma La Mano S.A. (2021)

4.2.2. Suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI):

Para el análisis de la cadena de suministros de la planta concentradora Toma La Mano, implica a todos los actores, por cuanto para el beneficio de minerales las principales emisiones de algunos productos se generan en el transporte, asimismo en las operaciones de logística, las principales fuentes de suministros de emisión de GEI son:

- ✓ Transporte de mineral

La planta concentradora Toma La Mano, tiene una capacidad instalada de procesamiento de 350 TM/día, prestando servicios a terceras empresas de pequeños productores mineros y mineros artesanales.

- ✓ Transporte de personal

Tabla 20: Fuerza laboral – etapa operativa.

ÁREA	EMPLEADOS	OPERADORES	INGENIEROS	TOTAL
ADMINISTRACIÓN	4			

OPERACIÓN		42	4
VIGILANCIA	9		
TOTAL	13	42	55

4.3. Las características de las fuentes y suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) son:

4.3.1. Descripción de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI):

La planta concentradora Toma La Mano, para el procesamiento de minerales polimetálicos hace uso de combustibles fósiles, energía eléctrica, consumo de agua, uso de insumos químicos, para la utilización y funcionamiento de las maquinarias como vehículos, equipos, siendo un gran emisor de CO₂, CH₄ y N₂O, a la atmosfera, a su vez, estas en conjunto forman parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), estos son:

✓ Consumo de combustible

Para el funcionamiento de los equipos y maquinarias en los procesos de beneficio de minerales polimetálicos en la planta concentradora Toma La Mano, se consumió 9,197.58 galones de combustibles en el año 2021, producto de estas operaciones se genera la combustión en los vehículos y maquinarias, generándose la emisión del dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), metano (CH₄), contribuyendo a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

✓ Consumo de energía eléctrica

En los procesos de chancado, molienda, flotación, secado y disposición de relaves, para el funcionamiento de los equipos en estos procesos, se consumió el total 3,491,161 KWh de energía eléctrica en el año 2021, siendo la generación de energía eléctrica dependiente de la combustión de combustibles fósiles, produciendo el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), metano (CH₄), estos contribuyen a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

✓ Consumo de agua

Para el beneficio de los minerales polimetálicos en la planta concentradora Toma La Mano, en el proceso de flotación, en el año 2021, se consumió un total de 92,051.36 m³ de agua, producto de este consumo

se generan emisiones derivadas del uso de recursos, estos contribuyen a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

✓ Consumo de insumos químicos

Para el beneficio de minerales en la planta concentradora Toma La Mano, en el proceso de flotación tuvo un consumo total de 281,850.00 kg de Hidróxido de calcio al 65%, para poder estimar las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas necesarias para su producción, estos contribuyen a la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI).

4.3.2. Descripción de los suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI):

✓ Transporte de mineral

La planta concentradora Toma la Mano, en el año 2021, proceso 126,000 TM de minerales polimetálicos, provenientes de los pequeños mineros y mineros artesanales de la zona, generándose una cadena de producción que derivan en la generación de los gases de efecto invernadero.

✓ Transporte de personal

La planta concentradora Toma la Mano, en el año 2021, conto con 55 trabajadores, quienes se movilizan a través de las unidades móviles de la empresa, generándose una cadena de producción que derivan en la generación de los gases de efecto invernadero.

4.4. Se estimó la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) en base a los lineamientos establecidos en la norma ISO 14064-1:2018, que genera la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano.

Para el cálculo de las emisiones de los gases de efecto invernadero, se realizó en base a los datos del consumo total de materiales e insumos que abarcan a todos los procesos de la planta concentradora obteniendo un resultado en base a la delimitación operacional.

4.4.1. Delimitación de límites organizacionales

La empresa Corporación Minera Toma La Mano S.A., con RUC N° 20515464311, titular de la planta concentradora Toma La Mano, cuenta con el siguiente límite organizacional:



Gráfico 23:Diagrama de los límites organizacionales.

4.4.2. Delimitación de límites operacionales

En base a la información recopilada, de acuerdo al tipo de alcance, emisión, aspecto ambiental y el factor de análisis del proceso, se identificaron y delimitaron los límites operacionales que incluyen el proceso de pesaje, recepción, acopio de minerales, chancado, molienda, clasificación, flotación, eliminación de agua – filtrado de concentrados y disposición de relaves. Para determinar el tipo de fuente de emisión directa o indirecta es ineludible analizar estas emisiones dentro de los límites operativos.

Tabla 21: Determinación de los límites operacionales.

Alcance	Emisión	Aspecto	Factor de Análisis
I	Directa	Consumo de energía	Chancado, molienda, flotación, secado y disposición de relaves.
		Consumo de combustible	Chancado, molienda, flotación, secado y disposición de relaves.
		Consumo de agua	Flotación y disposición de relaves.
		Consumo de insumos químicos	Flotación y disposición de relaves.

II	Indirecta	Generación de Residuos sólidos	Chancado, molienda, flotación, secado y disposición de relaves y Área Administrativa
II	Otras emisiones indirectas	Consumo de Papel Movilidad	Área Administrativa Área Administrativa

4.4.3. Selección del año base

Las empresas del rubro minero experimentan cambios significativos que modifican el perfil histórico de sus emisiones, se estableció como año base histórico para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con propósitos de estudio al año 2021.

4.4.4. Identificación de emisiones directas

- ✓ Alcance I: consumo de combustible

Las emisiones directas generadas por el desarrollo de los procesos de beneficio, se contabilizan como emisiones de alcance I (directas), cabe precisar que el consumo de combustible abarca al uso en los equipos, maquinarias, transporte de personal, centrado el cálculo como unidad, en base a los lineamientos de la ISO 14064-1:2018.

La información del consumo de combustible ha sido facilitada por la empresa Corporación Toma La Mano.

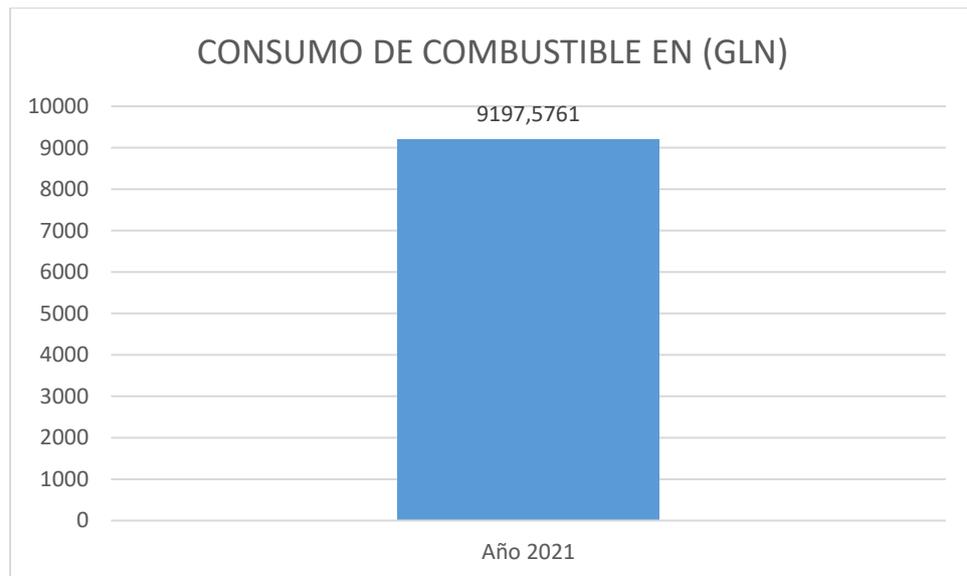


Gráfico 24: Cantidad de combustible consumido en el año 2021.

Los tipos de combustible empleado por los equipos y los vehículos de la planta concentradora Toma La Mano, son el petróleo DB5 y GASOHOL 95, en el año 2021, se consumieron 9,197.58 GLN de combustible.

✓ Alcance I: consumo de energía eléctrica

En base a la definición del alcance I, se considera a las emisiones directas provenientes de la energía de tipo eléctrica, la cual se utiliza dentro de los límites de la organización establecidos. La energía eléctrica es suministrada a través de la empresa Hidrandina S.A., los registros del consumo de energía eléctrica (kWh) fueron recolectados de los recibos de pago del consumo mensual. La información del consumo de energía eléctrica ha sido facilitada por la Corporación Toma La Mano, cabe precisar que el consumo de energía eléctrica abarca al uso en los equipos, maquinarias, centrado el cálculo como unidad, en base a los lineamientos de la ISO 14064-1:2018.

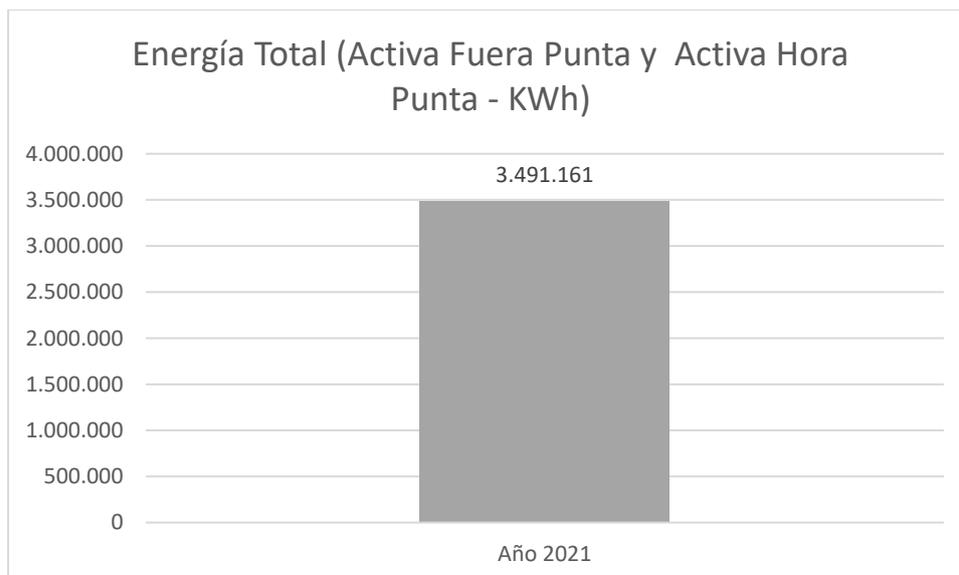


Gráfico 25: Consumo de energía eléctrica en el año 2021.

Para el desarrollo de los diferentes procesos de la planta concentradora Toma La Mano, se consumieron 3,491,161 kWh entre energía activa fuera punta y activa hora punta en el año 2021.

✓ Alcance I: consumo de agua

En base a la definición del alcance I, se considera al consumo de agua dentro de otras emisiones directas, la cual se utiliza dentro de los límites de la organización. El consumo de agua en la planta concentradora es abastecido del río Yanayacu, perteneciente a la sub cuenca Yanayacu en la cuenca del Santa, la cual se encuentra autorizada por la Autoridad Local del Agua – ALA Huaraz. Los registros del consumo de agua (m³) fueron recolectados de los recibos de pago del consumo mensual. La información del consumo de agua ha sido facilitada por la Corporación Toma La Mano, cabe precisar que el consumo de agua abarca al uso en los equipos, maquinarias, centrado el cálculo como unidad, en base a los lineamientos de la ISO 14064-1:2018.

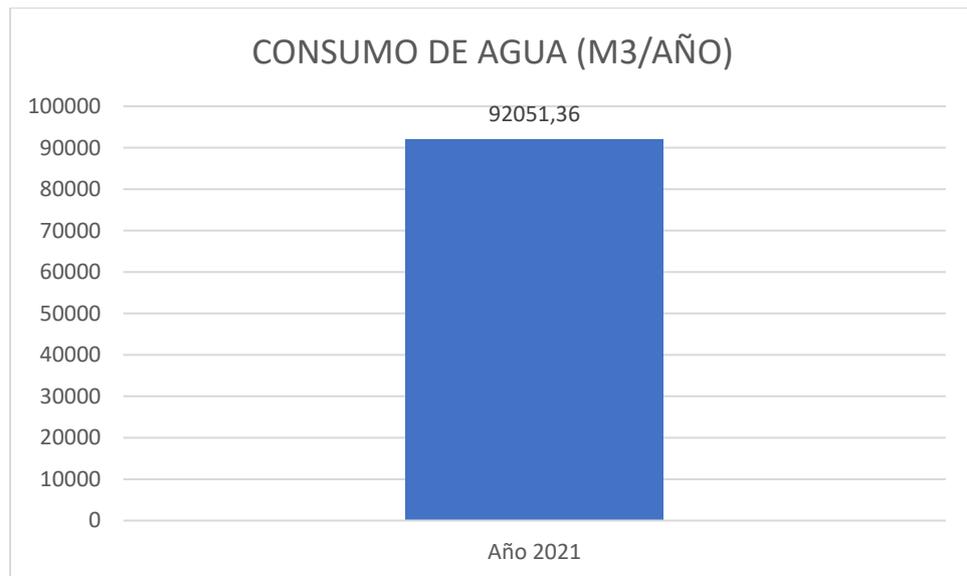


Gráfico 26: Consumo de agua en el año 2021.

