



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**La Huella de Carbono en la Producción de Oro, Mina  
Shahuindo, Cajamarca, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTOR:**

Inga Canales, Raymundo (ORCID: 0000-0002-5087-7607)

**ASESOR:**

Dr. Túllume Chavesta, Milton César (ORCID: 0000-0002-0432-2459)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

El presente trabajo, va a dirigido a mis padres que, gracias a lecciones de progreso y superación en la vida me guiaron para poder formarme como persona, hijo y profesional. Esas enseñanzas permitieron cerrar esta primera etapa, y me impulsan a seguir adelante en este mundo tan dinámico y lleno de retos.

## **Agradecimiento**

Ante todo, a Dios por permitirme la vida y cerrar esta etapa. A mis padres Veronica Canales y German Inga, quienes me ayudaron a cerrar mi etapa universitaria, a mi asesor Milton Túllume, por su enseñanza, orientación y la paciencia durante todo este proceso. A Mari Ozaki, Pavel Alvarez, Neyer Cerna, Ivan Novoa, Vanessa Palacios y otros, quienes me orientaron y formaron profesionalmente para estar preparado en la industria minera. A mis amigos César Adrianzen, Gian Rubiños, Adriana Durand, José Silva y otros, quienes me hacían recordar siempre la importancia de cerrar esta etapa.

## Índice de Contenido

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	4
<b>III.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	10
3.1.	Tipo y diseño de investigación	10
3.2.	Variables y operacionalización	11
3.3.	Población, muestra y muestreo	12
3.3.1.	Localización del área de estudio	12
3.3.2.	Población	12
3.3.3.	Muestra	12
3.3.4.	Unidad de análisis	12
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5.	Procedimientos	14
3.5.1.	Definición de alcance	15
3.5.2.	Establecimiento del año base	15
3.5.3.	Calculo de la huella de carbono	15
3.5.3.1.	Identificación de las fuentes de emisión	16
3.5.3.2.	Recopilación y verificación de la información	16
3.5.3.3.	Cuantificación de gases de efecto invernadero	16
3.5.3.4.	Conversión a tCO <sub>2</sub> eq	18
3.5.4.	Análisis de resultados	18
3.5.5.	Propuestas de reducción de huella de carbono	19
3.6.	Rigor científico	19
3.7.	Método de análisis de datos	19
3.8.	Aspectos éticos	19
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	21
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	28
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	37
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	39
	<b>REFERENCIAS</b>	40

## Índice de Tablas

**Tabla 1:** Matriz de consistencia

**Tabla 2:** Directrices de acuerdo al tipo de alcance

**Tabla 3:** Metodología según fuente de emisión

**Tabla 4:** Factores de emisión por tipo de fuente de emisión

**Tabla 5:** Potencial de calentamiento global para los GEI

**Tabla 6:** Generación de GEI en la mina Shahuindo, 2020

**Tabla 7:** HdC, Shahuindo 2020

**Tabla 8:** Tendencia de la HdC por mes, Shahuindo 2020

**Tabla 9:** HdC por alcances, Shahuindo 2020

**Tabla 10:** HdC por alcance y por mes, Shahuindo 2020

**Tabla 11:** HdC por fuentes de emisión, Shahuindo 2020

**Tabla 12:** Coeficiente de correlación y ecuación de regresión parabólica entre la HdC y la producción de oro

**Tabla 13:** Coeficiente de correlación y ecuación de regresión parabólica entre la HdC por alcances y la producción de oro

**Tabla 14:** Coeficiente de correlación y ecuación de regresión parabólica entre la fuente de emisión más significativa y la producción de oro

**Tabla 15:** Principales gases de efecto invernadero

**Tabla 16:** Indicadores ambientales de sostenibilidad

**Tabla 17:** Nivel de actividad por fuente de emisión

**Tabla 18:** Factores de emisión, para calcular las emisiones en CO<sub>2</sub> eq

**Tabla 19:** Resumen de consumo de combustible, Shahuindo 2020 (procesado)

**Tabla 20:** Clasificación de vehículos, maquinarias y equipos

**Tabla 21:** Resumen de consumo de explosivos, Shahuindo 2020 (procesado)

## Índice de Gráficos

**Gráfico 1:** Diagrama del proceso

**Gráfico 2:** Emisiones de gases de efecto invernadero, Shahuindo 2020

**Gráfico 3:** HdC por alcances, Shahuindo 2020

**Gráfico 4:** HdC por fuentes de emisión, Shahuindo 2020

**Gráfico 5:** Producción de oro por mes, Shahuindo, 2020

**Gráfico 6:** Límites de la HdC en tCO<sub>2</sub> eq, Shahuindo 2020

**Gráfico 7:** HdC en función de la producción de oro

**Gráfico 8:** Alcance 1 y 2 de la HdC por mes, Shahuindo 2020

**Gráfico 9:** HdC de alcance 1 en función de la producción de oro

**Gráfico 10:** HdC de alcance 2 en función de la producción de oro

**Gráfico 11:** Fuente más significativa en función a la producción de oro

## **Anexos**

**Anexo 1:** Declaratoria de autenticidad de autor

**Anexo 2:** Declaratoria de autenticidad del asesor

**Anexo 3:** Matriz de consistencia

**Anexo 4:** Conceptos y definiciones

**Anexo 5:** Entrevistas

**Anexo 6:** Panel fotográfico

**Anexo 7:** Mapas de la operación minera Shahuindo

**Anexo 8:** Nivel de actividad de las fuentes de emisión (procesado)

## Resumen

El Perú es considerado un país minero, siendo una de las actividades económicas primarias que genera puestos de trabajo y dinamiza la economía. No obstante, como cualquier otra actividad, genera aspectos ambientales significativos y no significativos, entre ellos la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), asociados al consumo de combustible, uso de explosivos y consumo de energía eléctrica en cada paso de la cadena productiva.

El estudio se realizó en la unidad minera Shahuindo y tuvo como objetivo principal determinar la relación de la huella de carbono (HdC) con la producción de oro. Así como, identificar la relación de la HdC de alcance 1 y 2 con la producción de oro y establecer la relación de la fuente de emisión más significativa de HdC con la producción de oro. La metodología aplicada en esta investigación, fue basada en el Protocolo de GEI y la guía para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC). Asimismo, se consideró como año base 2020, es decir, se tomaron en cuenta la data registrada desde el primer hasta el último día calendario del año en mención.

La HdC generada, durante el año 2020, en la unidad minera Shahuindo fue de 38,613.73 tCO<sub>2</sub> eq. La relación entre la HdC y la producción de oro es directamente proporcional, donde a mayor producción, mayor será la HdC generada. El alcance que contribuyó más a la HdC es el Alcance 1 con un 87.31%, seguido por el alcance 2 con una participación de 12.69%. El alcance 1 tiene una relación directamente proporcional a la producción de oro y el alcance 2 tiene una relación casi constante a la producción de oro. La fuente de emisión más significativas para la unidad minera Shahuindo fue el consumo de combustible por las máquinas móviles con una participación de 43.35 % en la HdC.

El presente estudio permitirá a la unidad minera Shahuindo, tener un diagnóstico de la situación actual, y a partir de ello, elaborar objetivos y metas para potenciar el desempeño en sus procesos y actividades con el fin de reducir su HdC.

**Palabras claves:** Gases de efecto invernadero (GEI), huella de carbono (HdC), producción de oro, minería a tajo abierto



## Abstract

Peru is considered a mining country, being one of the primary economic activities that generates jobs and energizes the economy. However, like any other activity, it generates significant and non-significant environmental aspects, including the emission of greenhouse gases (GHG), associated with the consumption of fuel, the use of explosives and the consumption of electricity at each step of the production chain.

The study was carried out at the Shahuindo mining unit and its main objective was to determine the relationship of the carbon footprint (HdC) with gold production. As well as, identify the relationship of the HdC of scope 1 and 2 with the production of gold and establish the relationship of the most significant source of emission of HdC with the production of gold. The methodology applied in this research was based on the GHG Protocol and the guide for the National Inventory of Greenhouse Gases of the Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC). Likewise, 2020 was considered as the base year, that is, the data registered from the first to the last calendar day of the year in question was taken into account.

The HdC generated during 2020 in the Shahuindo mining unit was 38,613.73 tCO<sub>2</sub> eq. The relationship between the HdC and gold production is directly proportional, where the higher the production, the greater the HdC generated will be. The scope that contributed the most to the HdC is Scope 1 with 87.31%, followed by Scope 2 with a 12.69% share. Scope 1 has a directly proportional relationship to gold production and Scope 2 has an almost constant relationship to gold production. The most significant source of emissions for the Shahuindo mining unit was fuel consumption by mobile machines with a 43.35% share in the HdC.

This study will allow the Shahuindo mining unit to have a diagnosis of the current situation, and based on this, to develop objectives and goals to enhance performance in its processes and activities in order to reduce its HdC.

**Keywords:** Greenhouse gases (GHG), carbon footprint (HdC), gold production, open pit mining

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el crecimiento demográfico ha provocado un acelerado consumo de los recursos naturales del planeta, este hecho ha dinamizado la economía global, la misma que es considerada como una economía no sostenible, ya que se caracteriza principalmente por la producción masiva de bienes y servicios, depredación de recursos, alteración de los diferentes ecosistemas y emisión de gases de efecto invernadero (GEI), evidenciado en una disminución de la calidad ambiental de nuestro planeta.

Estos GEI han generado un aumento de la energía calorífica del sol retenida en la atmósfera, obteniendo como resultado el cambio climático. Entre sus principales consecuencias, se describen: el incremento de la temperatura media del planeta, lluvias en zonas áridas, deshielo de glaciares, entre otros que afectan en mayor proporción a países en camino al desarrollo, generando pérdidas en la economía, recursos naturales y en algunos casos pérdidas humanas (Cárdenas, 2017, p.10).

En la búsqueda de soluciones a esta gran problemática, los diferentes gobiernos en el mundo han ratificado el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), estableciendo hitos importantes y ambiciosos, como el Protocolo de Kyoto, y el Acuerdo de París en la COP 21 del año 2015. Este acuerdo tiene 03 objetivos principales: limitar el calentamiento global a menos de 02 grados centígrados y lo más cerca de 1.5 grados centígrados al año 2050, aumento de la capacidad de adaptación y resiliencia de los gobiernos al cambio climático, y por último, promover la transición hacia una economía baja en Carbono (Naciones Unidas, 2015, p. 5)

La minería es una actividad económica primaria que genera puestos de trabajo, desarrolla el mercado local y dinamiza la economía de las diferentes regiones en donde se desarrolla. Asimismo, este sector no es ajeno a este escenario y se encuentra en constante presión para mejorar su desempeño en la Gestión Ambiental de sus operaciones bajo un enfoque de sostenibilidad. Parte de este reto ambicioso es la reducción de emisiones de GEI al ambiente en donde operan (Cortez, Peñaloza y Pumapillo, 2016, p. 13).

El Perú es considerado un país minero por excelencia, en el anuario del Ministerio de Energías y Minas del año 2018, se detalló que el sector minero aportó un 10% del PBI nacional (MINEM, 2019, p. 1). No obstante, como cualquier otra actividad, genera aspectos ambientales significativos y no significativos, entre ellos la emisión de GEI, asociados en mayor proporción al consumo energético en cada paso de la cadena productiva; es por ello que, el gobierno ha brindado una serie de políticas y lineamientos, los cuales buscan que estos proyectos mineros no solo magnifiquen la económica, sino también que garanticen el cuidado adecuado de los recursos naturales y la preservación de la calidad ambiental donde operan.

Sin bien es cierto, la minería enfatiza los costos operativos de la producción de concentrados y minerales, se es de conocimiento que el cálculo de la Huella de Carbono (en adelante, "HdC") y la mejora continua, no solo resulta en una mejora de la gestión del medio ambiente de la organización, sino influye directamente en los costos operativos y una ventaja de imagen corporativa frente a la competencia (Benites, 2019, p. 21).

La Unidad Minera Shahuindo, en su preocupación por demostrar ser una empresa competitiva, y responsable con la sociedad y el medio ambiente; ha visto por necesario contar con datos primarios, referente a la emisión de GEI, que ayuden a comprender el impacto de este aspecto ambiental en su centro de explotación y beneficio.

Ante esta situación, se plantea lo siguiente: ¿Cómo se relaciona la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020? Se considera como problemas específicos: PE1: ¿De qué manera se relaciona la huella de carbono de alcance 01 y 02 con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020? PE2: ¿Cuál es la relación de la fuente de emisión más significativa de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020?

El objetivo general es determinar la relación de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020. Los objetivos específicos son los siguientes: OE1: Identificar la relación de la huella de carbono de alcance 01 y 02 con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020, OE2:

Establecer la relación de la fuente de emisión más significativa de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020.

Las emisiones de GEI, y la relación con el cambio climático, son una preocupación álgida de la sostenibilidad del sector minero, siendo esta la justificación ambiental, ya que determinar la HdC permitirá tener un diagnóstico de la operación minera para poder generar una toma de decisiones asertivas frente a este desafío de la acción climática.

La hipótesis general es la huella de carbono se relaciona significativamente con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020. Las hipótesis específicas son las siguientes: HE1: La huella de carbono de alcance 01 y 02 se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020. HE2: La fuente de emisión más significativa de la huella de carbono se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

La cuantificación de las emisiones de GEI, todavía sigue siendo un tema relativamente nuevo, y más aún, ser publicado de forma transparente, se mencionan las siguientes referencias internacionales sobre el tema:

Amoako, Gordon, Sakyiy Gyimah (2018, p. 14), determinaron la HdC en la gran minería de oro en Ghana, para ello los autores utilizaron la guía de IPCC, el protocolo de GEI (WBCSD) y la ISO 14064-I. Como resultado los autores concluyeron que las actividades que más aportaron a la HdC fueron el uso de combustible para equipos móviles, estacionarios y el consumo eléctrico; resaltando que el uso de electricidad y los combustibles utilizados en el transporte representaron el 96% del total de emisiones. Además, el autor recomienda que para futuras investigaciones sean consideradas las innovaciones tecnológicas en la gestión de los GEI, teniendo especial mención las tecnologías de carácter más ecológico.

Tibrewal (2016, p. 3, 20, 45-47), determinó la HdC de 2 minas de carbón de tajo abierto en la India, para ello el autor se basó en la metodología del Protocolo de GEI y de la guía del IPCC. Como resultado el autor determinó que la combustión por las maquinarias mineras y el consumo de energía eran las fuentes que más contribuían con la HdC. Además, el autor recomienda que la reducción de la HdC en las minas de carbón estudiadas sería posible a través la implementación de técnicas de captura de carbón, aumento en el uso de energía solar y el mantenimiento regular de la maquinaria minera.

Kumar (2019, p. 16, 22-23, 100-103, 108) recopiló la data de 102 compañías mineras dedicadas a la extracción de hierro, oro y potasa; calculó los combustibles utilizados y sus intensidades energéticas para desarrollar árboles de demanda de consumo de energía; luego aplicó el modelo de planificación de alternativas energéticas de largo alcance (LEAP) para calcular el consumo energético y la generación de GEI. Como resultado del estudio el autor señaló que las compañías estudiadas tenían una contribución de un 65% en la emisión de GEI en el 2014, y que dicha contribución aumentó desde el 2005 hasta el 2014; también indicó que dentro los 24 escenarios propuestos, el ahorro energético era posible, y por

consiguiente la disminución de la generación de GEI. Además, el autor recomienda que el desarrollo de nuevas tecnologías, como la peletización de mineral de hierro a base de plasma, puede abrir nuevos escenarios para la industria minera.

Dilhani (2016,p. 12, 66-67), realizó un estudio sobre la gestión de la energía y emisiones de GEI en las minas de hierro del oeste australiano, para ello el autor utilizó la recopilación de datos primarios y secundarios de las empresas mineras en estudio, comparando luego en una primera etapa las escalas de las operaciones mineras, y en una segunda etapa el consumo energético reportado a al sistema nacional de reporte de GEI y consumo de energía (NGER). Como resultado del estudio el autor concluyó que las pequeñas empresas mineras de hierro eran las menos eficientes respecto al ahorro energético; así mismo, el autor indicó que el consumo era influenciado por parámetros físicos y geológicos como el grado de mineral, la distancia promedio de transporte, y la relación de mineral de desperdicio. Además, el autor recomienda que las futuras investigaciones deben tener libre acceso a los datos de las compañías mineras, ya que en su estudio demostró que la data pública presentada por estas empresas tenía inconsistencias con la realidad investigada.

Angel (2016) comparó la carga ambiental en términos de huella hídrica y de carbono de la recuperación de al y la producción de estos metales en las empresas mineras de Suecia, para ello el autor recopiló y armonizó la información secundaria sobre el uso de agua y los GEI emitidos por el sector minería. Como resultado el autor concluyó que tanto la huella de hídrica y la HdC eran significativas para la minería convencional, siendo un factor limitante las técnicas actuales de recuperación que manejaban las empresas mineras; es por ello, que el autor afirmó que, si el Cu, Mg y Zn fueran recuperados de las cenizas flotantes, se podrían lograr grandes ahorros de emisiones de CO<sub>2</sub>eq y agua en comparación con producir estos metales a partir de fuentes primarias. Además, el autor recomienda que en futuras investigaciones se tomen en cuenta otros parámetros ambientales como el uso de tierras, las emisiones de gases NOX y los desechos tóxicos (págs. 1, 15, 31-32).