Para el desarrollo de los diferentes procesos de la planta concentradora Toma La Mano, en el año 2021, se consumieron 92,051.36 m3 de agua.

✓ Alcance I: consumo de insumos químicos

En base a la definición del alcance I, se considera al consumo de insumos químicos como otras emisiones directas, la cual se utiliza dentro de los límites de la organización. El abastecimiento de insumos químicos es a través de empresas proveedoras. La información del consumo de insumos químicos ha sido facilitada por la empresa Corporación Toma La Mano, cabe precisar que el consumo de insumos químicos abarca al uso en los equipos, maquinarias, centrado el cálculo como unidad, en base a los lineamientos de la ISO 14064-1:2018.

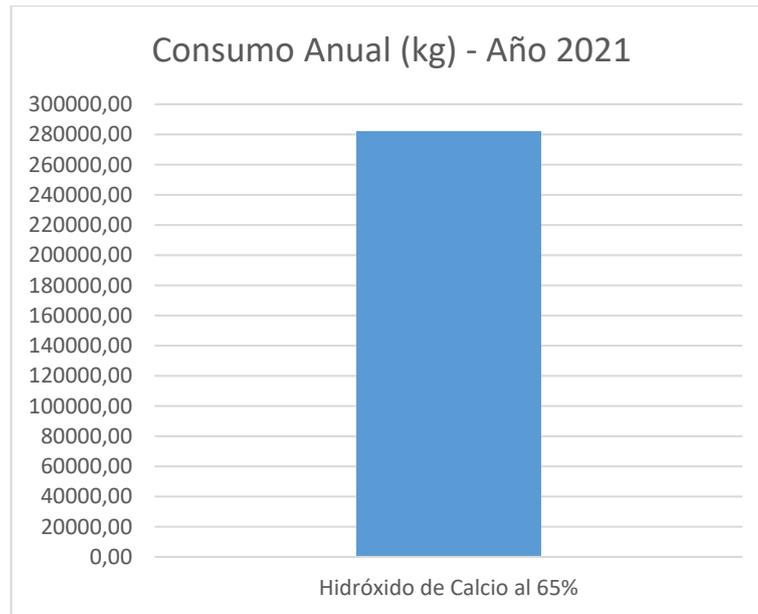


Gráfico 27: Consumo de insumos químicos en el año 2021.

Para el beneficio de minerales en los diferentes procesos de la planta concentradora Toma La Mano, en el año 2021, se consumieron 281,850.00 kg de hidróxido de calcio al 65%, siendo el insumo principal para el procesamiento de minerales en la planta concentradora.

4.4.5. Identificación de emisiones indirectas

- ✓ Alcance II: generación de residuos sólidos

En base a la definición del alcance II, se considera a la generación de residuos sólidos no aprovechables como emisiones indirectas, la cuales se generan dentro de los límites de la organización. La información de generación de residuos sólidos no aprovechables, ha sido facilitada por la empresa Corporación Toma La Mano.

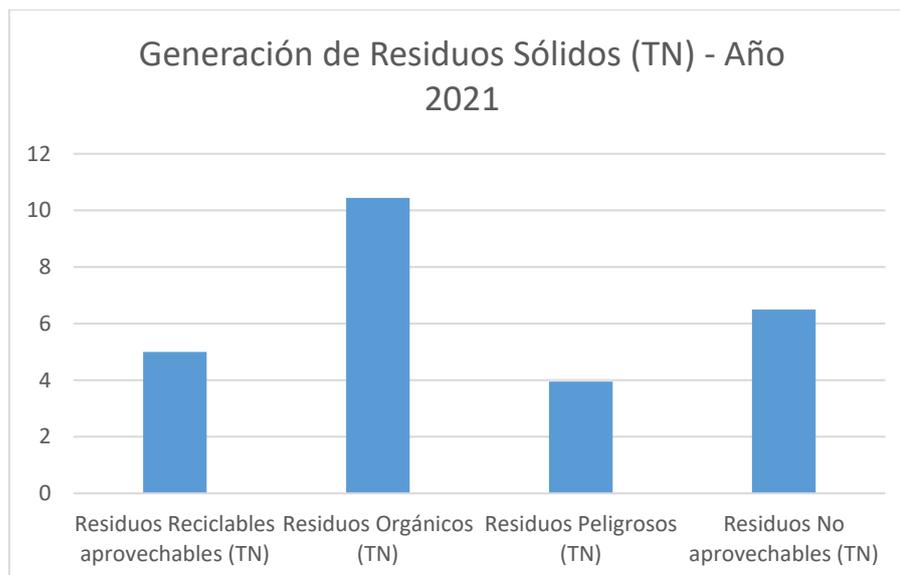


Gráfico 28: Generación de residuos sólidos en el año 2021.

En los procesos de beneficio se generan residuos sólidos en los diferentes procesos de la planta concentradora Toma La Mano, en el año 2021, se generaron 05 toneladas de residuos sólidos reciclables aprovechables, 10.44 toneladas de residuos orgánicos, 3.95 toneladas de residuos peligrosos y 6.5 toneladas de residuos no aprovechables.

4.4.6. Identificación de otras emisiones indirectas

- ✓ Alcance III: consumo de papel

En base a la definición del alcance III, se considera al consumo de papel como otras emisiones directas, la cual se utilizó dentro de los límites de la organización. El abastecimiento de papel es a través de empresas proveedoras. La información del consumo de papel ha sido facilitada por la empresa Corporación Toma La Mano.

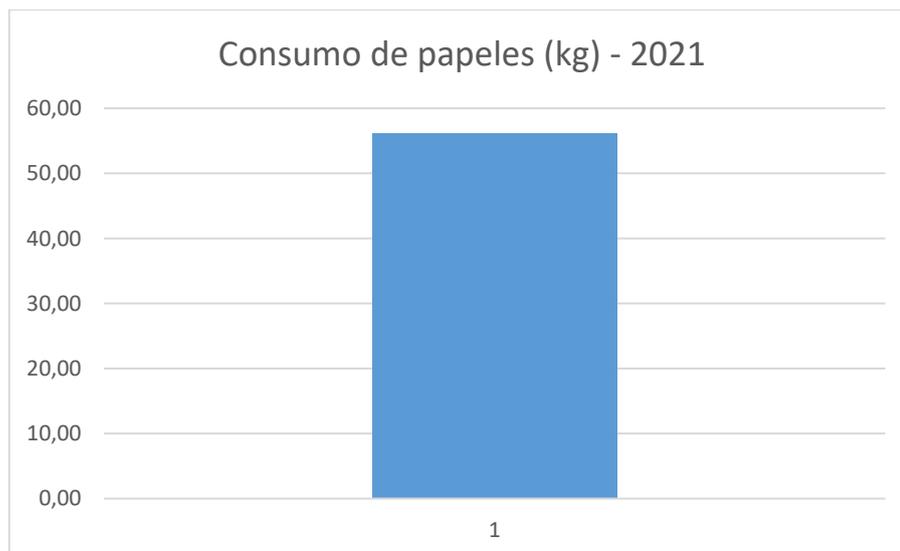


Gráfico 29: Consumo de papel en el año 2021.

En el área administrativa de la planta de beneficio en el año 2021, se consumió en promedio 24 paquetes de papel tipo resma de 75 g/m², representando 56.14 kg de papel.

4.4.7. Cuantificación

En base a los lineamientos establecidos en la norma ISO 14064-1:2018, para la cuantificación de los GEI, se hace uso las directrices del IPCC, para cuantificar las emisiones de los gases de efecto invernadero.

✓ Alcance I: consumo de combustible

El cálculo de las emisiones de los GEI por el consumo de combustible abarca a todo el combustible consumido en la planta concentradora por el uso en los equipos, maquinarias, transporte de personal, se realizó el cálculo como unidad (planta concentradora) por los datos obtenidos y en base a los lineamientos establecidos en la ISO 14064-1:2018.

Tabla 22: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de combustible.

Año	Consumo anual (GLN)	Consumo de Combustible (TJ)	Cálculo de emisiones de GEI			Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq)	Emisiones de GEI (tn CO ₂ eq)
			Emisiones de CO ₂ (Gg CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (Gg CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (Gg N ₂ O)		
2021	9,197.58	1.22	9.064491 E-02	8.56E-06	2.45E-06	0.09066	90.66

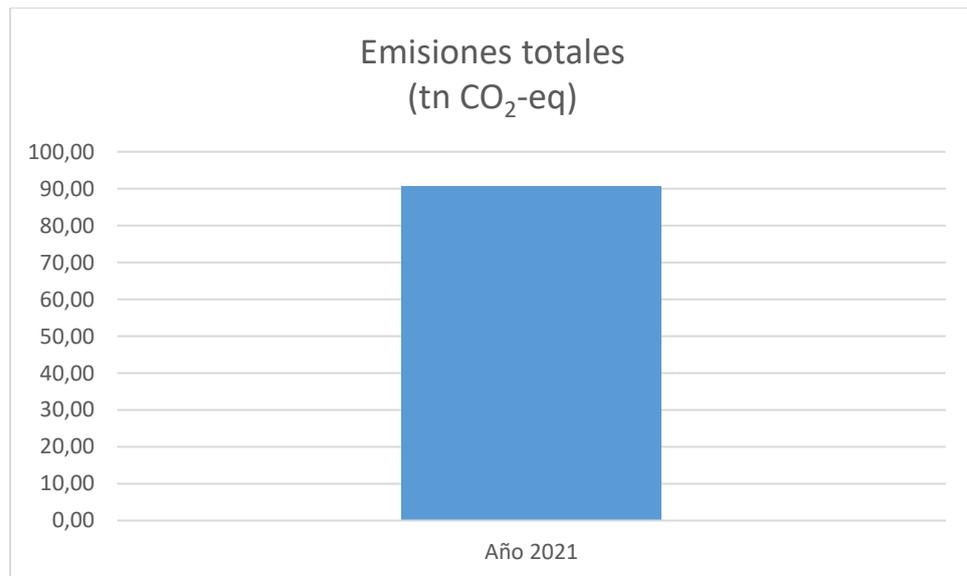


Gráfico 30: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de combustible.

En el gráfico 30, se contrastó que en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano, se estimaron 90.66 Tn CO₂-eq, para el año 2021. La generación de emisiones de gases de efecto invernadero responde al consumo de combustible para la movilidad, el uso de equipos y maquinarias en los diferentes procesos de beneficio de minerales.

✓ Alcance I: consumo de energía eléctrica

El cálculo de las emisiones de los GEI por el consumo de energía eléctrica abarca a toda la energía eléctrica consumida en la planta concentradora por el uso en los equipos, maquinarias, actividades auxiliares, se realizó el cálculo como unidad (planta concentradora) por los datos obtenidos y en base a los lineamientos establecidos en la ISO 14064-1:2018.

Tabla 23: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de energía eléctrica.

Año	Consumo anual Total (Energía Activa Fuera Punta y Energía Activa Hora Punta) (kWh)	Consumo anual (kMWh)	Cálculo de emisiones de GEI			Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)
			Emisiones de CO ₂ (tn CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (tn CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (tn N ₂ O)	
2021	3,491,161.0	3,491.16	40986.23014	1.637354509	0.332009411	40988.20

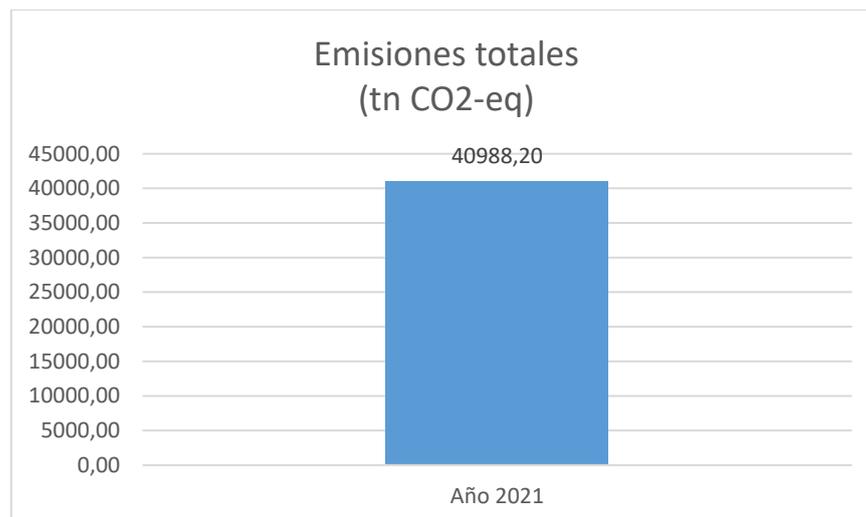


Gráfico 31: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de energía eléctrica.

En el gráfico 31, se contrastó que en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano, se estimaron 40,988.20 Tn CO₂-eq, para el año 2021, presentando un valor alto de generación de emisiones de gases de efecto invernadero asociados al consumo de energía eléctrica.

La generación de emisiones de gases de efecto invernadero responde al consumo de energía eléctrica en el uso de equipos y maquinarias en los diferentes procesos de beneficio de minerales, encontrándose el funcionamiento de la planta procesadora en base de energía eléctrica.

✓ Alcance I: consumo de agua

El cálculo de las emisiones de los GEI por el consumo de agua abarca a toda el agua consumida en la planta concentradora por el uso en los equipos, maquinarias y actividades auxiliares, se realizó el cálculo como unidad (planta concentradora) por los datos obtenidos y en base a los lineamientos establecidos en la ISO 14064-1:2018.

Tabla 24: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de agua.

Año	Consumo anual (m ³)	Cálculo de emisiones de GEI			Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)
		Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (kg CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (kg N ₂ O)	
2021	92,051.4	478.67	478.67	478.67	1.44

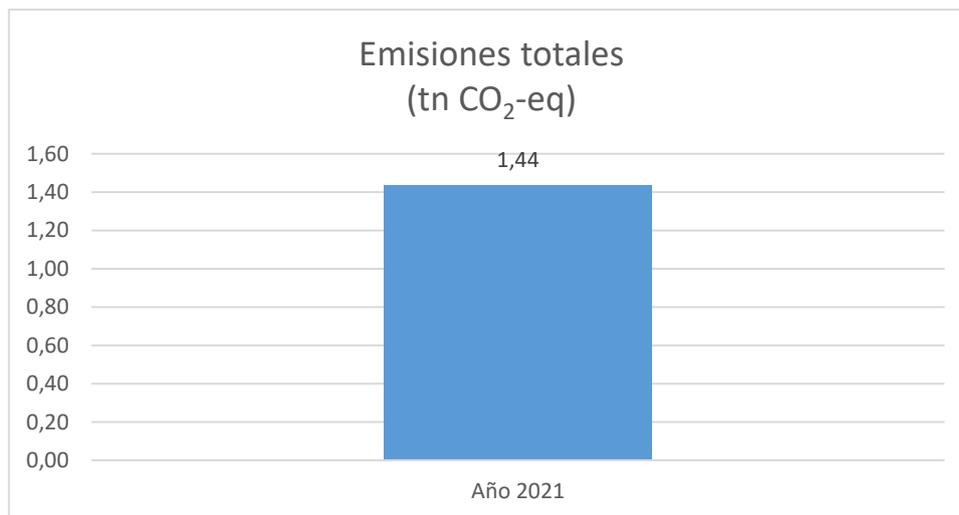


Gráfico 32: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de agua.

En el gráfico 32, se contrastó que en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano, se estimaron 1.44 Tn CO₂-eq, para el año 2021, de generación de emisiones de gases de efecto invernadero asociados al consumo de agua.

La generación de emisiones de gases de efecto invernadero responde al consumo de agua para el proceso de flotación y disposición de relaves en la planta concentradora Toma La Mano.

✓ Alcance I: consumo de insumos químicos

El cálculo de las emisiones de los GEI por el consumo de insumos químicos en la planta concentradora abarca el uso en los equipos, se realizó el cálculo como unidad (planta concentradora) por los datos obtenidos y en base a los lineamientos establecidos en la ISO 14064-1:2018.

Tabla 25: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de Hidróxido de Calcio al 65%.

Año	Consumo de hidróxido de calcio (kg)	Consumo de hidróxido de calcio al 65% (kg)	Consumo de hidróxido de calcio (Tn)	Factores de emisión para generación de energía	Cálculo de emisiones de GEI	Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)
				Factor de emisión de CO ₂ (tn CO ₂ /tn cal)	Emisiones de CO ₂ (tn CO ₂)	
2021	281,850.0	183,202.50	183.20	0.59	108.089475	108.09

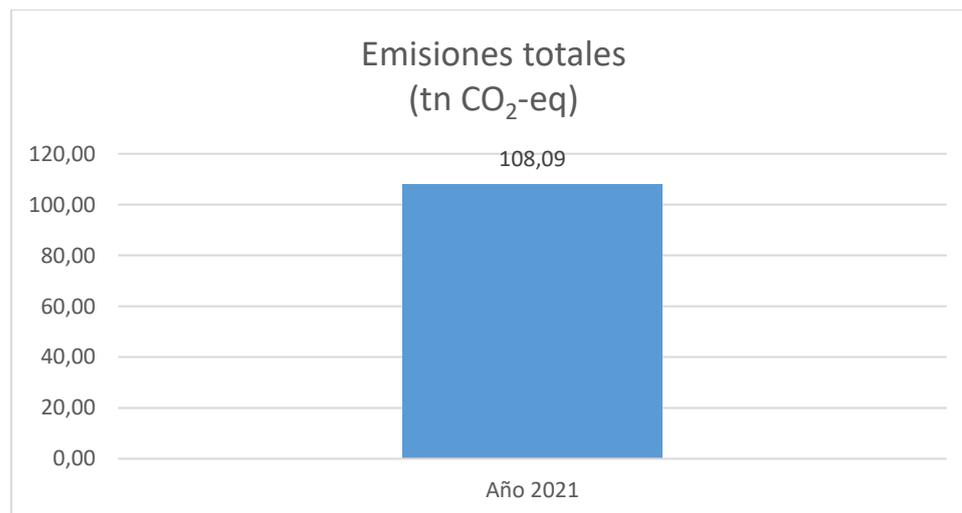


Gráfico 33: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de Hidróxido de Calcio al 65%.

En el gráfico 33, se contrastó que en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano, se estimaron 108.09 Tn CO₂-eq, para el año 2021, asociados al consumo de Hidróxido de Calcio al 65%, insumo principal para el beneficio de minerales y neutralización de las aguas ácidas generadas en la planta concentradora.

✓ Alcance II: generación de residuos sólidos no aprovechables

Para el cálculo de las emisiones de CO₂-eq, por generación de residuos sólidos no aprovechables, se tuvo en cuenta que las 05 toneladas de residuos sólidos reciclables aprovechables y las 10.44 toneladas de residuos orgánicos, son consideradas emisiones evitadas las cuales no son consideradas en el cálculo de emisiones de los GEI, ya que estas fueron usadas para el reciclaje, por otro lado se tuvo que las 6.5 toneladas de residuos no aprovechables y las 3.95 toneladas de residuos peligrosos, hacen un total de 10.45 toneladas de residuos sólidos que fueron dispuestos en un relleno sanitario.

Tabla 26: Emisiones totales de CO₂-eq por Generación de residuos sólidos no aprovechables.

Año	Generación de Residuos Sólidos (RR.SS. Peligrosos y RR.SS. No aprovechables) (TN)	Generación de Residuos Sólidos (RR.SS. Peligrosos y RR.SS. No aprovechables) (Gg)	Emisiones de CO ₂ (Gg CO ₂)	Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)
2021	10.45	0.01045	0.000535	0.54

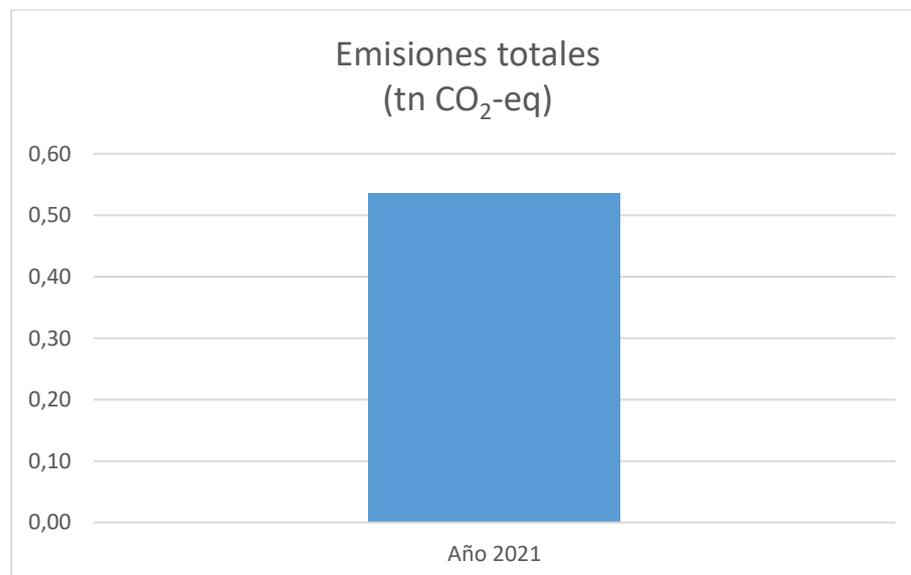


Gráfico 34: Emisiones totales de CO₂-eq por generación de residuos sólidos no aprovechables.

En el gráfico 34, se contrastó que en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano, se estimaron 0.54 Tn CO₂-eq, para el año 2021, asociados a la generación de residuos sólidos peligrosos y no aprovechables en la planta concentradora Toma La Mano.

✓ Alcance III: consumo de papel

El cálculo de las emisiones de los GEI por el consumo de papel consumida en la planta concentradora por el uso en actividades auxiliares, se realizó el cálculo como unidad (planta concentradora) por los datos obtenidos y en base a los lineamientos establecidos en la ISO 14064-1:2018.

Tabla 27: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de papel.

Año	Consumo anual (kg)	Cálculo de emisiones de GEI			Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)
		Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (kg CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (kg N ₂ O)	
2021	56.1	103.30	103.30	103.30	0.31

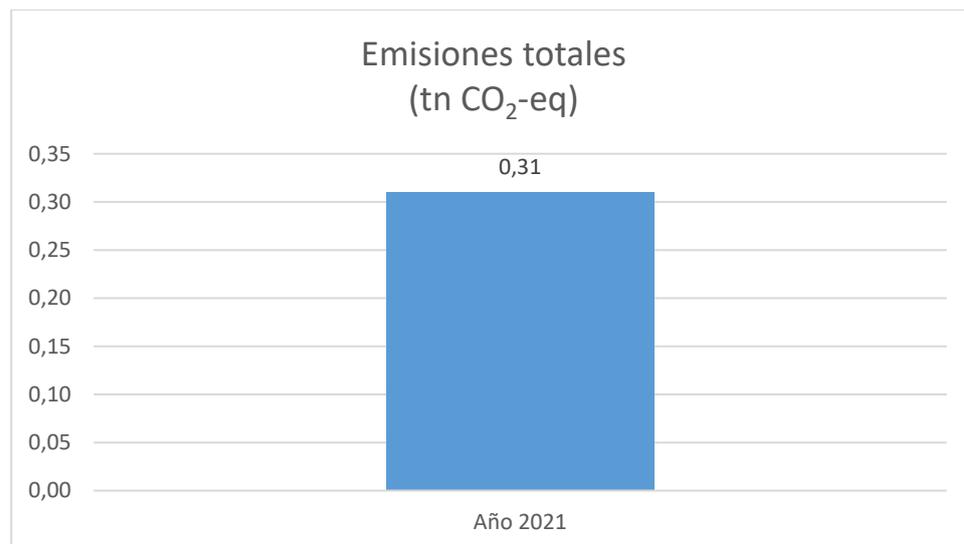


Gráfico 35: Emisiones totales de CO₂-eq por consumo de papel.