Ateng (2020, p. 4, 16, 58-59), realizó un estudio de sustentabilidad en 20 compañías mineras a nivel mundial, basando su estudio en la emisión de GEI de las

compañías, y los efectos que provocaban en el cambio climático mundial, para ello el autor realizó una revisión literaria de los reportes de sustentabilidad, los reportes financieros y los comunicados de prensa que brindaron las empresas en estudio, utilizando para ello métodos de investigación cualitativos y cuantitativos. Como resultado del estudio el autor concluyó que las compañías evaluadas estaban integrando constantemente en sus SGA nuevas políticas y acciones en favor de la disminución de su aporte de GEI, esta actividad proactiva se evidenciaba en la meta de cumplir con los ODS 7 y 13. Además, el autor recomienda que la disminución del aporte de GEI por las compañías mineras será una realidad con la investigación y desarrollo de tecnologías de cero emisiones.

Seif (2016, p. 3-5, 223-226, 232-233) desarrollo un modelo de confiabilidad para equipos de minería de arenas petrolíferas, a través del desarrollo de un árbol de demanda energética, con énfasis en la emisión de GEI, y estableció un vínculo entre el consumo de energía y la confiabilidad. Para ello el autor utilizó un método probabilístico de red de creencias bayesianas (BBN) para el análisis de confiabilidad. El modelo integrado de confiabilidad de energía (E-R) desarrollado para equipos de minería de arenas petrolíferas proporcionó un análisis detallado de confiabilidad de energía; de igual manera, ayudó a comprender la relación entre energía y confiabilidad, y aclara la cantidad de demanda energética y los posibles ahorros mediante la mejora de la confiabilidad de los equipos. Como resultado el autor señalo que el éxito del modelo propuesto para el cálculo de demanda energética y generación de GEI dependerá qué tan bien se definan las interacciones entre energía y confiabilidad. Además, el autor recomienda que para futuros estudios se tome en cuenta la confiabilidad para cada uno de los subsistemas.

Fernández (2015, p. 2, 24-26), analizó la representación social del término huella de carbono, en los artículos de prensa de España, y si esta favorecía para una implicación global, para ello el autor aplicó la metodología de análisis de contenido. Como resultado el autor concluyó que existía un nivel alto de coincidencia entre la respuesta de la población respecto al cambio climático para afrontar y disminuir las emisiones de GEI; el autor también señaló que la HdC es un indicador adecuado respecto a la cuantificación de emisiones, y como un buen punto de inicio para la

formulación de objetivos y metas de reducción. Además, el autor recomienda el fortalecimiento de la educación en temas de la HdC desde niveles inferiores hasta el ámbito universitario.

Chacón, Pinzón Vargasa, Ortigón y Rojas (2016, p. 1, 9-11), exploraron el uso de la HdC como herramienta de construcción en empresas de Colombia, para ello los autores abordaron un método de diseño exploratorio con la técnica de entrevista de profundidad. Como resultado, concluyeron que dentro la información recolectada existía 2 categorías orientadoras las cuales fueron la HdC, y el branding y marketing ecológico. Según el autor, ambas categorías representaban una oportunidad de mejora de imagen de las empresas respecto a la HdC, pero esto no eran comunicados al público por la existencia de aspectos negativos que podrían afectar a las empresas. Además, el autor recomienda que para futuras investigaciones se estudien los aspectos del consumidor respecto a las empresas que practican la disminución de la HdC, y comparar la dinámica social con el mercado internacional

Con referencia las investigaciones nacionales, estas se describen a continuación:

Para Loayza (2020, p. 11) define a la HdC como un indicador de emisiones de GEI en términos de CO<sub>2</sub>eq. A partir de ello, señala que las empresas deben iniciar con un análisis de la eficiencia energética, continuar con la sustitución de los equipos y finalizar con un cambio de matriz energética. Además, cuentan con la opción de compensar, para lo que pueden comprar bonos de carbono en las ANP o financiar proyectos forestales. Para el cálculo básico de la HdC lo realizó mediante el Protocolo de GEI del WRI y el WBCSD Finalmente, concluye que la HdC es un indicador álgido, puesto que, permite cuantificar el impacto y establecer planes de mitigación y compensación.

Para Benites (2019, p. 152) determinó el inventario de GEI de alcance 1, 2 y 3 mediante las metodologías especificadas en la guía del IPCC, y GHG Protocol. Del estudio concluyó que las áreas que más contribuían con la HC eran operaciones mina y planta, ambas áreas produjeron un 83.76% del total de tCO<sub>2</sub>eq producido por la unidad minera estudiada. De igual manera, señaló que el alcance 1 y 2 fue mucho más significativo para la HC que el alcance 3. La propuesta de mejora a partir de los resultados obtenidos, se centró en optimizar el uso de combustible en



el proceso de fundición, reúso del aceite residual en los procesos de voladura, producción de biocombustible a partir de los residuos orgánicos, aplicar supresores de polvo, realización de plantaciones para compensación de GEI, implementación de las buenas prácticas en la flota pesada y eficiencia energética del consumo eléctrico en la operación, resultando una reducción de 4.31% de la HdC.

Cortez, Peñaloza y Pumapillo (2016, p. 3), a través de su estudio determinaron la HdC de una mina subterránea, en donde concluyen que la más grande fuente de emisión de GEI proviene del consumo energético, seguidamente del diesel consumido en las unidades fijas y móviles. Asimismo, recomiendan que los proyectos de energía renovables y el alquiler de hectáreas para la reforestación, sean consideradas como estrategias para la reducción de la HdC.

Saavedra (2017, p. 9) implementó un sistema de cuantificación de GEI alineado a la ISO 14064:1, con miras a tener una HdC lo más exacta posible. Esta cuantificación permitió saber que fuentes de emisión son las más significativas de la organización, y con esto poder plantear planes y proyectos de reducción. La quema de combustible fósil fue la fuente de emisión más significativa. Como resultado el autor señaló que las 2 centrales termoeléctricas de la empresa representaron un total de 99.91% del total de las emisiones producidas; por otro lado, el autor indicó que las emisiones directas (alcance 1) de GEI fueron las más significativas. Además, recomienda que para disminuir la generación de GEI por la empresa, es necesario que el personal y todas las áreas estén debidamente capacitados sobre la importancia de la HdC

Para Pinto y Rodríguez (2020, p. 153) presentaron una propuesta de plan para reducir la HdC y la huella de agua en el área administrativa de una unidad minera a través de la implementación de una plataforma digital, utilizando la metodología establecida en el documento titulado Greenhouse Gas Protocol. En su plan de mejora consideró la identificación y evaluación de impactos ambientales causados por los factores determinados como consumidores de los recursos. Los resultados de la implementación del plan propuesto, el cual comprometía a capacitaciones, mantenimientos preventivos, y la implementación de dispositivos de mayor eficiencia consiguió la reducción en un 10% de las emisiones de tCO<sub>2</sub>eq producidas

por la unidad minera; asimismo, señalan que el consumo de combustible y el consumo eléctrico son los principales aportantes de la HdC. Además, recomiendan que la adquisición de los equipos electrónicos debe realizarse acorde al etiquetado de eficiencia energética.

Mera (2020, p. 19, 21, 48-49) determinó y propuso un plan para disminuir la HdC en una empresa minera, basándose en la metodología de la guía del IPCC, GHG Protocol, y DEFRA. Como resultado, señaló que las fuentes de emisión más representativas de GEI eran los hornos con un total de 96.6% del total de HdC, y los motores de las maquinarias con un total de 2.6% del total de HdC. Finalmente, propone mitigar la HdC mediante la fijación de carbono usando la especie *Polylepis racemosa* y la compra de créditos de carbono.

Gonzales, Loayza, More, Simeon (2019, p. 23) determinaron la viabilidad técnica y económica de sustituir el diesel por GNL en unidades de transporte de una mina a tajo abierto, para ello utilizaron una metodología que consistió en la evaluación de la demanda energética por la unidad minera, la propuesta de una alternativa energética y la evaluación técnica de la propuesta. Como resultado del estudio los autores concluyeron que con una sustitución parcial de un 75% de diesel por GNL provoca una reducción en un 28% en la emisión de GEI.

Herrera (2020, p.1, 38, 93-95, 101-106) determinó los factores de éxito para la gestión ambiental mediante metodología de investigación de estudio de caso. Como resultado, concluye que el compromiso de la alta dirección, el uso adecuado del agua y energía, la concientización de los trabajadores, el trabajo en equipo entre las distintas áreas en el aspecto ambiental, la presencia de especialistas en temas ambientales, y el uso de indicadores, son los factores que limitan eficiencia de la gestión ambiental. Además, recomienda de que los factores críticos deben ser estudiados acorde a como las diferentes organizaciones los administran.

Por último, es preciso mencionar que, los conceptos sobre HdC y calentamiento global se encuentran en el Anexo 01, el cual forma parte del presente trabajo de investigación.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo básica, ya que se basa en la teoría referente a los GEI. Para Muntané (2010) la investigación básica es caracterizada por nacer de un marco teórico y permanecer en el mismo. El objetivo es ampliar los conocimientos científicos, sin contrastarlos con ningún aspecto empírico (p. 221).

Además, el presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se registraron las emisiones de GEI de alcance 1 y 2, en función a las diferentes fuentes de emisión de los procesos de explotación y beneficio de la unidad minera Shahuindo, construyendo de esta manera una base de conocimientos. Esta investigación es cuantitativa porque está orientada a los pasos del método científico para la generación de los conocimientos y tiene como finalidad relacionar las variables de estudio para generar el conocimiento (Molina, 2015, p.12).

El presente trabajo de investigación tiene un diseño no experimental, transversal, descriptivo simple; ya que consistió en observar y registrar datos referentes a las fuentes de emisión de GEI de alcance 1 y 2, en la unidad minera Shahuindo, durante un periodo definido en el tiempo (emisiones de GEI durante el 2020). Para Yauli y Fernando (2016) el diseño no experimental consiste en no realizar manipulación a la variable independiente, se limita a observar el hecho o fenómeno como tal y como se presenta en la circunstancia con miras a generar análisis (p.86).

### 3.2. Variables y operacionalización

El presente trabajo de investigación cuenta con dos variables (independiente y dependiente). La variable independiente es la producción de oro, mientras que la variable dependiente es la huella de carbono.

**Tabla 1:** Matriz de consistencia

La Huella de Carbono en la Producción de Oro, Mina Shahuindo, Cajamarca, 2020.							
Problema general	Objetivo general	Variables	Marco conceptual	Marco operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
¿Cómo se relaciona la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020?	Determinar la relación de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020	Variable Independiente: Producción de onzas de oro	Fase del Ciclo Minero que tiene como objetivo la extracción, la preparación o el beneficio, el transporte y la comercialización del mineral. (Ministerio de minas y energía Colombia, 2015, p.1329)	Producto de las actividades de explotación y beneficio desarrolladas en la unidad minera durante el año 2020	Producción de Oro	Cantidad de onzas de oro producidas durante el año 2020	Oz
Problemas específicos	Objetivos específicos						
¿De qué manera se relaciona la huella de carbono de alcance 1 y 2 con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020?	Identificar la relación de la huella de carbono de alcance 1 y 2 con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020	Variable Dependiente: La huella de carbono	Cuantificación de los Gases de Efecto Invernadero que son generados por la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, transporte, entre otros procesos. (Benites, 2019, p.46)	Es la cuantificación de la totalidad de GEI expresados en tCO <sub>2</sub> eq emitidos de forma directa e indirecta al ambiente producto de las actividades de explotación y beneficio de la unidad minera durante el año 2020	Alcance 1 (Emisiones Directas)	Consumo combustible en vehículos	tCO <sub>2</sub> eq
						Consumo combustible en maquinarias móviles	tCO <sub>2</sub> eq
Consumo combustible en calderas	tCO <sub>2</sub> eq						
Consumo combustible en generadores eléctricos	tCO <sub>2</sub> eq						
Consumo combustible en otros equipos estacionarios	tCO <sub>2</sub> eq						
Consumo combustible en cocina	tCO <sub>2</sub> eq						
Emulsiones en voladura	tCO <sub>2</sub> eq						
¿Cuál es la relación de la fuente de emisión más significativa de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020?	Establecer la relación de la fuente de emisión más significativa de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020.	Alcance 2 (Emisiones Indirectas)	Consumo de Energía Eléctrica	tCO <sub>2</sub> eq			

Fuente: Elaboración propia (2021)

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Localización del área de estudio**

El presente estudio se ha realizado en la unidad minera Shahuindo, la cual se encuentra localizado en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, región de Cajamarca, a una altitud aproximada entre los 2 500 y 3 300 msnm (García, 2018, p.12). En el anexo 04 se muestra la ubicación del proyecto y los principales componentes del proyecto minero.

#### **3.3.2. Población**

La población se define como el grupo de elementos que se quiere investigar y sobre el cual se pretende obtener los resultados. (Chávez, 2007, p.162). La población para el presente estudio es la unidad minera Shahuindo y todas sus áreas involucradas en la explotación y beneficio de oro.

#### **3.3.3. Muestra**

La muestra es el subconjunto que forma parte de la población y que permitirá generar resultados a partir de un estudio de investigación (López, 2004, p.71). La muestra a emplearse estará conformada por el 100% de muestra poblacional, es decir se evaluará todo el consumo de combustible generado por vehículos, maquinarias móviles, calderas, generadores eléctricos, cocina, otros equipos estacionarios, explosivos y uso de energía eléctrica del 1 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2020 en la unidad minera Shahuindo.

#### **3.3.4. Unidad de análisis**

Este concepto corresponde al objeto de principal importancia de una investigación. En pocas palabras, lo que va representar el estudio en una cuantificación (Hernández, 2010, p.117). La unidad de análisis es la Huella de Carbono.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La gestión de colecta de data, se realizó a través de entrevistas con los diferentes líderes de área y su personal de soporte que manejan el nivel de actividad de las diferentes fuentes de emisión de GEI.

Las áreas involucradas principalmente fueron la Jefatura de Logística, Mantenimiento y Energía, Operaciones Mina, y Gestión Ambiental. Estas áreas compartieron los reportes de consumo de combustible, reporte de uso de explosivos, y energía eléctrica adquirida del Sistema Interconectado Nacional (SEIN).

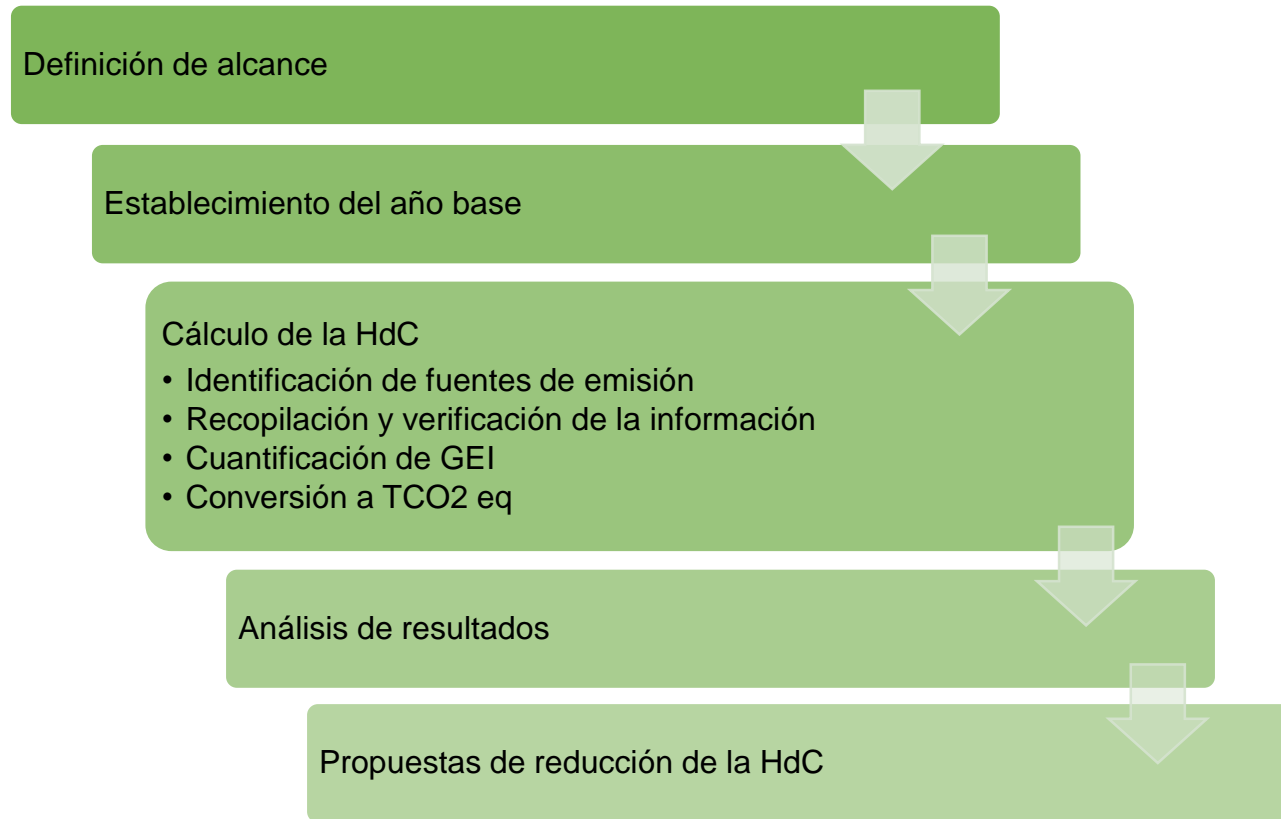
Para el proceso de entrevista con los líderes de las áreas involucradas se formularon una serie de preguntas claves y cuestionamientos enfocados a entender como es el proceso tanto de la unidad minera, como la gestión de calidad de información y control documentario. Lo clave de este proceso fue completar los formatos de nivel de actividad de las diferentes fuentes de emisión, tal como se muestra en el Anexo 02.

Asimismo, es importante precisar que toda la información recolectada producto de la entrevista fue verificada en campo (Anexo 02) y con documentación de respaldo. Es decir, verificar el tipo y cantidad de vehículos, maquinarias, equipos, tipo de combustible empleado, liquidación de combustible, declaración mensual de explosivos a SUCAMEC, Declaración Anual de Residuos (DAR), reportes de mantenimiento y facturación de energía comprada a ENEL GENERATION PERÚ.

Por último, para la investigación, se utilizó diferentes fuentes nacionales e internacionales acreditadas para las bases teóricas como tesis, libros, revistas científicas, normativas vigentes y otras fuentes complementarias.

### 3.5. Procedimientos

**Gráfico 1:** Diagrama del proceso



Fuente: Adaptado de Protocolo de GEI e IPCC

### 3.5.1. Definición de alcance

Shahuindo cuenta con los siguientes componentes mineros principales: Tajo Chalarina, Pad de Lixiviación, Planta ADR, Depósito de material excedente Sur (DME Sur), Laboratorio metalúrgico y químico, polvorín, grifo, plantas de tratamiento de agua residual doméstica, almacenes de materiales e insumos, taller de mantenimiento (truck shop), zona de almacenamiento de residuos (ZAR), oficinas administrativas, tópicos y campamentos.

Asimismo, para el presente estudio se evaluó las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFC y PFC (los GEI para este inventario), sobre los cuales ejerce el control operacional, considerando todas las instalaciones operativas y administrativas de la unidad minera Shahuindo.

### 3.5.2. Establecimiento del año base

Para el presente estudio se consideró como año base 2020. Es decir, se tomó los datos desde el primer día hasta el último día calendario del año en mención.

### 3.5.3. Cálculo de la huella de carbono

Para el cálculo de la HdC se utilizó diferentes directrices, descritas a continuación:

**Tabla 2:** Directrices de acuerdo al tipo de alcance

Alcances	Directrices
<b>Alcance 1: Emisiones Directas</b>	
Consumo de combustible en vehículos, maquinarias y equipos	IPCC (2006) y el Balance Nacional de Energía Perú 2012 (OSINERGMIN)
Uso de explosivos	National Greenhouse Accounts of Australian Government
<b>Alcance 2: Emisiones Indirectas</b>	
Consumo de Electricidad	Mix eléctrico nacional 2020 (COES)

Fuente: Elaboración propia (2021)



### 3.5.3.1. Identificación de las fuentes de emisión

- **Alcance 1**

Las fuentes de emisiones de alcance 1 (emisiones directas) determinadas para el presente estudio, son el consumo de combustible en vehículos, maquinarias móviles, calderas, generadores eléctricos, otros equipos estacionarios, cocina y uso de agentes de voladura.

- **Alcance 2**

La fuente de emisión de alcance 2 (emisiones indirectas), determinada para el presente estudio es el consumo de energía eléctrica adquirida del SEIN.

### 3.5.3.2. Recopilación y verificación de la información

La recopilación de data en la unidad minera se obtuvo a través de entrevistas a los líderes de área involucrados con las fuentes de emisión, reporte de consumo de combustible, reportes de consumo de explosivos y el reporte de consumo de energía eléctrica.

Asimismo, la verificación de la información obtenida fue contrastada con los siguientes documentos: facturas de adquisición de diesel y GLP, declaración mensual de explosivos a la SUCAMEC y las facturas de energía eléctrica por ENEL Generación Perú

### 3.5.3.3. Cuantificación de gases de efecto invernadero

Para la cuantificación de gases de efecto invernadero se utilizó las siguientes formulas (tabla 3), de acuerdo a la fuente de emisión.

**Tabla 3:** Metodología según fuente de emisión

Alcance	Fuente de emisión	Fórmula para cuantificación de GEI
Alcance 1	Consumo de combustible en vehículos (Diesel D2B5)	• $NA \text{ (gal)} * 0.95 * \text{Factor de emisión } CO_2 \text{ (kg } CO_2 / \text{ gal)}$
	Consumo de combustible en Calderas (Diesel D2B5)	• $NA \text{ (gal)} * \text{Factor de emisión } CH_4 \text{ (kg } CH_4 / \text{ gal)}$

	Consumo de combustible en Maquinarias Móviles (Diesel D2B5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NA (gal) * Factor de emisión N<sub>2</sub>O (kg N<sub>2</sub>O / gal)</li> </ul>
	Consumo de combustible en Generadores Eléctricos (Diesel D2B5)	
	Combustible en cocina (GLP)	
	Consumo de combustible de otros equipos estacionarios (Diesel D2B5)	
	Uso de Agentes de Voladura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NA (kg producto) * Factor de emisión CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub> / kg producto)</li> </ul>
Alcance 2	Consumo Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NA (MWh) * Factor de emisión CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub> / MWh)</li> <li>• NA (MWh)* Factor de emisión CH<sub>4</sub> (kg CH<sub>4</sub> / MWh)</li> <li>• NA (MWh) * Factor de emisión N<sub>2</sub>O (kg N<sub>2</sub>O / MWh)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia (2021), NA: Nivel de Actividad

Asimismo, tal como lo indica el Protocolo de GEI, la emisión por quema de biomasa por el D2B5, 95% Diesel y 5% Biodiesel, se cuantifican por separado de manera informativa. No obstante, no forma parte de presente estudio.

De acuerdo a la tabla 4, se consideraron los siguientes factores de emisión CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

**Tabla 4:** Factores de emisión por tipo de fuente de emisión

Alcance	Fuente de emisión	Factor CO <sub>2</sub>	Factor CH <sub>4</sub>	Factor N <sub>2</sub> O
Alcance 1	Consumo de combustible en vehículos			
	Vehículos servicio ligero Diesel B5 Euro 3 (después del 2007)	9.67	0.0001	0.00017
	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel B5	9.67	0.0033	0.000568
	Calderas			
	Diesel D2B5	9.67	0.0004	0.000082437

	Maquinarias móviles			
	Diesel D2B5	9.67	0.00	0.00
	Generadores eléctricos			
	Diesel D2B5	9.67	0.0004	0.000082437
	Combustible para cocina			
	GLP	5.97	0.0001	0.000009463
	Otros Equipos estacionarios			
	Diesel D2B5	9.67	0.0004	0.000082437
	Voladura			
	Emulsión	0.17	-----	-----
Alcance 2	Total Consumo Electricidad			
	Perú	155.02	0.0096	0.0012

Fuente: Elaboración propia (2021)

#### 3.5.3.4. Conversión a tCO<sub>2</sub> eq

Una vez obtenido las emisiones de GEI, estas fueron multiplicadas por el potencial de calentamiento global (PCG) de cada GEI.

**Tabla 5:** Potencial de calentamiento global para los GEI

GEI	PCG
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano Fósil (CH <sub>4</sub> )	30
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	265

Fuente: Elaboración propia (2021)

#### 3.5.4. Análisis de resultados

De los resultados obtenidos se analizó lo siguiente:

- El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) en la producción de oro
- La huella de carbono (HdC) en la producción de oro
- El alcance 1 y 2 de la HdC en la producción de oro
- La fuente de emisión más significativa de la HdC en la producción de oro.

### **3.5.5. Propuestas de reducción de huella de carbono**

En base a lo obtenido en el punto anterior, se propusieron medidas de reducción de la HdC en la producción de oro en la unidad minera Shahuindo. Estas medidas, servirán para futuras investigaciones en el rubro minero y podrán aplicarse de acuerdo a una evaluación costo-beneficio.

### **3.6. Rigor científico**

El Protocolo de GEI, estándar corporativo de contabilidad y reporte, señala que para asegurar una HdC aterrizada a la realidad organizacional, esta debe basarse en el principio de relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión (Protocolo de GEI, 2015, p. 12)

### **3.7. Método de análisis de datos**

Para el procesamiento, análisis e interpretación de la data se empleó lineamientos, fórmulas y factores de emisión de fuentes reconocidas internacionalmente referenciadas en el IPCC, Protocolo de GEI, Reporte de Energía Anual de COES, entre otros. Posterior a ello, la data colectada en su totalidad fue procesada en Microsoft Excel donde se colocó las fórmulas, factores de emisión, los niveles de actividad, para su posterior procesamiento a unidades de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub> eq) con la intención de reducir el riesgo a la inexactitud del cálculo. Asimismo, todos los resultados referentes a la HdC fueron expresados en porcentajes, tablas y gráficos del tipo pastel, referenciado y especificado en los anexos de la presente investigación. Por último, para responder a los problemas del presente estudio se utilizó e análisis de regresión múltiple, en donde se determinó el coeficiente de correlación de Pearson (r) y el coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>).

### **3.8. Aspectos éticos**

La investigación cuenta con artículos científicos que cumplen con el estándar de investigación, basándose en el Protocolo de GEI (2015) y la guía para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006), haciendo del presente trabajo consistente.

Durante el desarrollo, se recolectó datos de fuentes confiables y no se alteró ninguno de los resultados obtenidos; a fin de poder obtener conclusiones creíbles y veraces, que permitan a la vez diagnosticar la situación actual de la unidad minera Shahuindo y contribuir con planes de reducción de emisiones de gases invernadero.

Por último, todas las referencias se encuentran enmarcadas acorde a los lineamientos de la Universidad César Vallejo y se ha respetado las autorías de la información incluida en este estudio.

#### IV. RESULTADOS

La gestión y procesamiento de la data recopilada permitió cuantificar la cantidad de emisiones de GEI, y poder expresar estos en tCO<sub>2</sub>eq, generadas por la producción de oro en la unidad minera Shahuindo durante el año 2020.

La hipótesis general fue la huella de carbono de se relaciona significativamente con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020. Como primer paso, es determinar la relación de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020. Como primer paso, se determinó la cantidad de gases de efecto invernadero generados en la Unidad Minera Shahuindo. En la tabla 6 se muestra las toneladas de GEI generadas en el 2020.

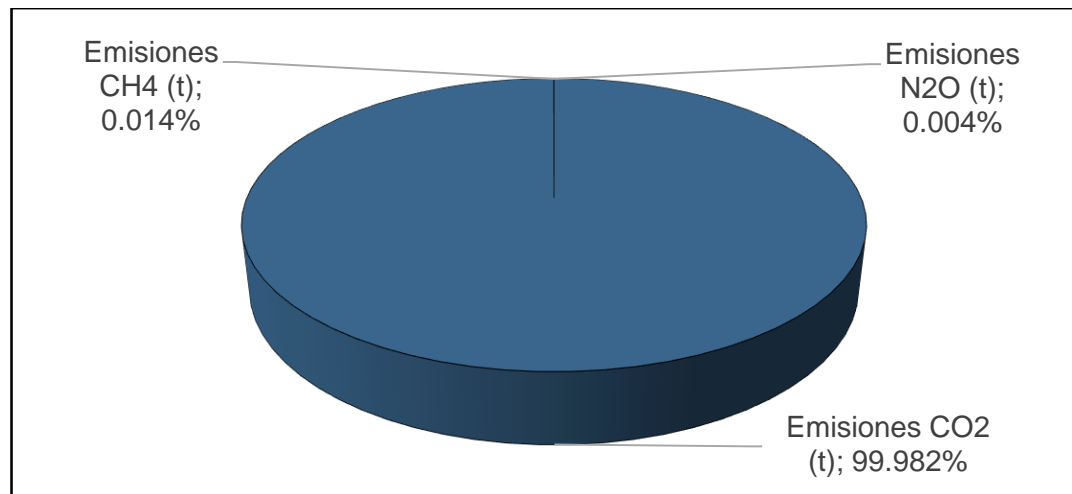
**Tabla 6:** Generación de GEI en la mina Shahuindo, 2020

Fuentes de Emisión	CO <sub>2</sub> (t)	CH <sub>4</sub> (t)	N <sub>2</sub> O (t)	SF <sub>6</sub> (t)	Emisiones HFC (t)	Emisiones PFC (t)
Vehículos servicio ligero (D2B5)	717.85	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Camiones pesados y autobuses GVW>16 t (D2B5)	10,947.40	3.75	0.64	0.00	0.00	0.00
Maquinarias móviles (D2B5)	16,470.45	0.91	0.91	0.00	0.00	0.00
Calderas (D2B5)	2,627.41	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00
Generadores eléctricos (D2B5)	1,583.03	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00

Cocina (GLP)	182.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros equipos estacionarios (D2B5)	171.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Voladura (Emulsión)	442.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Energía Eléctrica (KWh)	4,881.50	0.30	0.04	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>38,023.64</b>	<b>5.16</b>	<b>1.64</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Gráfico 2:** Emisiones de gases de efecto invernadero, Shahuindo 2020



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Tabla 7:** HdC, Shahuindo 2020

<b>Fuentes de Emisión</b>	<b>Emisiones CO<sub>2</sub> eq (t)</b>
Vehículos servicio ligero (D2B5)	721.33
Camiones pesados y autobuses GVW>16 t (D2B5)	11,230.15
Maquinarias móviles (D2B5)	16,739.64
Calderas (D2B5)	2,636.70
Generadores eléctricos (D2B5)	1,588.63
Cocina (GLP)	182.18
Otros equipos estacionarios (D2B5)	171.77
Voladura (Emulsión)	442.83
Energía Eléctrica (KWh)	4,900.51
<b>Total</b>	<b>38,613.73</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

De los resultados obtenidos, de la tabla 6 y gráfico 2, podemos decir que el CO<sub>2</sub>, es el gas de efecto invernadero generado en mayor porcentaje con un 99.982%, seguido del CH<sub>4</sub> con un 0.014% y, por último, el N<sub>2</sub>O con un 0.004% en la unidad minera Shahuindo durante el año 2020. Es preciso mencionar que, dentro de la evaluación, no se identificó generación de SF<sub>6</sub>, PFC e HFC. Asimismo, de la tabla 7, se puede observar que huella de Carbono de la unidad minera Shahuindo durante el año 2020 fue de 38,613.73 tCO<sub>2</sub> eq.

Como parte de la investigación se analizó la tendencia de la HdC y su variación de mes a mes en el año 2020. De tabla 8, se muestra la HdC en tCO<sub>2</sub> eq por meses, en donde se puede apreciar que la HdC tiende a oscilar mes a mes entre 4,366 y 2,070 tCO<sub>2</sub> eq



**Tabla 8:** Tendencia de la HdC por mes, Shahuindo 2020

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>HdC</b>	3,305	3,186	2,294	1,026	1,364	3,327	4,155	3,046	3,832	4,662	4,375	4,042
<b>Límite superior</b>	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366	4,366
<b>Límite inferior</b>	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070

Fuente: Elaboración propia (2021)

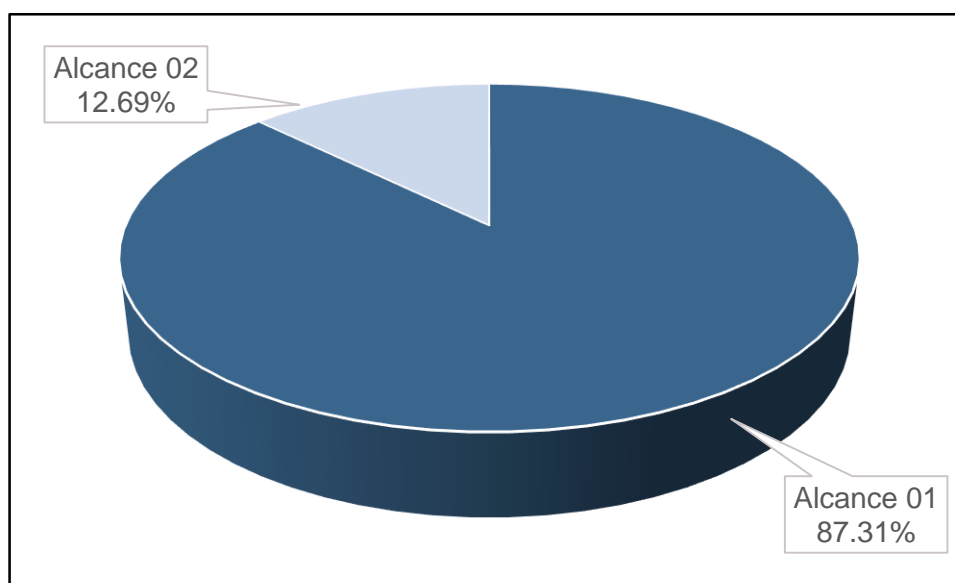
Con referencia a la primera hipótesis específica, la huella de carbono de alcance 1 y 2 se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020, como paso preliminar se debe obtener las emisiones de gases de efecto invernadero expresada en tCO<sub>2</sub> por alcance, los cuales se muestran en la tabla 9.

**Tabla 9:** HdC por alcances, Shahuindo 2020

Alcance	Fuentes de Emisión	t CO2 eq	% de Total
Alcance 01	Vehículos servicio ligero (D2B5)	721.33	1.87%
	Camiones pesados y autobuses GVW>16 t (D2B5)	11,230.15	29.08%
	Maquinarias móviles (D2B5)	16,739.64	43.35%
	Calderas (D2B5)	2,636.70	6.83%
	Generadores eléctricos (D2B5)	1,588.63	4.11%
	Cocina (GLP)	182.18	0.47%
	Otros equipos estacionarios (D2B5)	171.77	0.44%
	Voladura (Emulsión)	442.83	1.15%
Alcance 02	Energía Eléctrica (KWh)	4,900.51	12.69%
Total		38,613.73	100.00%

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Gráfico 3:** HdC por alcances, Shahuindo 2020



Fuente: Elaboración propia (2021)

De la tabla 9 y figura 3, se puede observar que la distribución por alcance de la HdC de Shahuindo para el año 2020 fue de un 87.3% de alcance 1 y un 12.69% de alcance 2. Asimismo, en la tabla 10, se puede apreciar la HdC por alcance mes a mes, en donde no existe mucha variación en el alcance 2 durante el año a diferencia del alcance 1.