En el gráfico 35, se contrastó que en el área administrativa de la planta concentradora Toma La Mano, se estimaron 0.31 Tn CO₂-eq, para el año 2021, asociados al consumo de papel.

- ✓ Emisiones totales de CO₂-eq en la planta concentradora Toma La Mano

Tabla 28: Emisiones totales de CO₂-eq de la planta concentradora Toma La Mano.

Energía Eléctrica (CO ₂ -eq)	Combustible (CO ₂ -eq)	Agua (CO ₂ -eq)	Insumos químicos (CO ₂ -eq)	Papel (CO ₂ -eq)	Residuos Sólidos no aprovechables (CO ₂ -eq)	Total (CO ₂ -eq)
40,988.20	90.66	1.44	108.09	0.31	0.54	41,189.24

Emisiones Totales de GEI - Planta Concentradora Toma La Mano - Año 2021

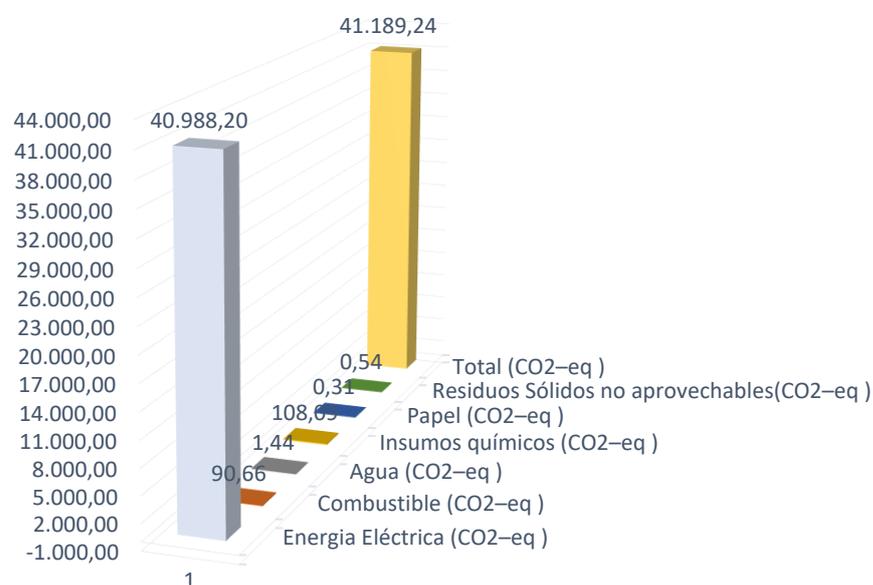


Gráfico 36: Emisiones totales de CO₂-eq de la planta concentradora Toma La Mano.

En el gráfico 36, se contrastó que en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano, se estimaron un total de 41,189.24 Tn CO₂-eq, para el año 2021, presentando un valor alto de generación de emisiones de gases de efecto invernadero asociados al consumo de energía eléctrica, el cual representa el 99.51% del total de emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de combustible genero la emisión de 90.66 Tn CO₂-eq y equivale el 0.22% del total de emisiones de GEI generados en la planta, el consumo de agua representa 1.44 Tn CO₂-eq que equivale al 0.003% del total de emisiones de GEI generados en la planta, los insumos químicos representan 108.09 Tn CO₂-eq que equivale el 0.26% del total de emisiones de GEI generados en la planta, el consumo de papel representa el 0.31 Tn CO₂-eq que equivale al 0.001% del total de emisiones de GEI generados en la planta y la generación de residuos sólidos no aprovechables represento el 0.54 Tn CO₂-eq que equivale al 0.001% del total de emisiones de GEI generados en la planta.

4.5. Propuestas de mejoras tecnológicas en los diferentes procesos

En base a los resultados obtenidos de las características y el estado de los componentes de cada proceso de la planta concentradora Toma La Mano, se proponen las siguientes alternativas de solución:

4.5.1. Implementación de mejoras tecnológicas en los procesos de la planta concentradora Toma La Mano

En el proceso de chancado primario y secundario, se debe implementar la integración de controladores del circuito de fajas transportadoras del área de chancado con el objetivo de reducir el consumo de energía eléctrica y de esta manera controlar las variables del proceso. Asimismo, antes de ingresar el mineral a las tolvas de chancado se debería realizar una clasificación previa en la cancha de mineral con el objetivo de ingresar el mineral con granulometría de similar tamaño y de esta manera ahorrar materia y energía en el proceso de recirculación para el ingreso a las tolvas de chancado.

En el proceso de molienda y clasificación, se debe implementar progresivamente los denominados rodillos para molienda de alta presión. Pezo (2017), son una alternativa de solución sostenible al proceso de molienda, presentando los siguientes beneficios: mejoran la eficiencia de los molinos de bolas, eficientes en el uso energía eléctrica, eficiencia y capacidad del circuito en aumento, costos de operación reducido y parámetros flexibles de operación.

En el proceso de flotación se debería implementar el uso de sensores reductores de energía para una evaluación del funcionamiento del sistema y la operación de las celdas de flotación, asimismo el uso de herramientas de análisis mineralógicos viene siendo alternativas sostenibles con el objetivo de caracterizar los minerales antes de ingresar al proceso de beneficio, y de esta manera poder ajustar las variables fisicoquímicas para mejorar la recuperación de los minerales cobre, zinc y plomo. Pezo (2017) y así reducir el consumo de energía eléctrica y agua en el proceso.

En el proceso de sección de eliminación de agua – filtrado de concentrados y disposición de relaves, se debería implementar el sistema denominado relaves en pasta, empleando espesadores de pasta para ello, siendo está una de las mejores tecnológicas más eficientes para el manejo de los relaves generados en las plantas concentradoras. Según Langlois (2018),

los relaves en pasta se caracterizan por poseer una alta concentración en peso de sólidos y de liberar mínimamente agua por segregación en el transporte de la planta a la relavera. Ello implica una mayor recuperación de agua para la recirculación en el proceso, ocupa menor volumen y se reduce el consumo de energía eléctrica.

4.5.2. Ecoeficiencia

La mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero en la planta concentradora Toma La Mano provienen del consumo de energía eléctrica en la operación de la planta, por lo que se deben implementar medidas eficientes y eficaces en el tiempo para reducir el nivel de consumo de energía eléctrica en los diferentes procesos de la planta para la reducción de las emisiones de los GEI, estas generarán a la corporación la reducción de los costos económicos en base a la magnitud de la reducción del consumo energético, es por ello que se plantea la implementación de un programa de mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias en todos los procesos de la planta concentradora de manera periódica, a partir de ello se generará una mayor eficiencia en el funcionamiento de los equipos y maquinarias de la planta, reduciendo innecesarios consumos de energía eléctrica, asimismo se prolonga la vida útil de los equipos y maquinarias, también se debe capacitar e incentivar a todo el personal de la planta fomentando buenas prácticas de uso de energía eléctrica. Asimismo, la corporación debe evaluar el sistema eléctrico, la instalación y mantenimiento de los sistemas de compensación de la energía reactiva, los equipos en proceso en la planta concentradora y la renovación progresiva de equipos de baja eficiencia de producción y alto consumo energético, renovación de cables obsoletos, aplicación de prácticas estandarizadas.

4.5.3. La sostenibilidad

La sostenibilidad viene a ser una solución a esta problemática a la que se enfrenta la Corporación Minera Toma La Mano y la población aledaña como parte de área de influencia social, es por ello que complementariamente se plantea que para lograr este objetivo, fomentar un cambio cultural de los trabajadores y ejecutivos para la incorporación de una transición ecológica, el cual implica cambios, basados en reemplazar el modelo de economía convencional por una economía más colaborativa en la que la corporación incluya la variable de valor compartido, fomentar una cultura de sostenibilidad

a través de alianzas empresariales estratégicas, pues cabe resaltar que la Corporación Minera Toma La Mano no es la única planta procesadora que se encuentra en el área de influencia, es por ello la importancia de ahondar en la corresponsabilidad, sinergia y simbiosis industrial aplicando en ese sentido la competitividad cooperativa (Greenex y Huinac) para traer beneficios a los participantes, generar alianzas para compartir experiencias y generar la transición ecológica de esta manera aunar acciones climáticas empresariales así como generar un acopio de conocimientos técnicos que puedan desarrollar una toma de decisiones que permita la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo como aliado la ecoeficiencia como política corporativa, pues esta sería una iniciativa empresarial; pero que cuenta con apoyo de la instancia pública, pues como es de conocimiento la producción limpia es una estrategia de política pública. (Ley Marco sobre Cambio Climático Ley N°307543).

4.5.4. Energías renovables

En la estación meteorológica de Recuay, según la rosa de vientos presentada en la presente investigación la dirección predominante del viento fue sur (S) a un 46.4 %, la velocidad del viento promedio es 2.2 m/s y según la escala de Beaufort recibe la denominación de calma a un 0.00 %. Según MINAM (2017), señala que Recuay es la provincia con más riesgo a eventos hidrometeorológicos, según estudios realizados por el SENAMHI desde 1965 al 2012. En ese sentido teniendo los datos antes descritos tenemos que los vientos en la zona son significativos motivo por el cual deberían ser aprovechados mediante tecnologías limpias para la generación de energía es así que se plantea como alternativa de solución la implementación de aerogeneradores que transforman la energía eólica en energía eléctrica de modo que los vientos tengan como destino final la producción de energía para el funcionamiento de la planta de beneficio de la Corporación Minera Toma La Mano S.A. Esta tecnología de vanguardia ayudaría a reducir la emisión de los gases de efecto invernadero considerando que amortiguaría el consumo de energía eléctrica convirtiéndose así en la aplicación de una energía híbrida porque en efecto se solventará para el funcionamiento de la planta la energía eléctrica junto a la energía eólica.

4.5.5. Reforestación

El CO₂ presente en la atmosfera es capturado a través de procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis; en este proceso, el carbono atmosférico secuestrado se expresa en términos de biomasa constituido por follaje, ramas, raíces, troncos, flores y frutos Rodríguez et al. (2006). En la región Ancash, especialmente en la cordillera Blanca, la vegetación mayormente se presenta en forma de pajonales y pequeños arbustos, siendo el género *Polylepis*, el elemento arbóreo dominante, además, se tiene que en el artículo “Estimación del potencial de captura de carbono en dos especies del género *Polylepis*, Recuay – Ancash”, su conservación representa una prioridad por su extraordinaria riqueza y endemismo, y porque varias de sus especies están siendo amenazadas. Por los antecedentes antes expuestos se ha planteado como alternativa de solución en la planta concentradora Toma La Mano S.A., la forestación de *Polylepis* Incana, puesto que presenta diferentes bondades, teniendo como las más importantes la regulación hídrica, captura de carbono y el crecimiento en una altura que va desde los 1800 msnm hasta los 5000 m.s.n.m. , pues se tiene como información que la planta concentradora Toma La Mano S.A., presenta como parte de su concesión de beneficio un área de 71.19 ha por lo que se usaría la forestación de esta especie para la captura de carbono y función de cerco vivo para delimitar la concesión de beneficio, además se tiene que la planta utiliza el agua captada del río Yanayacu la cual se encuentra cerca al desarrollo de actividades, en ese sentido como parte de contribuir a lo que la naturaleza les brinda se propone reforestar también cerca las riberas del río Yanayacu, debido a que la especie *Polylepis* Incana, capta el agua de la atmosfera y lo van introduciendo a las cortezas para luego ser introducidas al suelo es por ello que donde hay bosques de quenuales generalmente hay un caudal permanente todo el año y agua subterránea asociada y en cabecera de cuenca estos ecosistemas de montaña juega un papel muy importante para la retención, infiltración y regulación del caudal hídrico finalmente se consideró la forestación de quenuales de la especie *Polylepis* Incana, porque juegan un papel importante en la conectividad paisajística y la biodiversidad local.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Procesos implementados en la planta concentradora Toma La Mano

La investigación realizada por Taya (2018), en su trabajo “Optimización de la flotación polimetálica en la planta concentradora Mallay”, es comparable directamente con la presente investigación, presentando similitud entre las variables, identificándose los procesos implementados en la planta concentradora de minerales Toma La Mano, para el beneficio de los minerales son los siguientes procesos: el almacenamiento de mineral, el chancado, la molienda y clasificación, la flotación, filtrado, secado y disposición de relaves, empleando equipos y maquinarias con alto consumo de energía eléctrica y combustibles fósiles para su funcionamiento. Según Taya (2018), el proceso de flotación de los minerales polimetálicos con contenido de plomo, plata y zinc, son recuperados a través de estas operaciones unitarias que procesa grandes volúmenes de mineral y que, a partir del cambio mineralógico de los mismo, surgen problemas relacionados a la tecnología, economía, ambiente, tales como el incremento de impurezas y en la disminución de leyes de los metales a recuperar. La planta concentradora Toma La Mano procesa minerales polimetálicos (plomo, cobre y zinc), a través de procesos tradicionales, en base a la flotación de minerales. Según Taya (2018), los estudios de optimización de la recuperación de los minerales, se encuentran enfocados a encontrar un sistema para la mejora del tratamiento adecuado de los reactivos de flotación con respecto a su dosificación y variables que afectan el proceso de flotación de los minerales polimetálicos para la recuperación del plomo, plata y zinc. La presente investigación permite conocer las operaciones unitarias necesarias para el beneficio de minerales, y de esta manera identificar los equipos e insumos necesarios para obtener los concentrados de los minerales, precisando que es

necesario la innovación tecnológica a través de las tecnologías limpias para el beneficio de los minerales y de esta manera alinearse a la economía circular y ofertar productos verdes.