**Tabla 10:** HdC por alcance y por mes, Shahuindo 2020

Tipo de Alcance	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alcance 1	2,884	2,779	1,960	629	1,001	2,903	3,683	2,624	3,433	4,230	3,977	3,612
Alcance 2	421	407	335	397	363	424	472	421	399	431	399	430
<b>Total</b>	<b>3,305</b>	<b>3,186</b>	<b>2,294</b>	<b>1,026</b>	<b>1,364</b>	<b>3,327</b>	<b>4,155</b>	<b>3,046</b>	<b>3,832</b>	<b>4,662</b>	<b>4,375</b>	<b>4,042</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

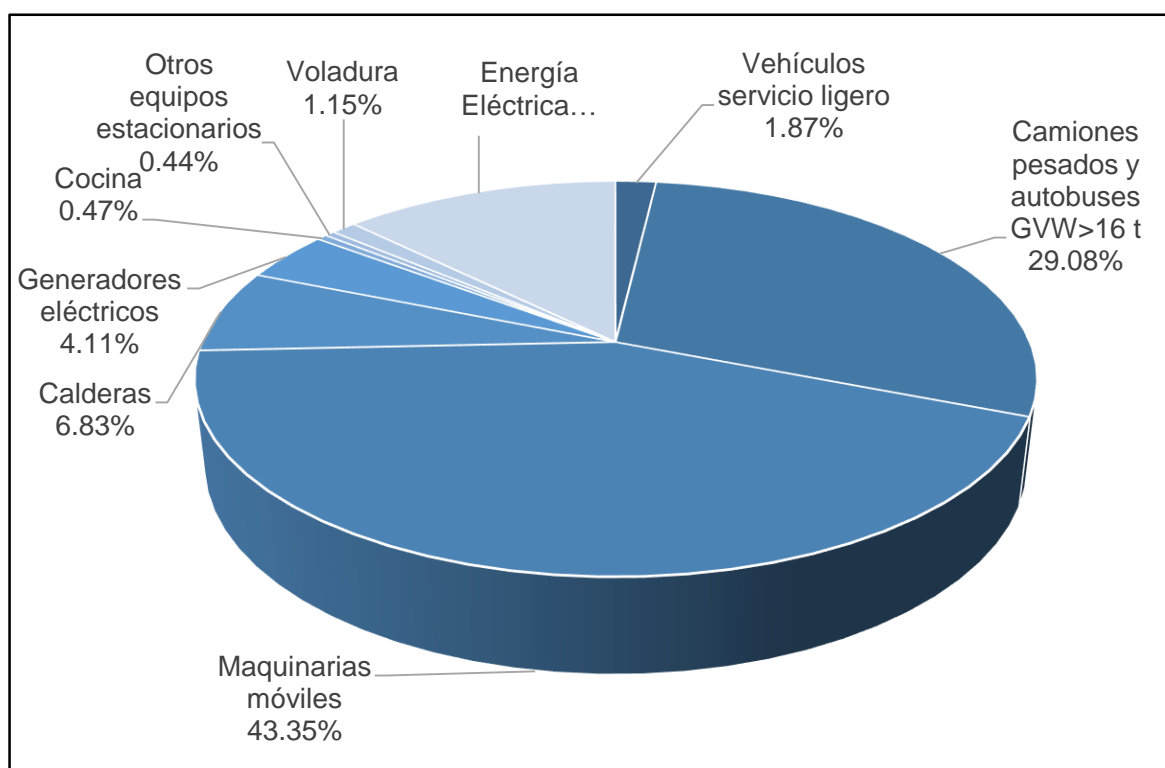
Con referencia a la segunda hipótesis específica, la fuente de emisión más significativa de la huella de carbono se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020. En la tabla 11, se puede apreciar los resultados por fuente de emisión y su participación porcentual.

**Tabla 11:** HdC por fuentes de emisión, Shahuindo 2020

Fuentes de Emisión	t CO2 eq	% de Total
Vehículos servicio ligero (D2B5)	721.33	1.87%
Camiones pesados y autobuses GVW>16 t (D2B5)	11,230.15	29.08%
Maquinarias móviles (D2B5)	16,739.64	43.35%
Calderas (D2B5)	2,636.70	6.83%
Generadores eléctricos (D2B5)	1,588.63	4.11%
Cocina (GLP)	182.18	0.47%
Otros equipos estacionarios (D2B5)	171.77	0.44%
Voladura (Emulsión)	442.83	1.15%
Energía Eléctrica (KWh)	4,900.51	12.69%
Total	38,613.73	100.00%

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Gráfico 4:** HdC por fuentes de emisión, Shahuindo 2020



Fuente: Elaboración propia (2021)

De la tabla 11 y la figura 4 se tiene que las fuentes de emisión más significativas para la unidad minera Shahuindo es el consumo de combustible por las máquinas móviles en un 43.35 %, seguido del consumo de combustible por camiones pesados y autobuses GVW > 16t con un 29.08%, y por último, la energía eléctrica consumida con un 12.69% del total de la HdC para Shahuindo durante el año 2020.

## V. DISCUSIÓN

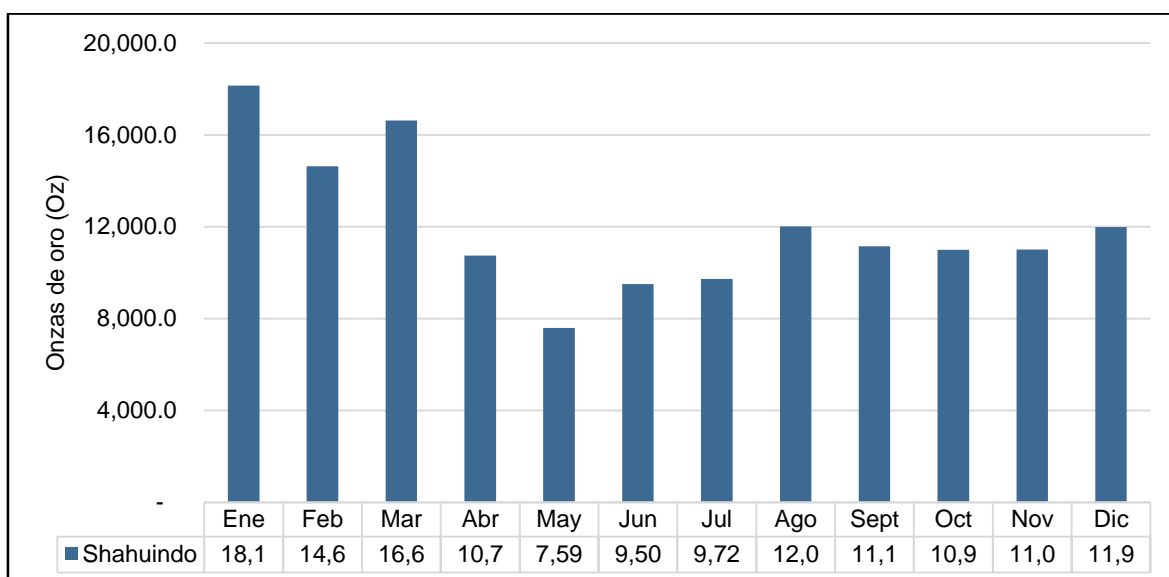
Shahuindo es una mina de oro a cielo abierto con lixiviación en pilas; cuya producción comercial comenzó en el 2016 con una vida útil de la mina actualmente estimada hasta el 2028. A través de las operaciones de minado explota reservas de oro en óxidos, para lo cual utiliza métodos convencionales de perforación, voladura, carguío con excavadoras y acarreo de mineral con volquetes. El mineral de óxido se descarga en volquetes directamente sobre las pilas de lixiviación sin necesidad de trituración o aglomeración antes de la lixiviación), posterior a ello a través del proceso ADR (adsorción, desorción, y recuperación) se obtiene barras doré, para su comercialización. Actualmente la mina procesa un promedio de 35,990 toneladas métricas día de mineral depositado en los PADs de Lixiviación.

### **La huella de carbono se relaciona significativamente con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020**

Los resultados obtenidos muestran que la HdC de la unidad minera Shahuindo para el año 2020 fue de 38,613.73 tCO<sub>2</sub> eq, producto de las actividades de explotación y beneficio para la producción de oro, proceso en el cual se generan 03 de los 07 gases de efecto invernadero mencionados en el protocolo de Kyoto, siendo el CO<sub>2</sub> es el gas de mayor cantidad de generación en un 99.982 %, siguiéndole el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O con un 0.014% y 0.004%, respectivamente.

Para el año 2020, de acuerdo al anuario minero, la producción de onzas de oro en la unidad minera Shahuindo fue de 144,099.09 onzas de oro. En la figura 5, se puede observar la producción de oro de la unidad minera mes a mes durante el año 2020 (MINEM, 2021, p. 1).

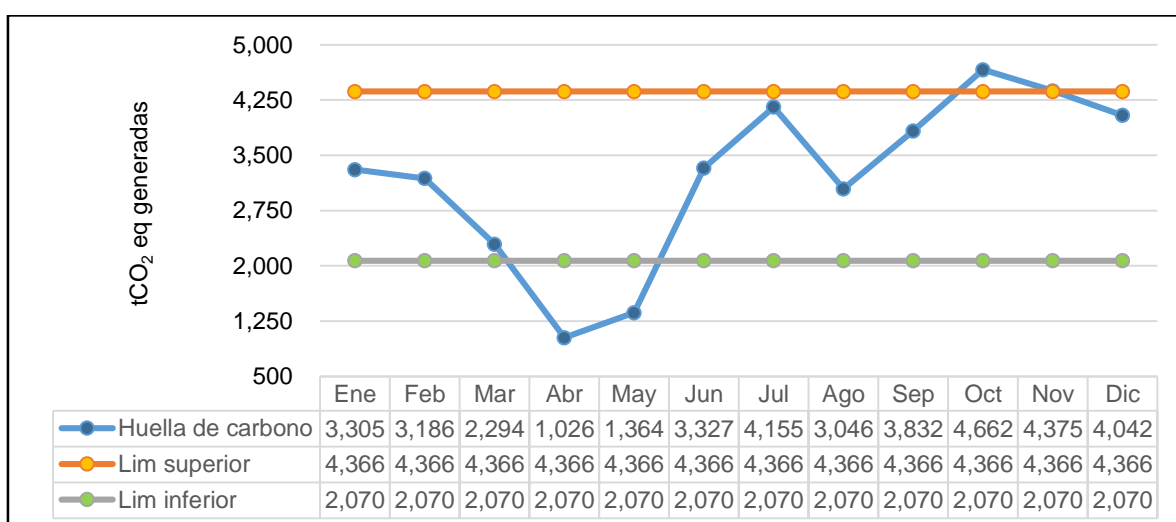
**Gráfico 5: Producción de oro por mes, Shahuindo 2020**



Fuente: Elaboración propia (2021)

En la figura 6, se puede observar la tendencia de la HdC en tCO<sub>2</sub> eq mes a mes. En donde los límites representan al promedio más la tendencia de variación (desviación estándar) y menos la tendencia de esta. En el año 2020, la generación promedio mensual fue de 3,218 tCO<sub>2</sub> eq pudiendo incrementarse o disminuir en 1,148 tCO<sub>2</sub> eq.

**Gráfico 6: Límites de la HdC en tCO<sub>2</sub> eq, Shahuindo 2020**



Fuente: Elaboración propia (2021)

La producción total de oro en la unidad fue 144,099.09 onzas con una HdC generada 38,613.73 tCO<sub>2</sub> eq en el año 2020. Es decir, por cada onza de oro producida se generó 0.27 tCO<sub>2</sub> eq.

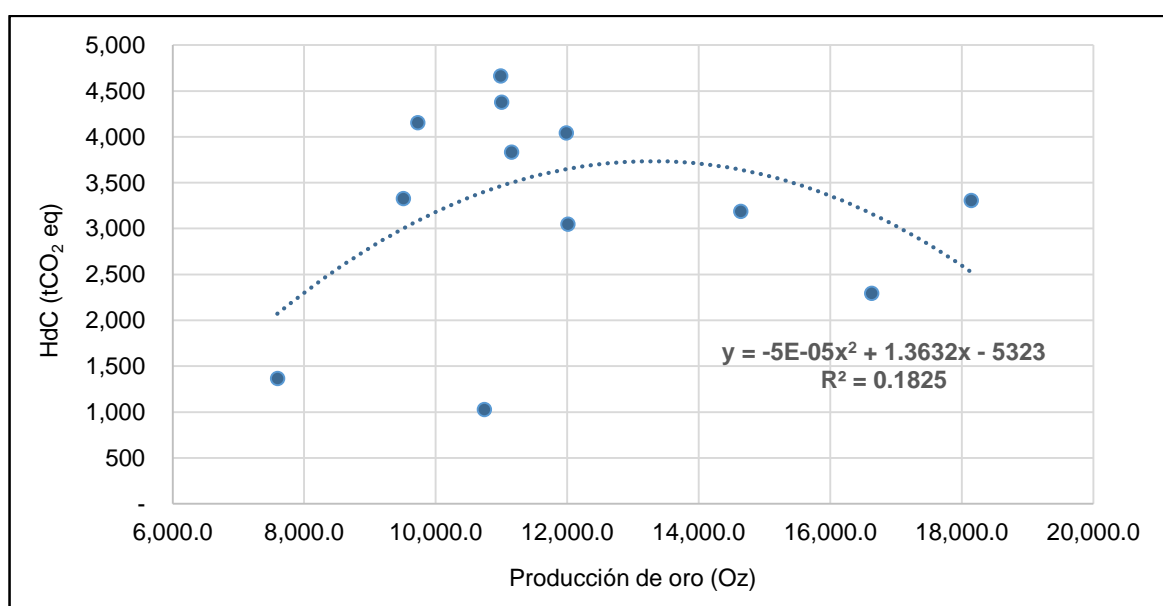
Con relación a la figura 5 y 6, en los meses de abril y mayo que disminuyó la producción de oro también disminuyó la HdC; mientras que los meses donde la producción fue mayor, se incrementó la HdC. De las variables, se puede inferir que, a mayor producción de oro, se incrementará el consumo de combustible y energía eléctrica, generando, por ende, una mayor cantidad de GEI, es decir, la HdC aumentará. La relación entre ambas variables es directamente proporcional, donde a mayor producción de oro, mayor será la HdC generada.

**Tabla 12:** Coeficiente de correlación y ecuación de regresión parabólica entre la HdC y la producción de oro

Variable	Coeficiente		Ecuación
	r	r <sup>2</sup> %	
HdC tCO <sub>2</sub> eq	0.42720019	18.25%	$y = -5E-05x^2 + 1.3632x - 5323$

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Gráfico 7:** HdC en función de la producción de oro



Fuente: Elaboración propia (2021)

El coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) oscila entre  $-1$  y  $+1$ . Un valor menor a cero indica que existe una correlación negativa, es decir, que ambas variables están asociadas en sentido inversamente proporcional, cuando el valor es mayor a uno, es todo lo contrario, y una correlación de cero, indica que no hay relación lineal entre las variables. Asimismo, entre  $0$  y  $0.10$ : correlación inexistente, entre  $0,10$  y  $0.29$ : correlación débil, entre  $0.30$  y  $0.50$ : correlación moderada y entre  $0.50$  y  $1.00$ : correlación fuerte (CIMEC, 2021, p. 1).

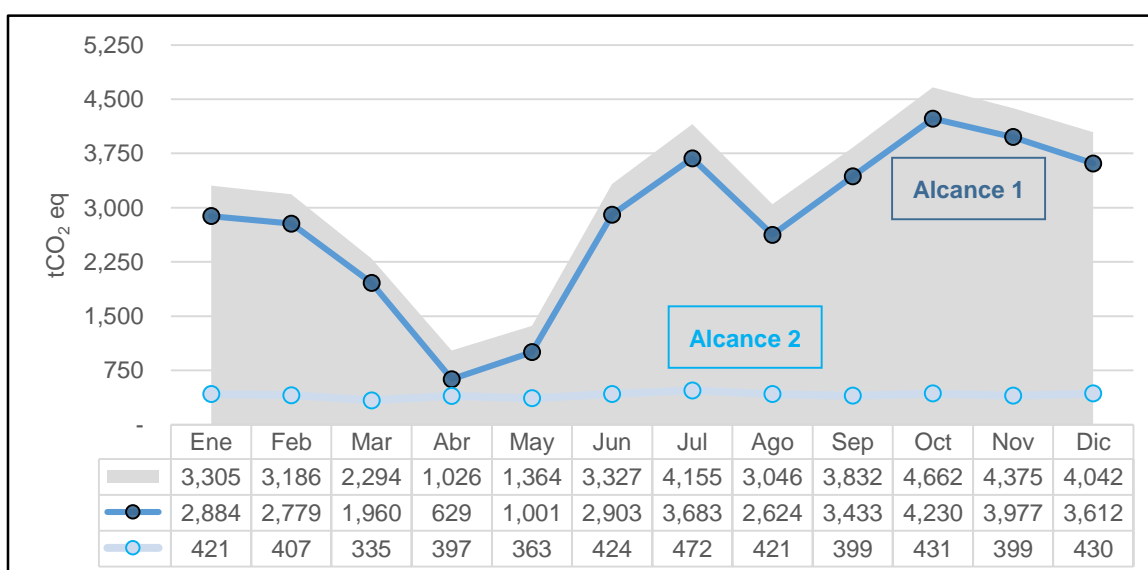
De acuerdo a la tabla 11 y figura 7 se puede reafirmar la relación directamente proporcional entre ambas variables. El coeficiente de correlación obtenido es de  $0.43$ , lo que nos indica que es una correlación moderada.

Además de conocer la cantidad de  $tCO_2$  eq que se generaron a partir de las actividades realizadas en la unidad minera durante el año 2020, el cálculo de HdC permite obtener un diagnóstico de la generación de GEI emitidas al ambiente, y con ello poder analizar las oportunidades de mejora y planes de acción con la intención de buscar un ahorro de costos y mitigar este aspecto ambiental al corto, mediano y largo plazo.

### La huella de carbono de alcance 1 y 2 se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020

En la figura 8, se observa la tendencia de la HdC por alcance.

**Gráfico 8:** Alcance 1 y 2 de la HdC por mes, Shahuindo 2020





El Alcance que contribuye más a la HdC es el Alcance 1 con 87.31%, seguido por el Alcance 2 con 12.69%. Las fuentes de emisiones de alcance 01 (emisiones directas) comprenden el consumo de combustible en vehículos ligeros, camiones y autobuses, maquinarias móviles, calderas, generadores eléctricos, cocina, otros equipos estacionarios y consumo de explosivos, mientras que el alcance 02 (emisiones indirectas) solo comprende el uso de energía eléctrica.

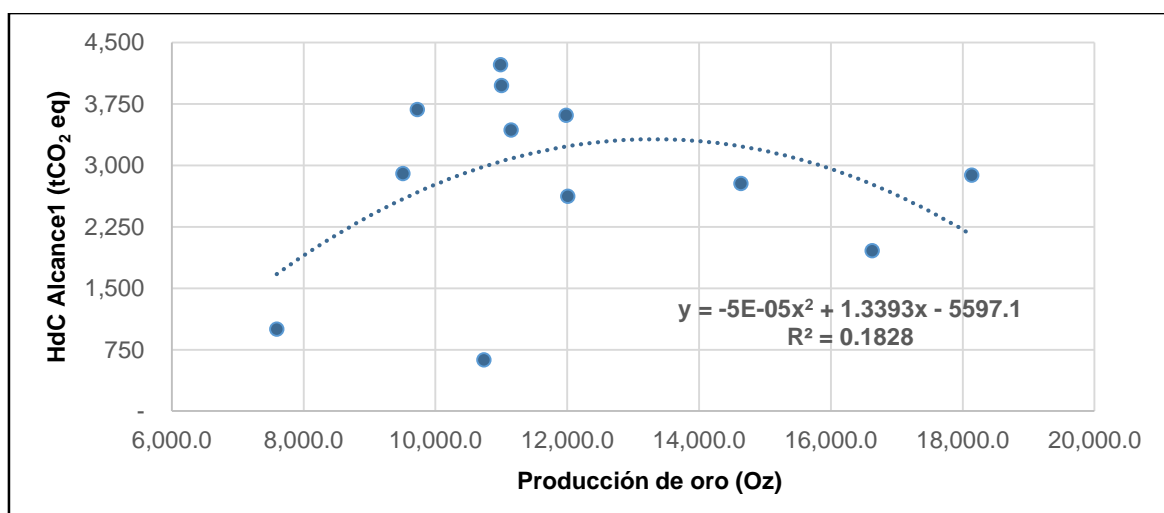
Con relación a la figura 5 y 8, la huella de carbono aumentó en los meses donde se incrementó la producción de oro. El alcance 1 tiene una relación directamente proporcional a la producción de oro, en otras palabras, a mayor cantidad de onzas producidas, mayor será el alcance 1. Por otro lado, el alcance 2 tiene una relación constante a la producción de oro, es decir, tiende a oscilar en la misma cantidad de generación de tCO<sub>2</sub> eq independientemente la producción aumente o disminuya.

**Tabla 13:** Coeficiente de correlación y ecuación de regresión parabólica entre la HdC por alcances y la producción de oro

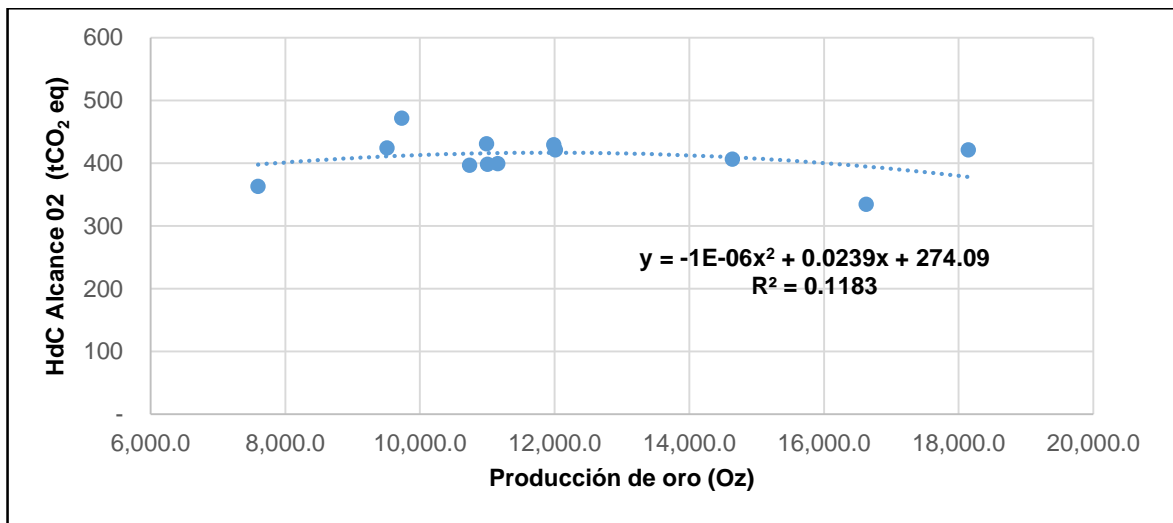
Variable	Coeficiente		Ecuación
	r	r <sup>2</sup> %	
Alcance 01	0.42755117	18.28%	$y = -5E-05x^2 + 1.3393x - 5597.1$
Alcance 02	0.34394767	11.83%	$y = -1E-06x^2 + 0.0239x + 274.09$

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Gráfico 9:** HdC de alcance 1 en función de la producción de oro



**Gráfico 10:** HdC de alcance 2 en función de la producción de oro



Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo a los resultados del análisis de regresión múltiple para la producción de oro y el alcance 1 de la HdC (tabla 13 y figura 9), se obtuvo como coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ), 0.42, es decir, existe una correlación moderada. Asimismo, para el análisis de la producción de oro y el alcance 2 (tabla 13 y figura 10), el coeficiente fue de 0.34. En este sentido, tanto el alcance 1 y 2 con la producción de oro tienen una correlación positiva moderada.

Para Cortez, Peñaloza y Pumapillo (2016, p. 102) la reducción de emisiones de GEI en transporte se basa principalmente en una serie de medidas destinadas a la eficiencia del combustible en vehículos pequeños y grandes. Una efectiva planificación de rutas ayuda a determinar las rutas más cortas y seguras, reducir las interrupciones, ahorrar combustible por viaje y por ende la reducción de emisiones de GEI. Esta actividad se refuerza con la concientización y educación ambiental, la capacitación en seguridad vial para los conductores y aplicando prácticas de gestión y mantenimiento ya que aumenta la eficiencia del motor, esto permite reducir las emisiones, permite el ahorro de combustible y aumenta la eficiencia de los equipos.

Asimismo, Cortez, Peñaloza y Pumapillo (2016, p. 104) sugieren alternativas a la eficiencia eléctrica incluyen capacitar y alentar a los empleados a usar la energía eléctrica de manera adecuada. Por ejemplo, en iluminación, cómo utilizar la luz

natural del entorno, cómo limpiar la luminaria, cómo apagar la luminaria no utilizada, desconectar el circuito de iluminación, separar los circuitos de iluminación y no se ilumine en áreas innecesarias, no encender los equipos informáticos a la fuente cuando no se requiera, monitorear el mantenimiento preventivo de los equipos consumidores de energía eléctrica que son utilizados en las actividades propias de la mina.

Determinar la HdC y separarla por sus alcances, nos permite saber la realidad de este aspecto ambiental dentro de una organización, con ello es posible generar objetivos y metas de mitigación de GEI, buscando alternativas viables y que no requieren una inversión económica importante.

### **La fuente de emisión más significativa de la huella de carbono se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020**

Luego de determinar la HdC para el año 2020, se obtuvo que las fuentes de emisión más significativas de la unidad minera Shahuindo es a partir del consumo de combustible por las máquinas móviles en un 43.35 %. Asimismo, le sigue el consumo de combustible por camiones pesados y autobuses GVW > 16t con un 29.08%, y, por último, la energía eléctrica consumida con un 12.69%. Estos 03 en conjunto representan el 85.12% del total de la HdC, y suponen una gran oportunidad para elaborar y ejecutar planes de acción de mitigación de GEI.

Los resultados de Amoako, Gordon, Sakyiy Gyimah (2018, p. 14) en la gran minería de explotación y beneficio de oro, indican que el combustible y la energía eléctrica representaron más del 96% de la HdC generada

Para Benites (2019, p. 152), de igual forma en una mina de oro a tajo abierto, las áreas de operaciones y planta, es decir, consumo de combustible y energía eléctrica, generaban el 83.76% del total de la HdC

Sin embargo, para Cortez, Peñaloza y Pumapillo (2016, p. 3) que, determinaron la HdC para una mina subterránea, ellos concluyeron que el aportante a la HdC más significativo fue en consumo de energía eléctrica, seguido del consumo de diesel. Es decir, su alcance 2 fue mayor que alcance 1.

Con estos resultados se puede inferir que, va a depender mucho el tipo de minería, el recurso a explotar y su proceso de beneficio, para poder determinar la mayor fuente de emisión y el alcance en la cuantificación de la HdC.

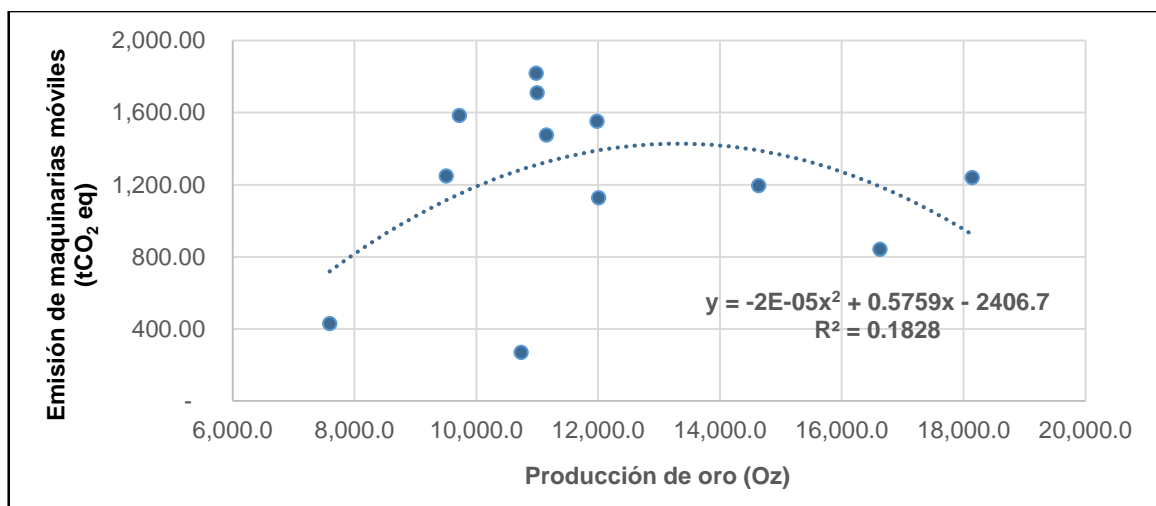
Con relación a la tabla 13 y figura 9, el alcance 1 es directamente proporcional a la producción de oro, en consecuencia, la fuente de emisión más significativa (consumo de combustible en máquinas móviles) será directamente proporcional a la producción de oro.

**Tabla 14:** Coeficiente de correlación y ecuación de regresión parabólica entre la fuente de emisión más significativa y la producción de oro

Variable	Coeficiente		Ecuación
	r	r <sup>2</sup> %	
Maquinarias móviles tCO <sub>2</sub> eq	0.42755117	18.28%	$y = -2E-05x^2 + 0.5759x - 2406.7$

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Gráfico 11:** Fuente más significativa en función a la producción de oro



Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo los resultados del análisis de regresión múltiple de tabla 13 y figura 11, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.43, lo que nos reafirma que existe una relación directa y se tiene una correlación moderada.

La unidad minera Shahuindo cuentan con diversas maquinarias móviles (excavadoras, cargadores frontales, retroexcavadoras, motoniveladoras, rodillos, cisternas y perforadoras), vehículos livianos (camionetas rurales y combis), camiones pesados y autobuses (camiones tractos, volquetes, camión grúa, camionetas, buses y camabajas) para el proceso de carguío y acarreo de mineral, construcción y trabajos auxiliares, los cuales generan emisiones de GEI por el consumo de diesel. Benites (2019, p. 125) propone el uso de algunas acciones para disminuir el consumo de combustibles en equipos pesados. Menciona entre ellas, dejar el motor en mínimo durante tiempos de espera o pausas, detener el motor tanto como sea posible, reducir la velocidad del motor, utilizar el modo ECO, traslado a bajas velocidades, manejar a velocidad constante, no acelerar y mantener una velocidad constante. De su investigación, implementando las recomendaciones pudo obtener una reducción de 1,830 litros de diesel en las excavadoras, 22,676 litros de diesel en los cargadores, y una reducción de 27,733 litros de diesel en los volquetes. Finalmente, la reducción de la HdC correspondiente a la implementación de estas acciones fue de 131 tCO<sub>2</sub>eq, que equivale al 0.50 % del total de la HdC en la unidad minera.

Durante el proceso de recopilación de información se pudo observar que, aun cuenta con la tecnología de iluminación ahorrativa, por lo que se sugiere hacer el cambio a tecnología LED o solar, las cuales, con el paso de los años a la actualidad, ya tienen costos más económicos y competitivos con una recuperación rápida de la inversión. Asimismo, producto de la construcción de la operación, se identificó componentes que aún funcionan con grupos electrógenos, por lo que se sugiere implementar proyectos de electrificación al SEIN. Con referencia la energía eléctrica en el proceso de re-bombeo, que consume el 70% de energía eléctrica, quizá se pueda plantear un proyecto tecnológico de eficiencia energética. Todas estas recomendaciones, con capacitación y concientización, acompañadas de un análisis de costo-beneficio permitirán reducir la HdC de Shahuindo en los próximos años, y podrán ser objeto de investigación para próximos estudios.

Es importante menciona que, aún el tema sigue siendo relativamente nuevo y no se tiene mucha información del sector minero e industria, por lo que no se puede realizar una discusión a mayor detalle.

## VI. CONCLUSIONES

- La HdC generada durante el año 2020 en la unidad minera de oro a tajo abierto, Shahuindo, fue de 38,613.73 tCO<sub>2</sub> eq, siendo el CO<sub>2</sub> el gas de efecto invernadero en mayor porcentaje con un 99.982%, seguido del CH<sub>4</sub> con un 0.014% y, por último, el N<sub>2</sub>O con un 0.004%.
- La relación de la huella de carbono y la producción de oro en la mina Shahuindo, Cajamarca, 2020, es directamente proporcional y poseen una correlación moderada.
- La relación entre la huella de carbono de alcance 1 y la producción de oro en la mina Shahuindo, Cajamarca, 2020, es directamente proporcional, con una correlación moderada, mientras que con el alcance 2, tiene una relación casi constante, y también posee una correlación moderada.
- El alcance que más contribuye a la huella de carbono de Shahuindo, Cajamarca, 2020, es el alcance 1 con una participación de 33,713.21 tCO<sub>2</sub> eq (87.31%), seguido del alcance 2 con una participación de 4,900.51 tCO<sub>2</sub> eq (12.69%).
- La fuente de emisión más significativa de la huella de carbono en la producción de oro de Shahuindo, Cajamarca, 2020, es el consumo de combustible en maquinarias móviles, con una participación de 16,739.64 tCO<sub>2</sub> eq (43.35%), la cual posee una relación directamente proporcional a la producción de oro y poseen una correlación moderada.
- Las fuentes de emisión más significativas, seguidas del consumo de combustible en maquinarias móviles son: el combustible por camiones pesados y autobuses GVW > 16t con un 29.08%, y, por último, la energía eléctrica consumida con un 12.69%. Estos 03 en conjunto representan el 85.12% del total de la HdC, y suponen una gran oportunidad para elaborar y ejecutar planes de acción de mitigación de GEI.
- Finalmente, se propone planes de acción para optimizar el consumo de combustible y energía eléctrica mediante algunas alternativas como iluminación de interior y exterior LED y/o solar, optimización de consumo de combustible, proyectos de electrificación, eficiencia energética, capacitación

y concientización al personal en buenas prácticas de uso de la energía y cambio climático.

## VII. RECOMENDACIONES

- El presente estudio forma parte de una iniciativa que sirve a la unidad minera Shahuindo, el análisis de los resultados (diagnóstico) y a partir de ello, a elaborar objetivos y metas para potenciar el desempeño en sus procesos y actividades con el fin de reducir la HdC en próximos años.
- Continuar cuantificando la HdC año a año con la intención de enriquecer el conocimiento y continuar los análisis de tendencia.
- Debido a que las fuentes de emisión más significativas son: el consumo de combustible en maquinarias móviles, en camiones pesados y autobuses GVW > 16t, y uso de energía eléctrica, se recomienda un seguimiento constante en el consumo de estos insumos.
- Se incentiva a otras unidades mineras a realizar el cálculo de sus HdC respectivas para enriquecer la data a nivel nacional del sector minero, y poder realizar un mayor estudio de tendencias.
- Para futuras investigaciones se recomienda abarcar el alcance 3 dentro de la cuantificación de la HdC.
- Planificar y ejecutar proyectos bajo una evaluación costo-beneficio que permitan reducir y/o neutralizar la HdC en los próximos años.