5.2. Fuentes y suministro de emisión de gases de efecto invernadero (GEI)

La investigación realizada por la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (2018), en su trabajo “Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero: huella de carbono”, es comparable directamente con la presente investigación, presentando similitud entre las variables e indicadores, identificándose en ambas investigaciones como principales fuentes de emisión de GEI, al consumo de energía eléctrica, la combustión en fuentes móviles, consumo de agua, insumos químicos. La principal fuente de emisión es el consumo de energía eléctrica, esto debido a que para el beneficio de minerales en los diferentes procesos se hacen uso de equipos y maquinarias que funcionan en base a la red eléctrica, en el año 2021, se consumió 3,491,161 kWh de energía eléctrica. Según Marín (2021), durante la etapa de beneficio de minerales se genera el mayor gasto en consumo energético esto debido a que se desarrollan procesos físicos, químicos y metalúrgicos, a través de los cuales el mineral obtenido en la etapa de explotación, es transformado en concentrados para su comercialización, dentro de las operaciones unitarias incluyen la reducción del tamaño, concentración, lixiviación, donde se utilizan maquinarias y equipos que permiten la recuperación de los metales polimetálicos. En la presente investigación a diferencia de la investigación de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (2018), se identificaron complementariamente otras fuentes de emisión de GEI, como son: el consumo de papel, la generación de residuos sólidos, asimismo se identificó los principales suministros como son el transporte del mineral proveniente de los pequeños productores mineros y mineros artesanales de la región, así como el transporte de los trabajadores a la planta concentradora.

5.3. Estimación de la huella de carbono en la planta concentradora

La investigación realizada por Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (2018), en su trabajo “Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero: huella de carbono”, es comparable directamente con la presente investigación, presentando similitud entre las variables, indicadores y metodología. El cálculo de la huella de carbono en la planta concentradora Toma La Mano fue de 41,189.24 Tn CO₂-eq, para el año 2021, siendo la mayor generación de gases de efecto

invernadero (GEI) por el consumo de energía eléctrica con un valor de 40,988.20 Tn CO₂-eq, el cual representa el 99.51% de las emisiones de GEI, generadas en la planta concentradora Toma La Mano, esto debido a que el funcionamiento de los equipos y maquinarias implementadas se basa en el consumo de energía eléctrica, asimismo en menor medida el consumo de combustibles, insumos químicos, papel, agua, generación de residuos sólidos que contribuyen a la emisión de los gases de efecto invernadero. Según Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (2018), la huella de Carbono es de 1,792,313 toneladas de dióxido de carbono equivalente (1.792 k tCO₂e), identificando las principales fuentes de emisión del desarrollo de la actividad minera, fueron el consumo de energía eléctrica, producto de la combustión en fuentes móviles y el ciclo de vida de los insumos principales. Al revisar los resultados por área, se encuentra que las emisiones provienen principalmente de la planta concentradora y de la mina. En la presente investigación se realizó la estimación de la huella de carbono en base a los lineamientos y procedimientos estandarizados establecidos en la Norma ISO 14064-1:2018, obteniendo 41,189.24 Tn CO₂-eq, a diferencia de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, que emplea para el cálculo de la emisión de GEI el método establecido en Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol), la cual incluye las emisiones de GEI propias y directas de la empresa para el desarrollo de sus actividades, haciendo uso de combustibles fósiles y (alcance I), emisiones indirectas por consumo de electricidad (alcance II), y otras emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor (alcance III), obteniendo una huella de carbono de 1.792.313 toneladas de dióxido de carbono equivalente, la huella de carbono en la planta concentradora Toma La Mano representa sólo el 1.67% en relación a la huella de carbono calculada en la Compañía Minera Doña Inés, esto debido a la envergadura del proyecto, ya que la planta concentradora Toma La Mano procesa 350 TN/día, y la en la Compañía Minera Doña Inés extrae y procesa 15 000 TN/día, teniendo en cuenta que este caso el cálculo incluyó las actividades de explotación y beneficio de minerales, la cual hace uso de mayor cantidad de energía eléctrica, combustible, agua, entre otros.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se describieron las características y el estado de los componentes de los procesos implementados en la planta concentradora de la Corporación Minera Toma La Mano S.A., siendo estos, el almacenamiento de mineral, chancado, molienda y clasificación, flotación, filtrado, secado y disposición de relaves, empleando equipos y maquinarias con alto consumo de energía eléctrica y combustibles fósiles para su funcionamiento.

Se identificaron, 06 fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, siendo la principal fuente el consumo de energía eléctrica, el cual representa el 99.51% de las emisiones de GEI de la planta concentradora Toma La Mano, asimismo se identificaron el consumo de combustible, consumo de insumos químicos, consumo de papel, consumo de agua, generación de residuos sólidos y 02 fuentes principales de los suministros relacionados al transporte del mineral y personal a la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A.

Se describieron las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, siendo la principal fuente el consumo de energía eléctrica, el consumo de combustible, consumo de insumos químicos, consumo de papel, consumo de agua, generación de residuos sólidos no aprovechables y los suministros de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) relacionados al transporte del mineral y personal a la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A.

Se estimó la cantidad de emisión de gases de efecto invernadero, en la planta concentradora obteniendo un resultado de 41,189.24 Tn CO₂-eq, para el año 2021, siendo la mayor generación de gases de efecto invernadero (GEI) por el consumo de energía eléctrica con un valor de 40,988.20 Tn CO₂-eq, el cual representa el 99.51% de las emisiones de GEI, generadas en la planta concentradora Toma La Mano, esto debido a que el funcionamiento de los equipos y maquinarias implementadas se basa en el consumo de energía eléctrica, asimismo en menor medida el consumo de combustibles, insumos químicos, papel, agua, generación de residuos sólidos que contribuyen a la emisión de los gases de efecto invernadero.

En base a los resultados obtenidos en la investigación, estas constituyen una línea base sobre la cual se comparará el desempeño de la organización; asimismo servirá para interpretar el impacto sobre los diversos componentes y factores en las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), motivo por el cual se proponen medidas para las mejoras tecnológicas en los diferentes procesos implementados para la reducción de las emisiones de GEI en la planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano S.A.

6.2. Recomendaciones

Programar el mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias a responsabilidad de Corporación Minera Toma La Mano S.A.

Implementar estrategias de conservación de pajonales a responsabilidad de Corporación Minera Toma La Mano S.A.

Cerrar el depósito de relaves, ubicado en la planta concentradora Toma La Mano, ubicado en el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay a través del plan de cierre a responsabilidad de Corporación Minera Toma La Mano S.A.

Comparar las metodologías de cálculo de la huella de carbono, para verificar la de mayor utilidad en futuras investigaciones.

Proponer factores de conversión para el cálculo de la huella de carbono, adaptados a nuestro medio, a cargo del Ministerio del Ambiente.

Fomentar prácticas ecoeficientes para el ahorro de energía eléctrica en la planta concentradora Toma La Mano.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Benavides Ballesteros, H., & León Aristizabal, G. (2007). Información Técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Benites Colán, J. (2019). Determinación de la Huella de Carbono de una unidad minera de oro a tajo abierto. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Bustamante, M. (2008). Simulación de un circuito cerrado de molienda de Clinker empleando el software MODSIM. Universidad Nacional de Colombia.
- Bustos Donoso, J. (2011). Análisis de la Huella de Carbono en una empresa minera del cobre en Chile. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Cabezas, E., Naranjo, D., & Torres, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15424/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi. (2018). Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Huella de Carbono. Tarapacá.
- Corporación Minera Toma La Mano S.A. (2021). Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado. Ticapampa.
- Corporación Minera Toma La Mano S.A. (20221). Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado. Ticapampa.
- Espíndola, & Valderrama. (2012). Huella del carbono. Información tecnológica, 23(1), 163-176. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642012000100017&script=sci_arttext
- Frohmann, A., & Olmos, X. (2013). Huella de Carbono, Exportaciones y Estrategias Empresariales Frente al Cambio Climático. Santiago: NACIONES UNIDAS.
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2004). Meteorología y Climatología. Ministerio de Educación y Ciencia.

- Galarza Baldeón, C. E. (2016). Estimación de Huella de Carbono según la ISO 14064-1, alcance 1 y 2 de una planta productora de concreto premezclado y prefabricado. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gallegos, W., & Erazo, S. (2018). Determinación de la Huella de Carbono y la huella hídrica en el Instituto Tecnológico Superior Sucre, Quito, Ecuador: Propuesta de un sistema de mitigación. Quito, Ecuador: Universidad Nacional SEK.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2014). Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta. Obtenido de <https://recursos.ucoj.mx/tesis/investigacion.php>
- Huerta Esquivel, J., & Popayán Valverde, E. (2018). Determinación de la Huella Ecológica en la comunidad universitaria "Santiago Antúnez de Mayolo", campus universitario de Shancayán - Período Anual 2014. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Ihobe. (2012). Guía Metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de Inventarios de Efecto Invernadero en organizaciones. Bilbao: Ihobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- Ihobe. (Marzo de 2017). Guía metodológica para la aplicación de la huella ambiental corporativa. Obtenido de https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/huella_ambiental/es_def/adjuntos/Guia_huella_ambiental_CASTdef.pdf
- Ihobe. (2019). Herramienta de Huella de Carbono Comunidad Autónoma de País Vasco. Bilbao: Hem baltzua.
- IPCC. (2007). Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf
- Iregui, G., & Marañón, E. (2008). Propuesta de Índices de Conversión para la Obtención de la Huella Ecológica de los Residuos y Vertidos. Málaga: Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y Economía Social.
- ISO 14064-1:2018. (2019). Gases de Efecto Invernadero: Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. Madrid: Asociación Española de Normalización Génova.

- Keller, E., & Blodgett, R. (2007). Riesgos Naturales: Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes. Madrid: Pearson- Prentice Hall.
- Langlois Buchholtz, J. I. (2018). Desarrollo e implementación de un simulador dinámico del proceso de producción de relaves en pasta para la aplicación de control. Santiago de Chile: Pontificie Universidad Católica de Chile.
- León Aristizábal, G. E., & Benavides Ballesteros, H. O. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. Bogota: IDEAM.
- Manzur, M., Benzal, G., & González, S. (2012). Modelo de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos. La Plata: AUGM.
- Marín, K. (07 de abril de 2021). Consumo energético en plantas de beneficio mineral. Obtenido de <https://www.petroenergia.info/post/consumo-energ%C3%A9tico-en-plantas-de-beneficio-mineral>
- MINAM. (2012). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Lima.
- MINAM. (s.f). Manual de metodologías de cálculo de emisiones GEI. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio para la Transición Ecológica de España. (s.f.). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. Madrid: Ministerio de Transición Ecológica.
- Möeller, H. (2002). Dinamitas y Contaminantes Cooperativas mineras y su incidencia en la.
- Naula, K. (2021). Desarrollo de un sistema integrado de gestión energética y carbono neutro, basado en ISO 14064-1, ISO 50001 y modelación 3D. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente, Universidad de las Fuerzas Armadas. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26587/1/T-ESPE-050877.pdf>
- Pabón, J. D., Zea, J., & León, G. (s.f.). Clima. En La atmósfera, el tiempo y el clima (pág. 35). Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Pandey, D., Agrawal, M., & Shanker, J. (2010). Carbon footprint: current methods of estimation. Environ Monit Assess, 178, 135-160. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/46289480_Carbon_Footprint_Current_Methods_of_Estimation/link/00b7d51690ad7bbcb5000000/download

PetroPerú. (5 de Julio de 2022). PetroPerú. Obtenido de <https://www.petroperu.com.pe/>

Pezo, J. (2017). Tecnología e innovación en plantas concentradoras. Lima.