## REFERENCIAS

1. Amoako, Gordon, Sakyiy Gyimah (2018). Huella de carbono de la industria minera de oro a gran escala de Ghana. Obtenido de: <https://www.ajol.info/index.php/wajae/article/view/182523>
2. Angel (2016). Huella Hídrica y de Carbono en la minería y producción de Cu, Mg y Zn. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/profile/Arvind\\_Singh56/post/Anyone\\_here\\_has\\_a\\_list\\_of\\_references\\_for\\_Water\\_Footprint\\_in\\_Mining/attachment/59d6598479197b80779aefc2/AS%3A542797452722177%401506424405414/download/NGEK01.Hanna.Angel.refs.included.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Arvind_Singh56/post/Anyone_here_has_a_list_of_references_for_Water_Footprint_in_Mining/attachment/59d6598479197b80779aefc2/AS%3A542797452722177%401506424405414/download/NGEK01.Hanna.Angel.refs.included.pdf)
3. Ateng (2020). Evaluación de la cultura de gestión energética de la cultura global de empresas mineras líderes: Reducir las emisiones de carbono en un mundo de crecientes preocupaciones sobre el cambio climático. Obtenido de: [https://digitalcommons.mtech.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1240&context=grad\\_rsch](https://digitalcommons.mtech.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1240&context=grad_rsch)
4. Benites, J. (2019). Determinación de la huella de carbono de una unidad minera de oro a tajo abierto. Obtenido de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4041/benites-colan-jose-carlos-antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Calle y Guzmán (2001). Cálculo de la HC del Ecolodge Uculmano Ubicado en el Sector de La Suiza, Distrito de Chontabamba, Provincia de Oxapampa, Región Pasco. Obtenido de: <https://ulcumanoecolodge.files.wordpress.com/2011/10/ulcumano-ecolodge-carbo-footprint-by-calle-guzman.pdf>
6. Cárdenas, D. (2017). Cálculo de Huella de Carbono del Archivo Central Hochschild Mining sede Lima 2016 a través del Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Obtenido de: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7080/Cardenas\\_bd.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7080/Cardenas_bd.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
7. Cerna (2016). Medida de la Huella de Carbono en la Perforación de un Pozo de Gas Natural en la Selva Peruana. Obtenido de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2669/T01-C4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

8. Chacón, Pinzón Vargasa, Ortegón y Rojas (2016). Alcance y gestión de la huella de carbono como elemento dinamizador del branding por parte de empresas que implementan estas prácticas ambientales en Colombia. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v32n140/v32n140a10.pdf>
9. Chavez (2007). Introducción a la Investigación Educativa (Tercera ed.). Obtenido de: <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=4556>
10. CIMEC (2021). ¿Qué es el coeficiente de correlación de Pearson?. Obtenido de: <https://www.cimec.es/coeficiente-correlacion-pearson/>
11. Cilloniz y Guardia (2014). Comparación entre la HC Generada Durante el Ciclo de Vida de la Bosta y del GLP como Combustibles en Cocinas de Viviendas Rurales del Centro Poblado Puncuni, en Puno. Obtenido de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1873>
12. Cortez, E.; Peñaloza, P.; Pumapillo, S. (2016). Gestión de emisiones de gases de efecto invernadero en explotaciones mineras subterráneas en el Perú. Obtenido de: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624100/cortez\\_le.pdf?sequence=10&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624100/cortez_le.pdf?sequence=10&isAllowed=y)
13. Dilhani (2016). Estudio eficiencia energética y emisiones de dióxido de carbono en diferentes escalas de las operaciones mineras de mineral de hierro en Australia Occidental. Obtenido de: <https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2938&context=theses>
14. Fernández (2015) Investigación la comunicación de la huella de carbono como herramienta ante el cambio climático. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/1995/199536848033.pdf>
15. Ferraro, Gareis y Zulaica (2013). Aportes para la estimación de la huella de carbono en los grandes asentamientos urbanos de Argentina. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v22n2/v22n2a06.pdf>
16. Gonzales, Loayza, More, Simeon (2019). Propuesta de utilización del Gas Natural Licuefactado en los camiones mineros – Evaluación de beneficios. Obtenido de:

- [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1737/2019\\_MAGE\\_17-1\\_01\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1737/2019_MAGE_17-1_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
17. Herrera (2020). Estudio de caso de la unidad minera Cerro Corona de Gold Fields la Cima S.A. determinando factores críticos de éxito para la gestión ambiental. Obtenido de:  
<https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/2071>
  18. Hernández (2017). Metodología de la investigación- el proceso de investigación cuantitativa. Obtenido de:  
<http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>
  19. IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Obtenido de:  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)
  20. Jerí y Velásquez (2016). Cálculo de la Huella de Carbono en una Empresa de Fabricación e Instalación de Pisos de Madera. Obtenido de:  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2859/T01-J4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  21. Kumar (2019). Evaluación de las opciones de reducción de gases de efecto invernadero para los sectores de la minería de hierro, oro y potasa. Obtenido de:  
[https://era.library.ualberta.ca/items/94af642f-b70b-4fbb-af36-5be47b870288/view/fd211268-7381-4120-af73-c33a6d8038a4/Katta\\_Anil\\_K\\_201907\\_MSc.pdf](https://era.library.ualberta.ca/items/94af642f-b70b-4fbb-af36-5be47b870288/view/fd211268-7381-4120-af73-c33a6d8038a4/Katta_Anil_K_201907_MSc.pdf)
  22. Loayza (2020). Cambio climático: la huella de carbono como herramienta de medición de gases de efecto invernadero. Obtenido de:  
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1420/TB-Loayza%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  23. López (2004). Población muestra y muestreo. Obtenido de:  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=isoISSN 1815-0276](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=isoISSN%201815-0276)
  24. Mera (2020) Estimación y propuesta de mitigación de la huella de carbono de la producción de óxido de calcio en la empresa P'huyu Yuraq II. Obtenido de:

- <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24000/Mera%20Garc%20c3%ada%2c%20Cleydi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Ministerio de Energía y minas Colombia (2015). Glosario técnico minero. Obtenido de: <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96>
  26. MINEM (2019), MINEM: Casi el 10% del PBI y el 61% de las exportaciones del 2018 fueron producto de la minería, Obtenido de: [http://www.minem.gob.pe/\\_detallenoticia.php?idSector=23&idTitular=9171](http://www.minem.gob.pe/_detallenoticia.php?idSector=23&idTitular=9171)
  27. MINEM (2021). Producción minera anual 2011-2020. Obtenido de: [http://www.minem.gob.pe/\\_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=12501](http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=12501)
  28. Molina y Mousalli-kayat (2015). Bases de la Investigación Científica. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/profile/Gloria\\_Mousalli/publication/321034417\\_Bases\\_de\\_la\\_Investigacion\\_Cientifica/links/5a0995b9a6fdcc8b5476ef2e/Bases-de-la-Investigacion-Cientifica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gloria_Mousalli/publication/321034417_Bases_de_la_Investigacion_Cientifica/links/5a0995b9a6fdcc8b5476ef2e/Bases-de-la-Investigacion-Cientifica.pdf)
  29. Naciones Unidas (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Obtenido de: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
  30. Naciones Unidas (2015). Acuerdo de París. Obtenido de: [https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/spanish_paris_agreement.pdf)
  31. OSINERGMIN (2013). *Balance de Energía Nacional 2012*. Obtenido de: <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/GFH/Balance%20de%20Energia%20en%20el%20Peru%202012.pdf>
  32. Pinto y Rodríguez (2020). Generación de una plataforma digital con base ecoinformática para la estimación de huella de carbono y huella hídrica y propuesta para su reducción. Obtenido de: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10284>
  33. Ponce y Rodríguez (2016). Determinación de la HC del Country Club El Bosque – Sede Chosica. Obtenido de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2584/T01-P655-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

34. Porter M. & Reinhardt F. (2007). *Manual General de Minería y Metalurgia*.  
Obtenido de:  
[https://www.academia.edu/9428635/MANUAL\\_GENERAL\\_DE\\_MINERIA\\_Y\\_METALURGIA](https://www.academia.edu/9428635/MANUAL_GENERAL_DE_MINERIA_Y_METALURGIA)
35. Rodríguez, Belfort y Maris (2014). Gestión ambiental empresarial: cálculo de la huella de carbono en la industria vitivinícola. Obtenido de:  
<https://biblat.unam.mx/hevila/Gestionyambiente/2014/vol17/no1/10.pdf>
36. Saavedra (2017). Cálculo de la Huella de Carbono de EDEGEL S.A.A. en el año 2014, según metodología de la ISO 14064-1. Obtenido de:  
<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3161>
37. Seif (2016). Evaluación de confiabilidad y modelado energético para equipos de minería de superficie de arenas petrolíferas de Alberta. Obtenido de:  
<https://era.library.ualberta.ca/items/55391bf9-d00b-47e0-87c4-904ff9110d51>
38. Tapia (2017). Engineering research methods. Obtenido de UD45617SEL54477.
39. Tibrewal (2016) Aplicación de la huella de carbono en la industria minera.  
Obtenido de:  
[http://ethesis.nitrkl.ac.in/8255/1/2016\\_MT\\_711MN1094\\_Application\\_of\\_carbon.pdf](http://ethesis.nitrkl.ac.in/8255/1/2016_MT_711MN1094_Application_of_carbon.pdf)
40. Valderrama, Espíndola y Quezada (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. Obtenido de:  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v4n3/art02.pdf>
41. Viteri (2015). Desarrollo de la Huella de Carbono Corporativa como Indicador Ambiental en la Empresa Novacero S.A. Planta Lasso. Obtenido de:  
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/2508>
42. World Resources Institute (2015). Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Obtenido de:  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)

# ANEXOS

## Anexo 1: Declaratoria de autenticidad de autor




### Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, INGA CANALES RAYMUNDO, estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada: "LA HUELLA DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE ORO, MINA SHAHUINDO, CAJAMARCA, 2020", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 19 de setiembre de 2021

Apellidos y Nombres: INGA CANALES RAYMUNDO	
DNI: 73520191	Firma 
ORCID: 0000-0002-5087-7607	

## Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor




### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MILTON CÉSAR TÚLLUME CHAVESTA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LIMA ESTE, asesor de la Tesis titulada: "LA HUELLA DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE ORO, MINA SHAHUINDO, CAJAMARCA, 2020", del autor RAYMUNDO INGA CANALES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 19 de setiembre de 2021

Apellidos y Nombres: TÚLLUME CHAVESTA, MILTON CÉSAR	
DNI: 07482588	Firma 
ORCID: 0000-0002-0432-2459	

**Anexo 3: Matriz de consistencia**

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones
¿Cómo se relaciona la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020?	Determinar la relación de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020	La huella de carbono se relaciona significativamente con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020	Variable Independiente: Producción de onzas de oro	Producción de Oro
¿De qué manera se relaciona la huella de carbono de alcance 1 y 2 con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020?	Identificar la relación de la huella de carbono de alcance 1 y 2 con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020	La huella de carbono de alcance 01 y 02 se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020	Variable Dependiente:	Alcance 1 (Emisiones directas)
¿Cuál es la relación de la fuente de emisión más significativa de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020?	Establecer la relación de la fuente de emisión más significativa de la huella de carbono con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020.	La fuente de emisión más significativa de la huella de carbono se relaciona con la producción de oro, mina Shahuindo, Cajamarca, 2020	La huella de carbono	Alcance 2 (Emisiones indirectas)

Fuente: Elaboración propia (2021)



#### Anexo 4: Conceptos y definiciones

El cambio climático es el calentamiento del planeta producto del incremento en las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) generadas a consecuencia del desarrollo de las actividades económicas, en especial las procedentes del consumo de combustibles fósiles (Rodríguez, 2015, p. 11). Los GEI considerados por el protocolo de Kyoto son los seis gases a los que se les atribuye la mayor responsabilidad por el incremento de la temperatura global y de los disturbios en los patrones del clima. No obstante, se hace hincapié en los gases más frecuentes en la naturaleza los cuales son el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoro de Azufre (Protocolo de Kyoto, 1998, p.23)

**Tabla 15:** Principales gases de efecto invernadero

Gas de Efecto Invernadero (GEI)	Actividad que lo genera
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Emitido principalmente por la quema de combustible fósil (petróleo, gas natural y carbón), residuos sólidos, árboles y productos madereros, cambios en el uso de la tierra, deforestación y degradación del suelo.
Metano (CH <sub>4</sub> )	Emitido durante la producción y transporte del carbón, gas natural y petróleo. Las emisiones de metano también resultan por prácticas de ganadería y agricultura.
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	Emitido durante actividades industriales y agrícolas, así como también por la combustión de combustibles fósiles y residuos sólidos.
Los Hidrofluorocarbonos (HFC)	Este gas se emite en algunos procesos industriales y se le usa con frecuencia en refrigeración y equipos de aire acondicionado.

Los Perfluorocarbonos (PFC)	Gases desarrollados e introducidos como una alternativa para reemplazar a algunos gases que destruían la capa de ozono, son emitidos en una variedad de procesos industriales.
El Hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> )	Gas emitido durante la producción de magnesio y es utilizado habitualmente como aislante en los sistemas de electricidad de alta tensión, como equipos de transformación, subestaciones y torres eléctricas.

Fuente: Benites (2019)

Las emisiones de GEI se definen en 3 alcances:

Alcance 1, emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa (Protocolo de GEI, 2015, p. 33).

Alcance 2, emisiones indirectas de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa (Protocolo de GEI, 2015, p. 33).

Alcance 3, categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. (Protocolo de GEI, 2015, p. 33).

Dentro del campo ambiental es necesario determinar la sostenibilidad mediante indicadores que permitan el control y evaluación del medio ambiente, así como la calidad de vida (Viteri, 2015, p. 173).

En la tabla 2 se muestran los indicadores ambientales de sostenibilidad usados para determinar el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente.

**Tabla 16:** Indicadores ambientales de sostenibilidad

Indicador Ambiental	Principio	Unidades de Medida	Resultado
Huella Ecológica	Transforma tanto los consumos de recursos y energía a hectáreas de terreno productivo como: cultivos, pastos, bosques, entre otros	Ha/año	Se detalla el impacto preciso sobre el ambiente
Huella Hídrica	Volumen total de agua consumida para la producción de bienes y servicios de individuos, empresas o países.	m <sup>3</sup> /kg, m <sup>3</sup> /año	La información es complementaria a los indicadores que son usados en el sector productivo
Huella de Carbono	Cuantificación de los Gases de Efecto Invernadero que son emitidos principalmente por la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, transporte, entre otros procesos.	tCO <sub>2</sub> eq/año	Determinar la incidencia en el cambio climático por las actividades que se desarrollen en la organización o por el ciclo de vida de un producto, servicio o evento.

*Fuente: Benites (2019, p.46)*

Se han desarrollado diversos indicadores para analizar distintos aspectos como; cambio climático, escasez de recursos, consumo energético, calidad de agua y aire, entre otros. Su aplicación dependerá de la organización y los objetivos específicos que se hayan trazado cumplir (Viteri, 2015, p. 173).

El concepto de Huella de Carbono (HdC) surge del concepto de Huella Ecológica (HE) y es definida como la superficie necesaria para asimilar el dióxido de carbono emitido por las actividades humanas a la atmosfera (Ferraro, 2013, p. 87 – 106), constituyendo una de las partes del cálculo de la misma.

El último informe del Fondo Mundial para la Naturaleza, reconoce al carbono como el componente dominante de la humanidad de la HE desde hace más de medio siglo, pasando del 36 por ciento en 1961 al 53 por ciento en 2010, con una proporción que va aumentando (Fernández-Reyes, 2015, p. 89).

La HdC es un indicador que mide la cantidad de GEI, expresados en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, asociados a las actividades de una empresa, entidad, evento, producto, servicio o persona individual (Ponce y Rodríguez, 2016, p. 73).

La HdC se calcula elaborando un inventario de emisiones que resulta en un registro de la fuente y la proporción de todos los GEI generados durante un periodo de tiempo específico (Calle y Guzmán, 2001, p. 52). La HdC se debe incluir en todas las emisiones de GEI que se pueden asociar directa e indirectamente con una actividad, proceso o elaboración de productos y servicios (Valderrama, Espíndola y Quezada, 2011, p. 3-12).

Cuantificar la cantidad de toneladas de dióxido de carbono equivalente CO<sub>2</sub>eq aportado por las actividades humanas, es de gran importancia, debido a que las organizaciones pueden definir mejores medidas de reducción de GEI más eficientes y/o buscar neutralizar su huella mediante actividades de captura de carbono (Cerna, 2016, p. 57).

La HdC es el total de GEI causados directamente o indirectamente. Las huellas suelen expresarse en kg o en tCO<sub>2</sub>e (equivalente de dióxido de carbono).

$$tCO_2e = a \times b$$

Dónde:

- son las toneladas de gas emitidas,
- el PCG del gas

El PCG de un gas es su efecto para el calentamiento global en relación a una unidad equivalente de dióxido de carbono durante un plazo de tiempo determinado, normalmente 100 años.

El CO<sub>2</sub> es el GEI que influye en mayor medida al calentamiento del planeta, y es por ello por lo que las emisiones de GEI se miden en función de este gas.

El dióxido de carbono equivalente es una unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los seis gases efecto invernadero, expresado en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono (Protocolo de GEI, 2015, p. 116).