Resolución Ministerial N° 090-2022-MINAM. (13 de abril de 2022). Lima, Lima, Perú: MINAM.

Rivera Jara, G. K. (2021). Evaluación de la Huella de Carbono de la Planta de tratamiento de residuos sólidos y el relleno sanitario de Póngor, distrito de Independencia, Huaraz, Ancash periodo 2015-2018. Huaraz, Ancash, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Sánchez Salinas, E., Ortiz Hernández, L., & Castrejón Godínez, M. (2014). Contaminación Urbana del Aire. Morelia: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Sierra Álvarez, G. A. (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmecánica Industrias AVM S.A. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2004/112490.pdf>

Vallejo Chaverri, A. L., Vallejo Solís, M. Á., Najera Fernández, J., & Garnier Zamora, L. (23 de Junio de 2017). Gupia metodológica para la huella de carbono y huella del agua. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i83333s/i83333s.pdf>

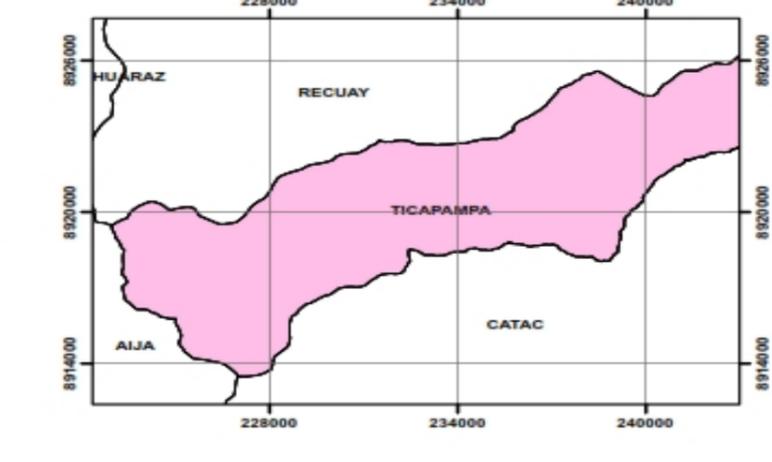
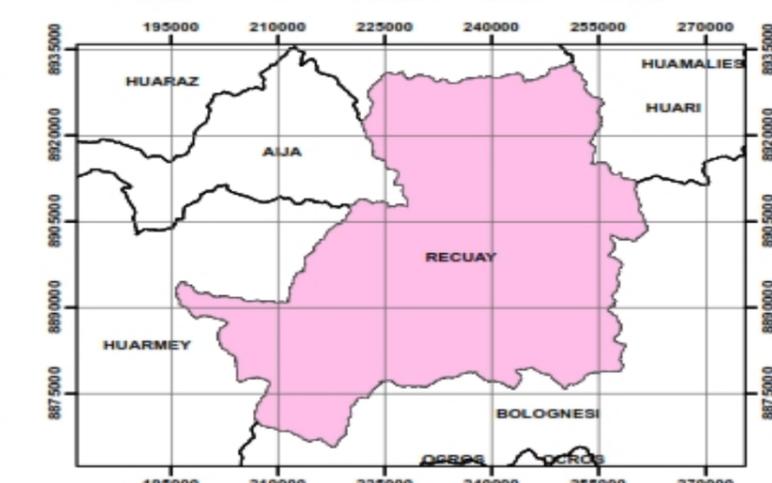
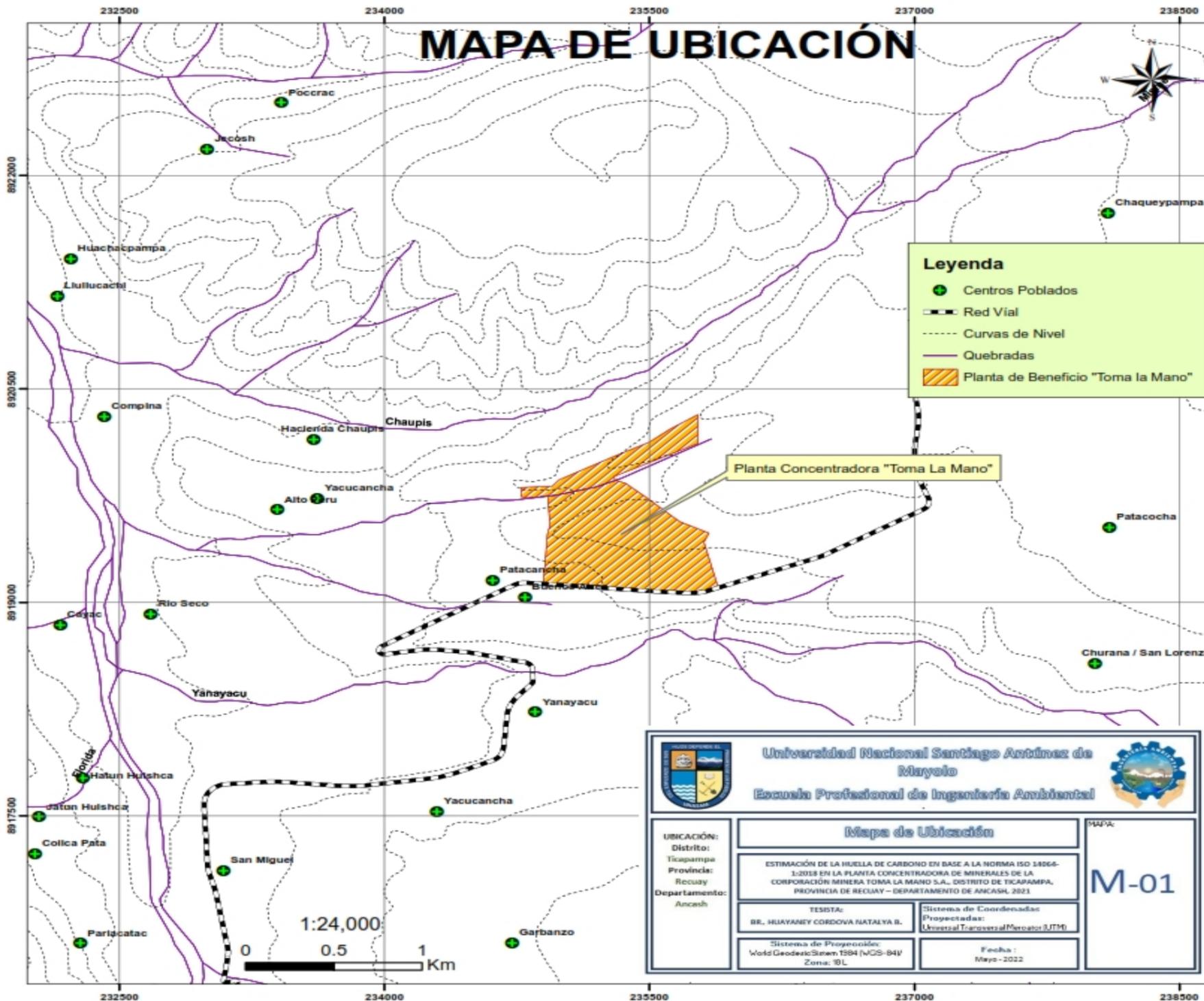
Taya Flores, W. H. (2018). Optimización de la Flotación Polimetálica en la Planta Concentradora Mallay. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín.

ANEXOS

ANEXO 1

MAPA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA TOMA LA MANO





Tesista EPIA-FCAM



ANEXO 2

DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE



REPORTE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

TESIS: “ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN BASE A LA NORMA ISO 14064-1:2018 EN LA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERALES DE LA CORPORACIÓN MINERA TOMA LA MANO S.A., DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH, 2021”

#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	4/01/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
2	5/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	25
3	6/01/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
4	7/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	32
5	8/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18
6	9/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	21
7	12/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA REPARACION	D3J-829	GLN	3
8	12/01/2021	GASOHOL 95	Transporte	CAMIONETA REPARACION	D3J-829	GLN	3
9	12/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	24.687
10	14/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	18
11	14/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18
12	16/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	18
13	18/01/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
14	19/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	23.006
15	19/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	17.684
16	21/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	34
17	22/01/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50



18	23/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	25
19	23/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18
20	26/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	19
21	22/01/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
22	28/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	25
23	30/01/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16

#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	1/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	27
2	1/02/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
3	3/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	22
4	5/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	17
5	8/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	14
6	8/02/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
7	8/02/2021	GASOHOL 95	Seguridad y Salud Ocup.	MOTOPULVERIZADOR		GLN	5
8	9/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	29
9	10/02/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
10	11/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	23.5
11	13/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	25
12	15/02/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
13	15/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.414
14	16/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	18
15	18/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	18
16	22/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	22
17	24/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	19
18	25/02/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
19	25/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	9.637



20	26/02/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	20
21	27/02/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	1/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	27
2	3/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	23
3	3/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	20.5
4	5/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
5	5/03/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
6	7/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	19.002
7	7/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	26.001
8	8/03/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
9	9/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28.001
10	11/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	26.002
11	11/03/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
12	11/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18
13	13/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
14	15/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.002
15	15/03/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
16	16/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
17	20/03/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
18	23/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	17.5
19	20/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
20	24/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	26
21	26/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
22	27/03/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
23	27/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18.002



24	29/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	27.013
25	30/03/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
26	31/03/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	27

#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	1/04/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
2	11/04/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16
3	10/04/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
4	16/04/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	17
5	20/04/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
6	22/04/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.5
7	26/04/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18.502
8	30/04/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	7.4
9	27/04/2021	GASOLINA 95°	Transporte Personal	CAMIONETA DE JOHNY GONZALES	C3S-382	GLN	6.901
10	27/04/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50

#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	3/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30.001
2	3/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	17.001
3	4/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
4	5/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	27
5	7/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	29



6	7/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
7	7/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.827
8	10/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
9	10/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	25.500
10	11/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16
11	12/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
12	12/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	29.001
13	21/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28.001
14	14/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
16	20/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	14.04
17	22/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	D3J-814	GLN	50
18	23/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	D3J-815	GLN	50
19	23/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	25
20	24/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-950G	GLN	50
21	25/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	31.003
22	26/05/2021	GASOLINA 95	Servicios Auxiliares	MOTO PULVERIZADOR	C35-382	GLN	7
23	27/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	D3J-814	GLN	50
24	27/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.307
25	27/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30.003



26	29/05/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
27	29/05/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	26

	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	1/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
2	1/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	25
3	3/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
4	3/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.774
5	3/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
6	4/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	SISTERNA DE VIAS DE PLANTA	D6P-908	GLN	35
7	5/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28
8	5/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
9	8/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
10	8/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.674
11	8/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28.174
12	10/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
13	10/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	31
14	12/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
15	12/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	20



16	16/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
17	16/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	24
18	16/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16
19	21/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
20	21/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	23.277
21	23/06/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.001
22	23/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
23	24/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
24	25/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	31.4101
25	26/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
26	27/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30
27	29/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	13.99
28	30/06/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50

#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	6/07/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	31

N°	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
----	--------------	----------------------	---------------------	----------------------	-------	----	----------



1	29/08/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	30.000
2	31/08/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	30.000
3	31/08/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.210
4	1/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
5	2/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	33.506
6	2/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
7	4/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	30.000
8	5/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
9	6/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	26.500
10	6/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.233
11	7/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
12	8/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	28.000
13	9/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
14	10/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	29.000
15	11/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.362
16	11/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	SISTERNA DE VIAS DE PLANTA	D6P-908	GLN	39.192



17	12/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
18	12/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	25.000
19	14/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
20	14/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	14.261
21	14/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	29.000
22	16/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
23	16/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	26.002
24	18/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	31.000
25	18/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
26	19/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	17.502
27	20/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	29.048
28	20/09/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
29	22/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	30.900
30	23/09/2021	PETROLEO D B6	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
31	23/09/2021	PETROLEO D B7	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	12.520
32	24/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	29.000
33	25/09/2021	PETROLEO D B6	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000



34	26/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	23.506
35	28/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	30.000
36	28/09/2021	PETROLEO D B7	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	12.000
37	29/09/2021	PETROLEO D B6	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
38	30/09/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-964	GLN	27.000

#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	1/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
2	2/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	29.11
3	2/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.019
4	4/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	29.501
5	5/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
6	6/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	30
7	7/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
8	7/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA JHONY GONZALES	D3J-814	GLN	17.5
9	8/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	29
10	9/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
11	10/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	29.000
12	11/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50



13	12/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18.58
14	12/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	28
15	14/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
16	14/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	29
17	16/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	32
18	17/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.85
19	18/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
20	19/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	20
21	20/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.775
22	21/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
23	21/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	27
24	23/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
25	23/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	31.038
26	24/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	SISTERNA DE VIAS DE PLANTA	D6P-908	GLN	30
27	25/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	14.12
28	25/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
29	25/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-963	GLN	31
30	27/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
31	27/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	14.702



32	27/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	26.5
33	29/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	31.002
34	29/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
35	31/10/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	51.086
36	31/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.402
37	31/10/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	29

#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	2/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	29
2	3/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
3	4/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	30
5	5/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15
6	6/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	30
4	7/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
7	8/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	28.002
8	10/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	28
9	10/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
10	10/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	11
11	12/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	28
12	13/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
13	14/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	29.501



14	15/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
15	16/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	30
16	17/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.103
17	17/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
18	18/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-962	GLN	27.6
19	19/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
21	20/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-962	GLN	28
22	21/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
23	21/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	14.301
24	22/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-962	GLN	29
25	23/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
26	24/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-962	GLN	29
27	25/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
28	26/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-962	GLN	29.002
29	27/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.76
30	27/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
31	28/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-962	GLN	26
32	29/11/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50
33	30/11/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-962	GLN	29.002



#	FECHA SALIDA	DESCRIPCION DEL ITEM	NOMBRE DE LA CUENTA	UNIDAD DE TRANSPORTE	PLACA	UM	CANTIDAD
1	1/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	14.614
2	1/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
3	2/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-955	GLN	30.008
4	3/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
5	3/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA LIMA	D3J-900	GLN	18.209
6	4/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-952	GLN	29.021
7	6/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	GRUPO ELETROGENO	-	GLN	30.000
8	6/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-952	GLN	16.001
9	6/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	18.016
10	6/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	GENERADOR ELECTRICO	-	GLN	5
11	7/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938 G	GLN	50.000
12	8/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-966 H	GLN	50.000
13	8/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA LIMA	D3J-900	GLN	17.653
14	8/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2R-952	GLN	23
15	9/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.82
16	10/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28
17	10/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50



18	12/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
19	12/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28
20	14/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	35
21	15/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.33
22	15/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
23	16/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	29
24	17/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	65
25	18/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28.001
26	18/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	GRUPO ELETROGENO	-	GLN	10
27	19/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
28	19/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.279
29	20/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30.001
30	22/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.5
31	22/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
32	23/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28
33	24/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
34	24/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	29.005
35	26/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	15.929
36	26/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
37	27/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	30.014



38	28/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
39	28/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	28.606
40	28/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814	GLN	16.2
41	30/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
42	30/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	MINIBUS TRANSPORTE DE PERSONAL	F2P-962	GLN	27.006
43	31/12/2021	PETROLEO D B5	Servicios Auxiliares	CARGADOR FRONTAL	CAT-938G	GLN	50
44	31/12/2021	PETROLEO D B5	Transporte	CAMIONETA DE JEFATURA PLANTA	D3J-814		12.384

Bach. **NATALYA BRIGGITH HUAYANEY CORDOVA**
 Tesista EPIA-FCAMDFGDFGDFGDG



ANEXO 3

DATOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



REPORTE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

TESIS: “ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN BASE A LA NORMA ISO 14064-1:2018 EN LA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERALES DE LA CORPORACIÓN MINERA TOMA LA MANO S.A., DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH, 2021”

Descripción de Servicio	AÑO – 2021												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.	Monto S/.
Planta S/.	90746.70	72860.70	162580.10	56517.70	166810.60	141099.20	143584.10	195307.50	193455.40	203116.20	192660.90	201640.80	1820379.90
Campamento S/.	1434.10	1339.60	2300.60	3843.90	3653.90	3115.90	3076.40	2908.70	2992.60	3017.50	1769.00	1900.50	31352.70
Garita S/.	37.70	24.70	28.80	39.40	29.30	44.00	61.10	64.70	68.90	67.70	30.20	54.80	551.30
Sub total	92,218.50	74,225.00	164,909.50	60,401.00	170,493.80	144,259.10	146,721.60	198,280.90	196,516.90	206,201.40	194,460.10	203,596.10	1,852,283.90
Energía Activa Fuera Punta (EAFP KWh)	114,838	74,884	263,077	32,553	288,047	222,921	213,935	353,491	334,727	331,964	317,497	295,497	2,843,431.00
Energía Activa Hora Punta (EAHP KWh)	30,157	16,088	64,736	5,333	73,773	51,080	55,084	78,308	78,104	71,687	66,190	57,190	590,540.00
Potencia Fuera Punta (PFP KW)	770.6049	752.2571	774.6822	723.8793	755.9267	746.1412	762.4503	758.3731	773.0500	784.4676	759.1885	689.1885	9,050.215
Potencia Hora Punta (PHP KW)	748.8281	704.5530	732.2785	86.1120	742.0640	720.0467	743.6943	764.0812	769.7800	765.7122	770.6049	739.6049	8,287.369

Bach. **NATALYA BRIGGITH HUAYANEY CORDOVA**
 Tesista EPIA-FCAMDFGDFGDFGDG



ANEXO 4

DATOS DE CONSUMO DE AGUA



REPORTE DE CONSUMO DE AGUA

TESIS: “ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN BASE A LA NORMA ISO 14064-1:2018 EN LA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERALES DE LA CORPORACIÓN MINERA TOMA LA MANO S.A., DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY, DEPARTAMENTO DE ANCASH, 2021”

Organización de usuarios operador	Tipo de Uso	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Volumen (m ³)
		ENTRE G. (m ³)												
Corporación Minera Toma La Mano S. A.	INDUSTRIA L	432.00	2160	9072	528	9724.32	7508	7080.48	12242.88	10886.40	10177.92	11465.28	10774.08	92051.36

Bach. **NATALYA BRIGGITH HUAYANEY CORDOVA**
 Tesista EPIA-FCAMDFGDFGDFGDG



ANEXO 5

CÁLCULOS DE DISPERSIÓN DE GASES – MODELO GAUSSIANO



✓ Cálculo de dispersión del óxido de nitrógeno

Text Summary

SITE DATA:
Location: TICAPAMPA, PERU
Building: unsheltered single storied
Time: September 2, 2022 1542 hours ST (using...)

CHEMICAL DATA: - (SELECT CHEMICAL)

ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Location Input

Enter full location name:
Location is TICAPAMPA

Is location in a U.S. state or territory?
 In U.S. Not in U.S.

Enter approximate elevation
Elevation is 3600 ft m

Enter approximate location
deg. min.
Latitude 9 45.9 N S
Longitude 77 24.8 E W

OK Cancel Help

Configuración de la ubicación del área de estudio.

Text Summary

SITE DATA:
Location: TICAPAMPA, PERU
Building: unsheltered single storied
Time: September 2, 2022 1544 hours ST (using...)

CHEMICAL DATA: - (SELECT CHEMICAL)

ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Input Available Information

Chemical Name: NITROGEN DIOXIDE
Molecular Weight: DIPPR

AEGL-1
AEGL-2
AEGL-3
Boiling Point (normal)
Critical Pressure
Critical Temperature
Default LOC-1 (Yellow)
Default LOC-2 (Orange)
Default LOC-3 (Red)
Density (gas)
ERPG-1

AEGL-1 (60 minute) Value: 0.5
ppm

Next Field OK Cancel Help

Configuración de los límites de los valores del óxido de nitrógeno.

Text Summary

SITE DATA:
Location: TICAPAMPA, PERU
Building: unsheltered single storied
Time: September 2, 2022 1544 hours ST (using...)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: NITROGEN DIOXIDE
CAS Number: 10102-44-0
Molecular Weight: 46.01
AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm AEGL-2 (60 min):
IDLH: 20 ppm
Ambient Boiling Point: 53.4° F
Freezing Point: 11.7° F

ATMOSPHERIC DATA: - (SELECT ATMOSPHERIC)

Atmospheric Options

Wind Speed is: 2.2 knots mph meters/sec Help

Wind is from: NE Enter degrees true or text (e.g. ESE)

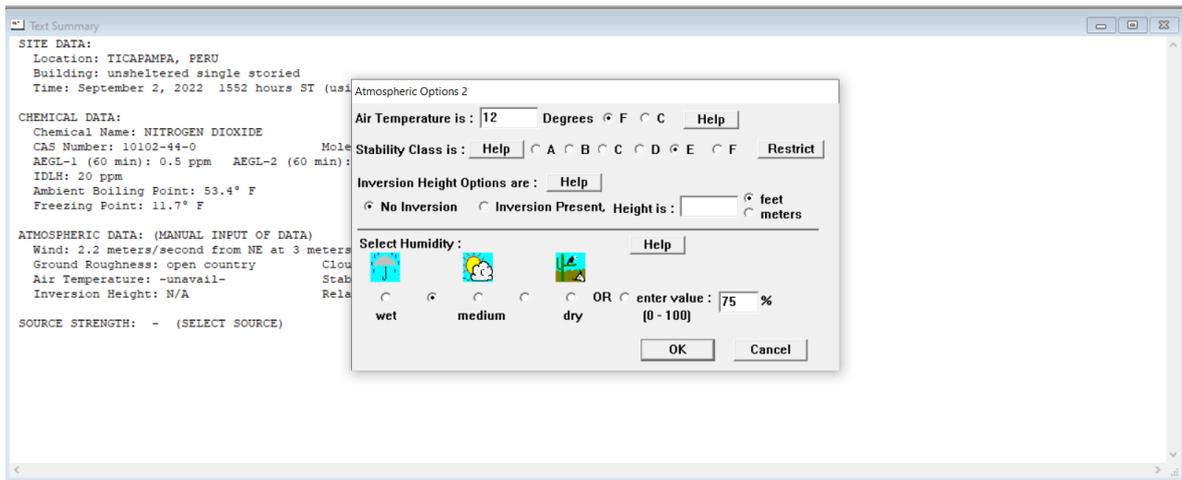
Measurement Height above ground is: Help
 OR enter value: 3 feet
 meters

Ground Roughness is: Help
 Open Country
 Urban or Forest OR Input Roughness (Z₀):
 Open Water

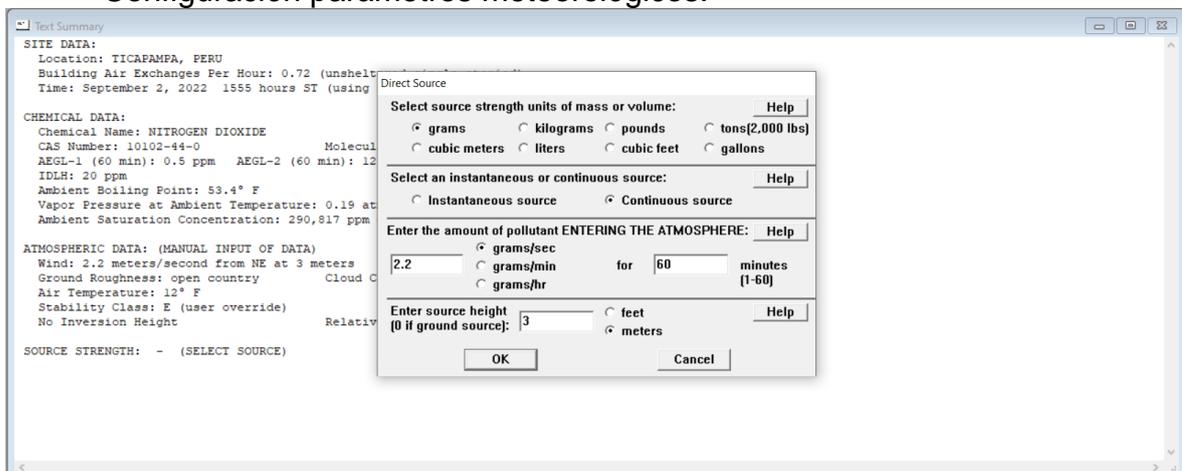
Select Cloud Cover: Help
 complete cover partly cloudy clear
OR enter value: 3
(0 - 10)