## Anexo 5: Entrevistas

### Entrevista N° 01

Área: Logística

Responsable: Gustavo Monge

Cargo: Jefe de Logística

Lugar: Almacén Central

Fecha: 15/06/2021

#### Preguntas

1. ¿Qué tipo de combustible se utiliza en la unidad minera Shahuindo?

Se utiliza el diesel D2B5 para los vehículos, camiones, maquinaria y equipos estacionarios. En el caso del comedor, para la preparación de alimentos se utiliza el GLP.

2. ¿Cómo se abastece de estos combustibles la unidad minera?

Para el caso de diesel, este es abastecido por las cisternas de la empresa REPSOL, y en el caso del GLP es abastecido por el proveedor local adjudicado, para el año 2020, fue CAXAGAS.

3. Con referencia al diesel, ¿cómo es la intervención de la empresa REPSOL?

Se tiene una modalidad contractual de consignación. Es decir, todo el diesel abastecido por REPSOL dentro de la unidad minera, es comprado automáticamente por Shahuindo.

4. ¿Cómo es el proceso de recarga del combustible diesel?

En el caso de los vehículos ligeros, tipo camioneta, estos son recargados en el Grifo el cual es administrado por la empresa REPSOL, previo vale manual autorizado por el área sponsor de Shahuindo. Por otro lado, para el caso de los camiones, maquinaria, equipos estacionarios y otros operativos que no pueden llegar al grifo para ser abastecidos, contamos con cisternas de combustible, que están en contacto con los operadores,

para que estos puedan ser recargados oportunamente, previo vale manual autorizado por el área sponsor de Shahuindo.

5. Una vez recargado el vehículo, maquinaria, equipo u otro ¿Cómo llevan el control a tiempo real y exacto del combustible abastecido?

La empresa REPSOL, centraliza la data de consumo de manera diaria y está es reportada a mi área para revisión y seguimiento. Posterior a ello, las áreas usuarias de Shahuindo, son reportadas de su consumo semanal de combustible y generan vales electrónicos en el sistema ORACLE, en donde este consumo es valorizado en sus centros de costo.

6. ¿Con qué información de sustento cuentan para demostrar la exactitud de la data reportada de combustible?

Para el caso de todos nuestros surtidores, tanto en el grifo, como en nuestras cisternas, estos pasan por una calibración anual por una empresa avalada por INACAL para dichos ensayos.

Con referencia a los sustentos de cantidades tenemos:

- Matriz excel generada por el equipo de REPSOL de manera diaria, donde se encuentra el consumo por tipo y código de unidad abastecida
- Registro sistematizado a tiempo real de nuestra plataforma ORACLE.
- Liquidación de combustible semanal por REPSOL

  
Gustavo Mionge Johnson  
Jefe de Logística  
SHAHUINDO

## Entrevista N° 02

Área: Mantenimiento y Energía

Responsable: Javier Oliart

Cargo: Jefe de Mantenimiento Planta

Lugar: Oficinas Administrativas Shahuindo

Fecha: 15/06/2021

### Preguntas

1. ¿Cómo se abastece de energía eléctrica a la unidad minera Shahuindo?

Shahuindo cuenta con un contrato de abastecimiento de energía eléctrica por ENEL GENERACION PERÚ. Esta energía es abastecida del SEIN hasta nuestra Subestación Eléctrica Pampa Honda. La energía del SEIN, la cual es distribuida en alta tensión mediante la red del sistema interconectado nacional, llega en 220kv a nuestra sub estación Pampa Honda, en donde es transformada a media tensión, 22.9 kv, la misma que ingresa a nuestra red interna esta es transformada a baja tensión 440v o. Dentro de la operación contamos con 07 subestaciones eléctricas y, para las zonas alejadas donde no llega nuestro sistema eléctrico producto de la exploración y construcción, utilizamos grupos electrógenos.

2. ¿Cómo se cuantifica la energía eléctrica utilizada?

Esta se cuantifica en barra de alta (220kv) en la subestación Pampa Honda.

3. ¿Cuál es el proceso que más demanda energética utiliza?

Es el proceso de bombeo de la solución pregnant, solución rica en oro, de la PLS N° 2, hacia la Plantar ADR. Aproximadamente representa un 74 % del total de energía eléctrica empleada en la operación.

4. ¿Cuentan con Objetivos y Metas de Eficiencia Energética?



En efecto, todos los años en base a la data histórica y el análisis del equipo de Energía y Mantenimiento, proponemos y ejecutamos proyectos de eficiencia energética, que permitan reducir los costos operativos en el tiempo. Es decir, volver el proyecto sostenible.

5. Las infraestructuras eléctricas utilizan SF6

No, ninguna de nuestras subestaciones se utiliza el SF6. Por su alto impacto al medio ambiente.

6. ¿Con qué información de sustento cuentan para demostrar la exactitud de la data reportada de energía eléctrica?

Bueno, contamos con nuestros reportes de consumo energético de nuestras subestaciones eléctrica. Sin embargo, creo que el aval más exacto, son nuestros recibos de facturación energética por ENEL GENERATION PERÚ, en donde aplican también el adicional de las perdidas por distribución eléctrica.



Handwritten signature: *[Signature]*  
Official stamp: **Departamento de Energía y Mantenimiento**  
Distrito de San Juan  
Calle 100 N. No. 1000  
Lima, Perú

### Entrevista N° 03

Área: Perforación y Voladura

Responsable: Claver Castillo

Cargo: Jefe de Perforación y Voladura (E)

Lugar: Oficinas Administrativas Shahuindo

Fecha: 16/06/2021

#### Preguntas

1. ¿Qué tipo de voladura emplean en la unidad minera Shahuindo?

Actualmente se realiza voladuras con detonadores electrónicos con emulsión gasificada, no usamos ANFO.

2. ¿Cómo se realiza el proceso de Voladura?

El proceso de Perforación y Voladura, va a depender mucho del Plan de Minado de la Operación, dependiendo la necesidad operativa se va planificando estos procesos en las diferentes fases del Tajo Chalarina, Para esta actividad, que es considerada de Alto Riesgo, tenemos el apoyo técnico de la empresa EXSA. Todos los procesos de Voladura son realizados en horario diurno y por la general durante el mediodía. Asimismo, estos procesos son comunicados a todo el personal de Shahuindo un día antes por medio electrónico, y el mismo día por medio radial, para que prevean sus actividades. El proceso comienza con la reunión de inicio en el mirador del Tajo Chalarina, en donde se explica a todo los implicados (Mantenimiento Mina, Protección Interna, Gestión Ambiental, Gestión Social, Planeamiento, Geología, Proyectos, Operaciones Mina y eventualmente otros) la ubicación, cantidad de taladros, así como los radios de seguridad del proceso. Posterior a ello, los vigías de voladura, se ubican dependiendo la ubicación, en zonas estratégicas para asegurar la seguridad del proceso. Una vez cerradas las áreas y accesos, garantizando la seguridad de las personas y bienes, se procede a dar inicio de la voladura la cual lo hace EXSA. Por último, una vez terminada la

detonación, el personal de EXSA se acerca para verificar el éxito del proceso y confirmar la liberación de las áreas por los vigías.

3. ¿Qué explosivos y accesorios de voladura utilizan?

Actualmente se utiliza Booster, Detonator Electrónico, Conectores Unidireccionales, Línea Silenciosa, Emulsión Gasificada SLURREX G, Emulsión Encartuchada, Conectores Unidireccionales,

4. ¿No utilizan ANFO o Dinamita?

Actualmente no utilizamos ninguno de estos explosivos.

5. ¿Con qué información de sustento cuentan para demostrar la exactitud de la data reportada?

Contamos con un registro diario de nuestro uso de explosivos y accesorios de voladura, el cual está alineando a lineamiento auditables, por lo mismo de que son tipo bienes fiscalizados. Asimismo, el área Logística, cuenta con los reportes de declaración mensual de explosivos a la SUCAMEC los cuales tienen carácter de Declaración Jurada.

6. ¿Cómo aseguran un pesaje exacto de los insumos que utilizan?

El camión fábrica, cuentan con una balanza calibrada por empresas avaladas por INACAL, de esa forma aseguramos el pesaje correcto.



CASTILLO ACOSTA CLAY  
V. B.  
O. ROSINA  
OFICINA DE ASesoría TÉCNICA  
16-06-21

## Entrevista N° 04

Área: Gestión Ambiental

Responsable: Hernán Bautista

Cargo: Coordinador de Gestión Ambiental

Lugar: Oficina Administrativas Shahuindo

Fecha: 16/06/2021

### Preguntas

1. ¿Cómo se realiza la Gestión de los Residuos Sólidos en la unidad minera Shahuindo?

Contamos con una EO-RS quienes se encargan de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, su alcance va desde el recojo interno, limpieza baños químicos y lavamanos, succión de trampas de grasa, administración de nuestra Zona de Almacenamiento de Residuos (ZAR) y las evacuaciones externas al Relleno Sanitario, de Seguridad y Planta de Tratamiento.

2. ¿Cómo les fue en este nuevo escenario de la pandemia por la COVID-19, en la gestión de los residuos?

Definitivamente aumento la generación de los residuos, principalmente los no aprovechables, como los orgánicos, puesto que el personal local, comenzó a pernoctar toda su guardia en la operación, entre otras cosas.

3. ¿Cuentan con relleno sanitario?

No contamos con relleno sanitario, nuestros residuos no peligrosos son dispuestos en el relleno de Innova en Trujillo.

4. Y con referencias a los residuos orgánicos, ¿Cómo es su tratamiento?

Por el momento, estos residuos, también son llevados al relleno sanitario de Innova en Trujillo.

5. Ósea, ¿no realizan proceso de compostaje?

No, está en planes de este año poder implementar nuestras Compostera, para generar un segundo uso a este bien y pueda ayudarnos con nuestros planes de remediación.

6. ¿Con qué documentación de sustentos cuentan que avalen ello?

Bueno tenemos nuestro reporte de la Declaración Anual de Residuos comunicado a través del SIGERSOL y también un comunicado a nuestra entidad de fiscalización, OEFA.

Hernan Bautista Vargas  
Coordinador de Gestión Ambiental  
RAH AMERICANA  
SILVER  
MBA SHAWUNDO



**Anexo 6:** Panel fotográfico

**Fotografía 1:** Operación el tajo Chalarina



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 2:** Tanques GLP para cocina



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 3:** Grifo Shahuindo



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 4:** Cisterna para recarga de combustible en operación



Fuente: Elaboración propia (2021)



**Fotografía 5:** Stripping de suelo orgánico



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 6:** Proceso de perforación



Fuente: Elaboración propia (2021)



**Fotografía 7:** Polvorín (silos) Shahuindo



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 8:** Polvorín (almacén de explosivos) Shahuindo



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 9:** Carguío de explosivos



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 10:** Reunión de proceso de voladura



Fuente: Elaboración propia (2021)



**Fotografía 11:** Proceso de carguío de mineral



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 12:** Proceso de acarreo de mineral



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 13:** Cisterna de agua para control de polvo



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 14:** Luminarias a diesel



Fuente: Elaboración propia (2021)



**Fotografía 15:** Depósito de Material Estéril Sur



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 16:** Pad de Lixiviación N° 2



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 17:** Subestación Pampa Honda (LT 220 kv)



Fuente: Elaboración propia (2021)

**Fotografía 18:** Subestación Shahuindo (LT 22.9 kv)

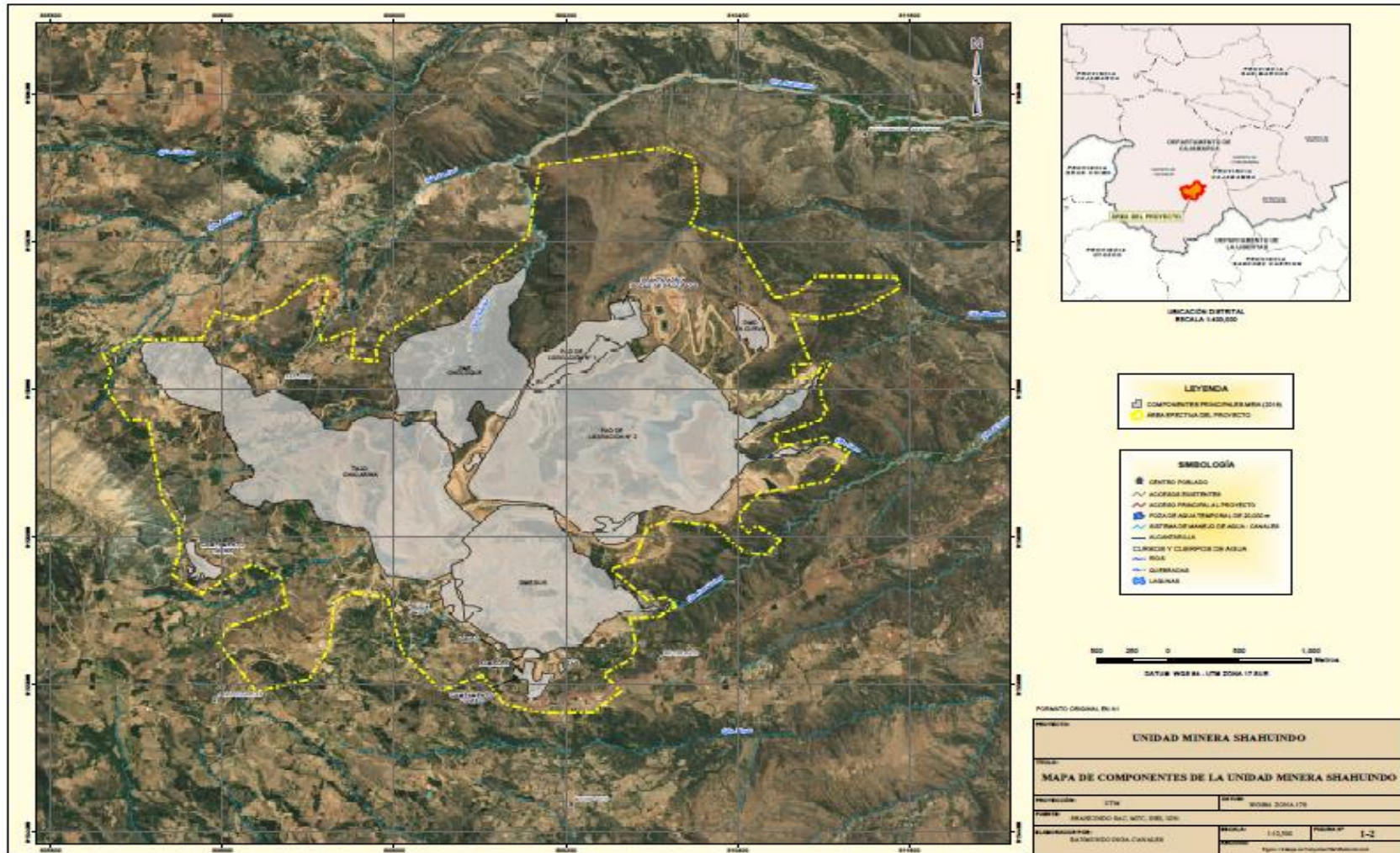


Fuente: Elaboración propia (2021)





**Figura 2:** Mapa de componentes principales de la unidad minera Shahuindo



Fuente: Elaboración propia (2021)



**Anexo 8:** Nivel de actividad de las fuentes de emisión (procesado)

**Tabla 17:** Nivel de actividad por fuente de emisión

Alcance	Fuente de emisión	Nivel de Actividad	
		Cantidad	Unidades
Alcance 01	Consumo de combustible en vehículos		
	Diesel D2B5	1,206,089.99	Galones
	Vehículos servicio ligero diesel D2B5 Euro 3 (después del 2007)	74,219.79	Galones
	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5	1,131,870.20	Galones
	Maquinarias Móviles		
	Diesel D2B5	1,702,907.90	Galones
	Calderas		
	Diesel D2B5	271,652.00	Galones
	Generadores eléctricos		
	Diesel D2B5	163,672.00	Galones
	Cocina		
	GLP	30,484.66	Galones
	Otros equipos estacionarios		
	Diesel D2B5	17,696.50	Galones
Voladura			
Emulsión	2,604,856.00	Kilogramo	
Alcance 02	Energía Eléctrica		
	Shahuindo (Perú)	31,489.91	MWh

Fuente: Elaboración propia (2021)

*Fuente: Elaboración propia (2021)*

**Tabla 18:** Factores de emisión, para calcular las emisiones en CO<sub>2</sub> eq

Factores de Emisión	Valor	Unidades	Fuente
<b>Combustibles: Valor Calórico Neto (VCN)</b>			
VCN Diesel	0.0000363	TJ / l	OSINERGMIN, 2012, p. 11
VCN GLP	0.0000250	TJ / l	OSINERGMIN, 2012, p. 11
<b>Factores de Emisión IPCC</b>			
Rendimiento D2B5	5.00	Km / l	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 21
CO <sub>2</sub> Combustión móvil	74,100.00	kg CO <sub>2</sub> / TJ	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 16
CH <sub>4</sub> Combustión móvil vehículos servicio ligero euro 3 a D2B5	3.00	mg CH <sub>4</sub> /km	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 24
N <sub>2</sub> O Combustión móvil vehículos servicio ligero euro 3 a D2B5	9.00	mg N <sub>2</sub> O / km	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 24
CH <sub>4</sub> Combustión móvil camión pesado y autobús GVW>16 t a D2B5	175.00	mg CH <sub>4</sub> / km	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 24
N <sub>2</sub> O Combustión móvil camión pesado y autobús GVW>16 t a D2B5	30.00	mg N <sub>2</sub> O / km	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 24
CH <sub>4</sub> Combustión móvil maquinarias móviles	3.900000	kg CH <sub>4</sub> / TJ	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 16
N <sub>2</sub> O Combustión móvil maquinarias móviles	3.900000	kg N <sub>2</sub> O / TJ	IPCC Capítulo 3, 2006, p. 16
CO <sub>2</sub> Combustión Estacionaria	74,100.00	kg CO <sub>2</sub> / TJ	IPCC Capítulo 2, 2006, p. 16
CH <sub>4</sub> Combustión Estacionaria	3.000000	kg CH <sub>4</sub> / TJ	IPCC Capítulo 2, 2006, p. 16
N <sub>2</sub> O Combustión Estacionaria	0.600000	kg N <sub>2</sub> O / TJ	IPCC Capítulo 2, 2006, p. 16
<b>Vehículos servicio ligero Euro 3 a Diesel D2B5</b>			
CO <sub>2</sub> (calculado)	9.671956223	kg CO <sub>2</sub> / gal	Calculo interno
CH <sub>4</sub> (calculado)	0.000056775	kg CH <sub>4</sub> / gal	Calculo interno
N <sub>2</sub> O (calculado)	0.000170325	kg N <sub>2</sub> O / gal	Calculo interno
<b>Camión pesado y autobús GVW&gt;16 t a Diesel D2B5</b>			