OK Cancel

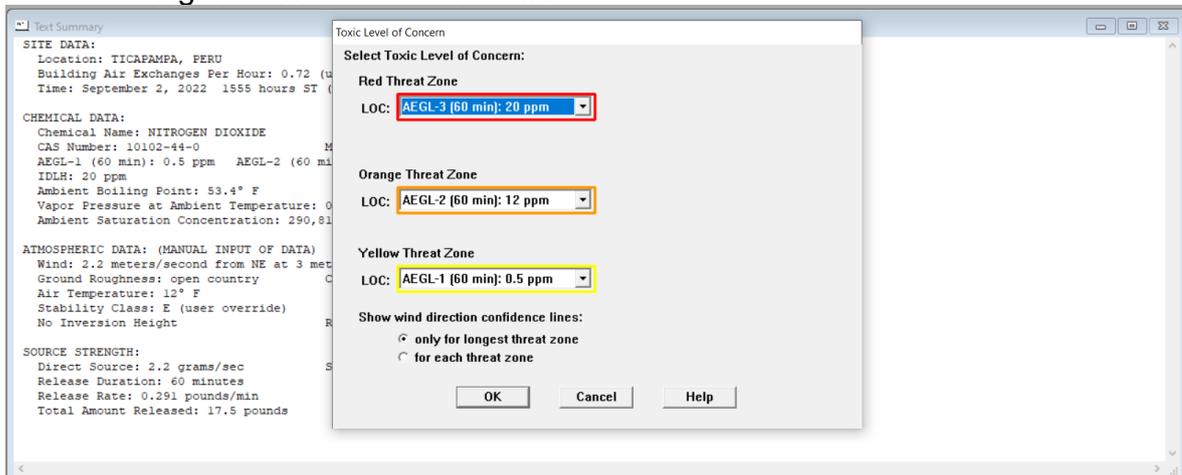
Configuración parámetros meteorológicos.



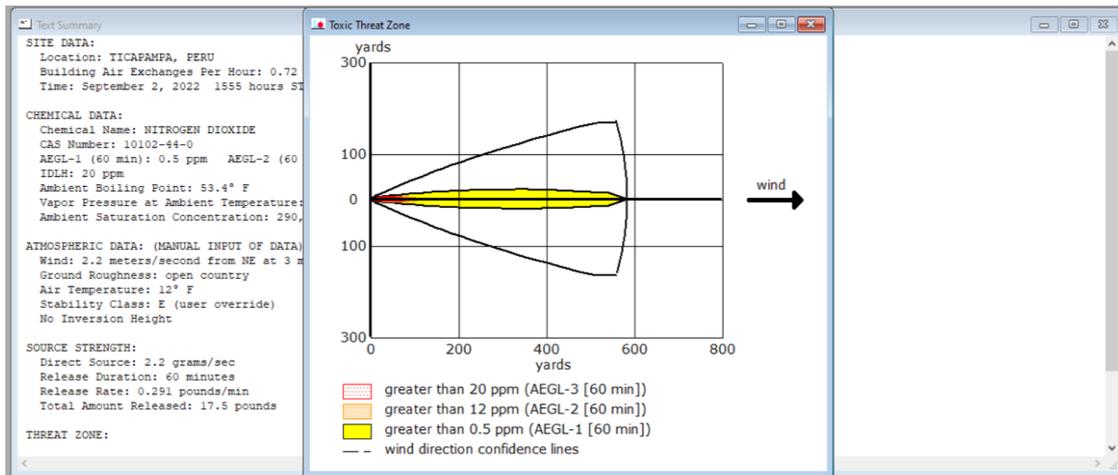
Configuración parámetros meteorológicos.



Configuración de datos de salida.



Cuantificación de la dispersión de gases.



Modelo de dispersión del óxido de nitrógeno.

ANEXO 6

CÁLCULOS PARA DETERMINAR LA HUELLA DE CARBONO.

✓ Alcance I: Consumo de combustible.

- Conversión de consumo anual de combustible en unidades de (GLN) a Terajulio (TJ)

Año	Consumo anual (GLN)	Consumo (95%) (Diesel B5) (gal)	Factor de conversión (TJ / gal)	Consumo de Combustible (TJ)
2021	9,197.58	8,737.70	0.00014	1.22

- Factores de conversión para los GEI. IPCC (2017)

Consumo de Combustible (TJ)	Factores de emisión para generación de energía		
	Factor de emisión de CO ₂ (kg CO ₂ /TJ)	Factor de emisión de CH ₄ (kg CH ₄ /TJ)	Factor de emisión de N ₂ O (kg N ₂ O / TJ)
1.22	7.41E+04	7.00E+00	2.00E+00

- Cálculo de emisiones de GEI = Consumo de combustible en Terajulio (TJ) multiplicado por los Factores de emisión para los GEI.

Cálculo de emisiones de GEI

Emisiones de CO ₂ (Gg CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (Gg CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (Gg N ₂ O)
9.064491E-02	8.56E-06	2.45E-06

- Conversión de unidades de emisiones de GEI Gg CO₂eq a Tn CO₂eq

Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq)	Emisiones de GEI (tn CO ₂ eq)
0.09066	90.66

✓ Alcance I: Consumo de energía eléctrica.

- Conversión del Consumo anual Total (Energía Activa Fuera Punta y Energía Activa Hora Punta) (kWh) a unidades (kMWh).

Año	Consumo anual Total (Energía Activa Fuera Punta y Energía Activa Hora Punta) (kWh)	Consumo anual (kMWh)
2021	3,491,161.0	3,491.16

- Factores de conversión para los GEI. IPCC (2017)

Consumo anual (kMWh)	Factores de emisión para generación de energía		
	Factor de emisión de CO ₂ (tn CO ₂ /kMWh)	Factor de emisión de CH ₄ (tn CH ₄ /kMWh)	Factor de emisión de N ₂ O (tn N ₂ O / kMWh)
3,491.16	11.74	0.000469	0.0000951

- Cálculo de emisiones de GEI = Consumo anual de energía eléctrica en (kMWh) multiplicado por los Factores de emisión para los GEI.

Cálculo de emisiones de GEI			Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)	
Emisiones de CO ₂ (tn CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (tn CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (tn N ₂ O)		
40986.23014	1.637354509	0.332009411	40988.20	✓
				✓

✓ Alcance I: Consumo de agua.

- Factores de conversión para los GEI. IPCC (2017)

Año	Consumo anual (m ³)	Factores de emisión para generación de energía		
		Factor de emisión de CO ₂ (kgCO ₂ /m ³)	Factor de emisión de CH ₄ (kgCO ₂ /m ³)	Factor de emisión de N ₂ O (kgCO ₂ /m ³)
2021	92,051.4	0.0052	0.0052	0.0052

- Cálculo de emisiones de GEI = Consumo anual de agua en (m³) multiplicado por los Factores de emisión para los GEI.

Cálculo de emisiones de GEI			Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)	
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (kg CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (kg N ₂ O)		
478.67	478.67	478.67	1.44	✓
				✓

✓ Alcance I: Consumo de insumos químicos.

- Conversión de consumo anual de hidróxido de calcio al porcentaje del 65% en unidades de (kg) a Toneladas (Tn)

Año	Consumo de hidróxido de calcio (kg)	Consumo de hidróxido de calcio al 65% (kg)	Consumo de hidróxido de calcio (Tn)

2021	281,850.0	183,202.50	183.20
-------------	-----------	------------	--------

- Factores de conversión para los GEI. IPCC (2017)

Consumo de hidróxido de calcio (Tn)	Factores de emisión para generación de energía
	Factor de emisión de CO2 (tn CO2/tn cal)
183.20	0.59

- Cálculo de emisiones de GEI = Consumo de insumos químicos en toneladas (Tn) multiplicado por los Factores de emisión para los GEI.

Cálculo de emisiones de GEI	Emisiones totales (tn CO2-eq)
Emisiones de CO2 (tn CO2)	
108.089475	108.09

- ✓ Alcance II: Generación de residuos sólidos no aprovechables.
Para el cálculo de las emisiones de CO2-eq, por generación de residuos sólidos, se tuvo en cuenta que las 05 toneladas de residuos sólidos reciclables aprovechables y las 10.44 toneladas de residuos orgánicos, son consideradas emisiones evitadas las cuales no son consideradas en el cálculo de emisión de GEI, ya que están son usadas para el reciclaje, por otro lado se tuvo que las 6.5 toneladas de residuos no aprovechables y las 3.95 toneladas de residuos peligrosos, hacen un total de 10.45 toneladas de residuos sólidos que fueron dispuestos en un relleno sanitario.

- Generación de residuos sólidos peligrosos y residuos sólidos no aprovechables (Tn) – Conversión de unidades (Tn) a Gigagramos (Gg)

Año	Generación de Residuos Sólidos (RR.SS. Peligrosos y RR.SS. No aprovechables) (TN)	Generación de Residuos Sólidos (RR.SS. Peligrosos y RR.SS. No aprovechables) (Gg)
2021	10.45	0.01045

- Factores de conversión para los GEI. IPCC (2017)

Generación de Residuos Sólidos (RR.SS. Peligrosos y RR.SS. No aprovechables) (Gg)	Factor de Emisión de Metano (Gg CH ₄ / Gg RS)
0.01045	0.0512

- Cálculo de emisiones de GEI = Consumo de residuos sólidos no aprovechables en Gigagramos (Gg) multiplicado por los Factores de emisión para los GEI.

Generación de Residuos Sólidos (RR.SS. Peligrosos y RR.SS. No aprovechables) (Gg)	Factor de Emisión de Metano (Gg CH ₄ / Gg RS)	Emisiones de CO ₂ (Gg CO ₂)	Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)
0.01045	0.0512	0.000535	0.54

✓ Alcance III: Consumo de papel.

- Consumo anual de papel en kilogramos (kg)

Año	Consumo anual (kg)
2021	56.1

- Factores de conversión para los GEI. IPCC (2017)

Año	Consumo anual (kg)	Factores de emisión para generación de energía		
		Factor de emisión de CO ₂ (kgCO ₂ /m ³)	Factor de emisión de CH ₄ (kgCO ₂ /m ³)	Factor de emisión de N ₂ O (kgCO ₂ /m ³)
2021	56.1	1.84	1.84	1.84

- Cálculo de emisiones de GEI = Consumo de papel en kilogramos (kg) multiplicado por los Factores de emisión para los GEI.

Cálculo de emisiones de GEI			Emisiones totales (tn CO ₂ -eq)
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂)	Emisiones de CH ₄ (kg CH ₄)	Emisiones de N ₂ O (kg N ₂ O)	
103.30	103.30	103.30	0.31

ANEXO 7

PANEL FOTOGRÁFICO

- ✓ Visita a campo y recolección de datos.



Ingreso a la planta concentradora de la Corporación Minera Toma La Mano.



Caseta de vigilancia de la Corporación Minera Toma La Mano.



Entrada a la Corporación Minera Toma La Mano (Garita).



Instalación de la cámara trampa para identificación de especies y otras funciones en la Corporación Minera Toma La Mano.



Traslado de personal de la Corporación minera Toma La Mano.



Oficinas administrativas de la Corporación Minera Toma La Mano.



Cancha de mineral N°01 de la Corporación Minera Toma La Mano.



Cancha de Mineral N°02 de la Corporación minera Toma La Mano.



Georreferenciación del centroide de la Corporación Minera Toma La Mano.



Área de Molienda de mineral de la Corporación minera Toma La Mano.



Zona de preparación de Reactivos.



Ingreso a la Planta concentradora de minerales de la Corporación Minera Toma La Mano



Fajas transportadoras de mineral de la Corporación Minera Toma La Mano.



Traslado al proceso de flotación de la Corporación minera Toma La Mano.



Área de generador eléctrico de la Corporación Minera Toma La Mano.



Poza de recirculación de relave de la Corporación Minera Toma La Mano.



Área de almacén de cal de la Corporación Minera Toma La Mano.



Área de disposición de chatarra de la Corporación Minera Toma La Mano.