CO <sub>2</sub> (calculado)	9.671956223	kg CO <sub>2</sub> / gal	Calculo interno
CH <sub>4</sub> (calculado)	0.003311875	kg CH <sub>4</sub> / gal	Calculo interno
N <sub>2</sub> O (calculado)	0.000567750	kg N <sub>2</sub> O / gal	Calculo interno
<b>Maquinarias Móviles</b>			
CO <sub>2</sub> (calculado)	9.671956223	kg CO <sub>2</sub> / gal	Calculo interno
CH <sub>4</sub> (calculado)	0.000535842	kg CH <sub>4</sub> / gal	Calculo interno
N <sub>2</sub> O (calculado)	0.000535842	kg N <sub>2</sub> O / gal	Calculo interno
<b>Calderas, generadores eléctricos y otros equipos estacionarios</b>			
CO <sub>2</sub> (calculado)	9.671956223	kg CO <sub>2</sub> / gal	Calculo interno
CH <sub>4</sub> (calculado)	0.000412187	kg CH <sub>4</sub> / gal	Calculo interno
N <sub>2</sub> O (calculado)	0.000082437	kg N <sub>2</sub> O / gal	Calculo interno
<b>Cocina GLP</b>			
CO <sub>2</sub> (calculado)	5.9708375000	kg CO <sub>2</sub> / gal	Calculo interno
CH <sub>4</sub> (calculado)	0.0000946250	kg CH <sub>4</sub> / gal	Calculo interno
N <sub>2</sub> O (calculado)	0.0000094625	kg N <sub>2</sub> O / gal	Calculo interno
<b>Voladura</b>			
Emulsión	0.17	kg CO <sub>2</sub> / kg producto	National Greenhouse Accounts of Australian Government, 2008, p. 17)
<b>Energía Eléctrica Perú 2020</b>			
CO <sub>2</sub> (calculado)	155.020	kg CO <sub>2</sub> / MWh	Calculo interno
CH <sub>4</sub> (calculado)	0.00960	kg CH <sub>4</sub> / MWh	Calculo interno
N <sub>2</sub> O (calculado)	0.00119	kg N <sub>2</sub> O / MWh	Calculo interno

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Tabla 19:** Resumen de consumo de combustible, Shahuindo 2020 (procesado)

<b>Fuentes de Emisión D2B5</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Total general</b>
<b>Contrata</b>	<b>133,612.00</b>	<b>133,539.00</b>	<b>79,213.00</b>	<b>29,305.00</b>	<b>46,100.00</b>	<b>159,666.00</b>	<b>228,791.00</b>	<b>142,411.00</b>	<b>205,900.00</b>	<b>261,191.00</b>	<b>252,024.00</b>	<b>213,033.00</b>	<b>1,884,783.00</b>
Camión pesado y autobús GVW>16 t	3,508.00	3,243.00	2,707.00	528.00	1,550.00	5,413.00	5,429.00	5,443.00	5,408.00	6,599.00	5,436.00	6,151.00	51,414.00
Generadores eléctricos	4,505.00	5,700.00	5,900.00	6,027.00	6,166.00	6,995.00	11,344.00	11,265.00	11,648.00	12,436.00	10,106.00	8,386.00	100,478.00
Maquinarias móviles	113,862.00	113,482.00	62,792.00	19,837.00	34,514.00	139,815.00	204,007.00	119,081.00	182,135.00	234,307.00	228,924.00	190,354.00	1,643,110.00
Otros equipos estacionarios	2,113.00	1,824.00	1,433.00	733.00	731.00	1,893.00	1,473.00	1,205.00	1,148.00	1,491.00	1,169.00	1,101.00	16,314.00
Vehículos de servicio ligero	9,624.00	9,290.00	6,381.00	2,180.00	3,139.00	5,551.00	6,537.00	5,418.00	5,560.00	6,358.00	6,388.00	7,041.00	73,467.00
<b>Propio</b>	<b>153,963.00</b>	<b>143,556.00</b>	<b>116,207.00</b>	<b>33,381.00</b>	<b>53,723.00</b>	<b>129,825.00</b>	<b>138,480.00</b>	<b>119,307.00</b>	<b>136,425.00</b>	<b>160,654.00</b>	<b>144,549.00</b>	<b>147,167.00</b>	<b>1,477,236.00</b>
Calderas	22,657.00	21,809.00	21,404.00	22,607.00	16,601.00	22,201.00	23,502.00	22,632.00	23,926.00	24,628.00	23,779.00	25,906.00	271,652.00
Camión pesado y autobús GVW>16 t	116,886.00	110,659.00	61,722.00	7,623.00	29,339.00	101,298.00	109,278.00	89,656.00	105,252.00	128,141.00	111,193.00	109,409.00	1,080,456.00
Generadores eléctricos	6,026.00	4,344.00	29,109.00	1,869.00	5,684.00	1,320.00	778.00	1,608.00	1,566.00	2,334.00	2,986.00	5,570.00	63,194.00
Maquinarias móviles	7,708.00	6,479.00	3,731.00	1,226.00	2,040.00	4,915.00	4,856.00	5,249.00	5,619.00	5,485.00	6,523.00	5,967.00	59,798.00
Otros Equipos estacionarios	587.00	234.00	176.00	0.00	0.00	31.00	0.00	78.00	36.00	8.00	19.00	214.00	1,383.00
Vehículos de servicio ligero	99.00	31.00	65.00	56.00	59.00	60.00	66.00	84.00	26.00	58.00	49.00	101.00	753.00
<b>Total general</b>	<b>287,575.00</b>	<b>277,095.00</b>	<b>195,420.00</b>	<b>62,686.00</b>	<b>99,823.00</b>	<b>289,491.00</b>	<b>367,270.00</b>	<b>261,718.00</b>	<b>342,325.00</b>	<b>421,845.00</b>	<b>396,573.00</b>	<b>360,200.00</b>	<b>3,362,018.00</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Tabla 20:** Clasificación de vehículos, maquinarias y equipos

<b>Equipo</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Categoría</b>
Caldera	Caldera	Calderas
Camión baranda	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camión explosivos	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camión grúa	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camión grúa	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camión lubricador	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camabaja	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camión tracto	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camión volquete	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Camión winche	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Tracto furgón	Vehículo - camión pesado	Camión pesado y autobús GVW>16 t a Diesel D2B5
Grupo electrógeno	Equipo estacionario	Generadores eléctricos
Cargador frontal	equipo móvil	Maquinarias móviles
Cisterna de agua	equipo móvil	Maquinarias móviles
Cisterna de combustible	equipo móvil	Maquinarias móviles
Excavadora sobre orugas	equipo móvil	Maquinarias móviles
Mini cargador	equipo móvil	Maquinarias móviles
Montacargas	equipo móvil	Maquinarias móviles
Motoniveladora	equipo móvil	Maquinarias móviles
Perforadora	equipo móvil	Maquinarias móviles
Retroexcavadora	equipo móvil	Maquinarias móviles
Rodillo	equipo móvil	Maquinarias móviles
Tractor sobre Orugas	equipo móvil	Maquinarias móviles
Tractor sobre Ruedas	equipo móvil	Maquinarias móviles
Manlift	equipo móvil	Maquinarias móviles
Autohormiguera	equipo móvil	Maquinarias móviles
Otro - Equipo pesado	equipo móvil	Maquinarias móviles

Grúa telescópica	equipo móvil	Maquinarias móviles
Compresor estacionario	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Hidrosembradora	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Motobomba	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Moto soldadora	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Torre de Iluminación	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Torre de Iluminación	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Compresor	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Faja transportadora	Equipo estacionario	Otros equipos estacionarios
Camioneta rural	Vehículo ligero	Vehículos servicio ligero Euro 3 a Diesel D2B5
Vehículos de Pasajeros	Vehículo ligero	Vehículos servicio ligero Euro 3 a Diesel D2B5

Fuente: Elaboración propia, adaptado de IPCC (2006)

**Tabla 21:** Resumen de consumo de explosivos, Shahuindo 2020 (procesado)

Materiales	Unidad	Consumo												Total
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
<b>Graneles</b>														
Slurrex g	Kilogramo	237,871	286,207	173,326	0	158,299	241,728	290,432	214,188	183,726	255,567	297,610	262,706	2,601,660
Solución I-8	Kilogramo	570	687	412	0	380	578	645	157	28	151	787	764	5,159
Plastex - e	Kilogramo	85	615	360	0	0	575	50	165	110	175	90	180	2,405
Booster 1lb	Pieza	2,419	2,830	1,637	0	1,474	2,092	2,711	1,898	1,810	2,435	3,003	2,460	24,769
<b>Conector Unidireccional Dual y Electrónicos</b>														
Cable de disparo (digishot)	metro	7,000	9,600	6,600	0	4,200	6,800	10,600	8,000	7,200	8,800	14,800	11,800	95,400
Detonador electrónico digihot plus 15m	Pieza	1,224	1,555	1,445	0	811	810	2,816	2,042	1,826	2,611	3,067	2,278	20,485
Dne exsanel 10.2 mt 800ms	Pieza	1,556	1,177	1,288	0	802	1,100	2,671	1,965	1,617	2,421	2,954	2,056	19,607
Dne exsanel du 15.2mt 17/800ms	Pieza	1,045	1,714	380	0	675	1,523	0	0	195	0	45	411	5,988
<b>Conector unidireccional</b>														
Cuse 7.8mt 25ms	Pieza	162	131	36	0	26	442	2	39	8	0	4	10	860
Cuse 7.8mt 42ms	Pieza	171	374	93	0	178	344	0	0	56	0	26	127	1,369
Cuse 7.8mt 75ms	Pieza	86	186	18	0	23	165	0	0	0	0	14	48	540
Cuse 7.8mt 100ms	Pieza	8	6	6	0	4	10	0	0	22	0	0	6	62

Fuente: Elaboración propia (2021)


**Figura 3: Declaración a SUCAMEC, julio 2020**

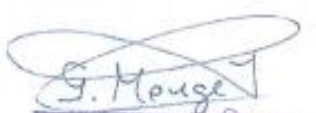
SHAHUINDO													INFORME DE INGRESOS Y EGRESOS DE EXPLOSIVOS - JULIO 2020																
MOMENTO	FECHA	FABRICA DE EXPLOSIVOS	NRO. RD GLOBAL O EVENTUAL	CAA DE REEMBOLSO	FORMA DE TRÁMITE	BOQUETA (HPY/CEBAC)	DETONADOR (PULMANTE/PIRATICO)	DETONADOR ELECTRONICO DRISNOT PLUS 18M	CONECTOR UNIDIRECCIONAL O DETONADOR NO ELECTRICO	LÍNEA DE ANCLAJE ENCL UNID 25 LINEA 200 MTS.	SALIZON (SALICILATO/SUBREPX/D)	EMULSIÓN (EMAFULSOMA/PLARTEX-E)	CONECTOR UNIDIRECCIONAL SUPER EXAVEL 1.8M (25M)	PLAZA	CONSECTOR	USUARIO DESTINO													
															Nº DE POLVORES	SITIO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO											
Inicio el 21 de julio 2020																													
INGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12149-2020	3,341.0	399.0	3,321.0		0,292.0	0,329.0	172,000.0	202.0																
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12472-2020							20,000.0																	
INGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12465-2020							20,000.0																	
INGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12465-2020	3,000.0							202.0																
INGRESOS	14/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12370-2020																								
EGRESOS	14/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12363-2020																								
INGRESOS	13/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12362-2020			3,600.0		4,000.0																			
EGRESOS	13/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12348-2020																								
INGRESOS	21/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12308-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	12098-2020																								
EGRESOS	24/07/20	ESDA	DM14-2018-SUCAMEC-GEPP	047-003350	1																								




Figura 4: Declaración a SUCAMEC, diciembre 2020

SHAHUINDO													INFORME DE INGRESOS Y EGRESOS DE EXPLOSIVOS DICIEMBRE 2020							
MOVIMIENTO	FECHA	FABRICA DE EXPLOSIVOS	NRO. RD GLOBAL O EVENTUAL	CANT. DE RESERVA	FECHA DE TRAMITO	BOOSTER HERR (CEBO)	DEMANDA (PL. MINASTE PARTES)	DETONADOR ELECTRONICO (BOJANIT PLUS 188)	CONECTOR UNIVERSOCORAL O DETONADOR NO ELECTRICO	LINDA ELONGADA EXEL LEAD 41 LINE 600 UTL.	EMULSION BASFICADA SULFONIC G	EMULSION ENGARTUCHADA (PLASTER E)	CONECTOR INSPECCIONAL SUPR 133ANL 1.8 U 23 MS	PLACA	CONDUCTOR	LUGAR O SETO				
																M DE POLVORO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	
<b>Datos al 30 de Noviembre 2020</b>																				
INGRESOS	30/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8034874	27498-2020		184.6	4,279.0	11,200.0	8,500.0	146,236.0	1,980.0	697.8							
EGRESOS	30/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8034874	27498-2020						26,850.0			TS-843795-903	PEDRO ENCARNACION V.	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
INGRESOS	30/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8034906	27123-2020						26,580.0			TS-843795-903	JOSÉ LEÓN MORA	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
INGRESOS	30/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8034908	27123-2020						26,740.0			TS-843795-903	PEDRO ENCARNACION V.	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
INGRESOS	18/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8034980	28223-2020						26,020.0			TS-843795-903	JOSÉ LEÓN ALAN	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
INGRESOS	22/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8035007	28170-2020	3,000.0					29,440.0			TS-843795-903	JOSÉ LEÓN ALAN	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
INGRESOS	23/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8035060	26795-2020						26,880.0			TS-843795-903	JOSÉ LEÓN ALAN	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
INGRESOS	23/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8035061	26711-2020						26,810.0			TS-843795-903	PEDRO ENCARNACION V.	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
INGRESOS	28/11/2020	EXSA	0347-2618-SUCAMEC-GEPP	647-8035062	26718-2020						26,890.0			TS-843795-903	SAVITO ROMERO ALFARO	988-2018-SUCAMEC-GEPP	CACHACHI	CAJAMARCA	CAJAMARCA	
<b>Total De Ingresos</b>							1,008.0				227,940.0									
<b>Total Final (Antes De Salidas)</b>							6,496.0	184.6	4,279.0	11,200.0	8,500.0	146,806.0	1,980.0	697.8						
SALIDAS	01/11/2020										87.0									
SALIDAS	03/11/2020										177.0									
SALIDAS	09/11/2020										177.0									
SALIDAS	09/11/2020										148.0									
SALIDAS	09/11/2020										95.0									
SALIDAS	09/11/2020										158.0									
SALIDAS	09/11/2020										72.0									
SALIDAS	08/11/2020										119.0									
SALIDAS	08/11/2020										108.0									
SALIDAS	08/11/2020										108.0									
SALIDAS	08/11/2020										131.0									
SALIDAS	13/11/2020										119.0									
SALIDAS	14/11/2020										128.0									
SALIDAS	14/11/2020										127.0									
SALIDAS	15/11/2020										101.0									
SALIDAS	16/11/2020										100.0									
SALIDAS	17/11/2020										138.0									
SALIDAS	18/11/2020										138.0									
SALIDAS	18/11/2020										213.0									
SALIDAS	18/11/2020										131.0									
SALIDAS	18/11/2020										126.0									
SALIDAS	14/11/2020										101.0									
SALIDAS	15/11/2020										95.0									
SALIDAS	16/11/2020										148.0									
SALIDAS	17/11/2020										148.0									
SALIDAS	17/11/2020										126.0									
SALIDAS	17/11/2020										117.0									
SALIDAS	17/11/2020										93.0									
SALIDAS	17/11/2020										124.0									
SALIDAS	17/11/2020										111.0									
SALIDAS	17/11/2020										35.0									
SALIDAS	17/11/2020										111.0									
SALIDAS	17/11/2020										154.0									
SALIDAS	17/11/2020										190.0									
SALIDAS	17/11/2020										77.0									
<b>Total De Salidas</b>							2,400.0	2,278.0	2,648.0		240,796.0		160.0							
<b>Datos al 31 de Diciembre 2020</b>							4,096.0	184.6	2,001.0	8,550.0	8,250.0	126,910.0	1,820.0	697.8						

  
Ximena Zamalloa Mammucci  
ApoDERADA  
Shahuindo S.A.C.

  
Gustavo Mönge Johnson  
Jefe de Logística  
SHAHUINDO

  
Jorge Ernesto Rodríguez Díaz  
JEFE ZONAL - CAJAMARCA  
SUCAMEC